

ていち No.142 別刷

魚類の鮮度試験方法の 日本農林規格(JAS)制定

北海道立工業技術センター 吉岡 武也

魚類の鮮度試験方法の日本農林規格（JAS）制定

北海道立工業技術センター 吉岡 武也

1. はじめに

水産物は一般的に高水分で脆弱な組織を持ち、青果物や畜肉などの他の農畜産品と比較して鮮度低下が速い。新鮮な状態では刺し身や寿司のように未加熱で、鮮度が低下すると焼き魚や煮魚といったように加熱調理して食され、鮮度により異なった食べ方がされるのも水産物の特徴のひとつである¹⁾。鮮度が低下することにより、香りや食感、味といった品質も同調して劣化するので、鮮度と価格には密接な関係がある。生食できる高鮮度のものが最も高値で取引されるので、新鮮さを売り物とした水産物のブランド化が全国で取り組まれている。鮮度が低下した魚介類の品質が元に戻ることはないので、鮮度を維持するためのコールドチェーンに関連する冷蔵設備や製氷装置、輸送システムなどが各地の水揚げや流通の現場に導入されている。

我が国は水産物の取り扱いにおいて古来より独自の文化と技術をもち、扱う水産物の鮮度は世界でもトップレベルにあるといえる。しかし、鮮度の判定はヒトの感覚に頼っているのが現状である。したがって取引の場面においては、売り手と買い手が同じ感覚で鮮度を評価しているとは限らないし、生鮮魚の輸出においては、鮮度感覚が乏しい海外の取引相手に鮮度の良し悪しを説明するのは困難を伴う。現状、鮮度には温度や湿度、速度のような単位もなければ、明確な測定方法もない。

水産物の鮮度の測定方法を標準化して、統一的な方法によって客観的に評価することにより、鮮度が“見える化”され、適正な評価と公正な取引の推進が期待される。本報告では、水産物の科学的な鮮度指標として研究分野で用いられているK値の測定方法を、我が国の農林水産分野での国内標準である日本農林規格（JAS）とする取り組みの経緯を紹介する。

2. 生鮮水産物の品質測定

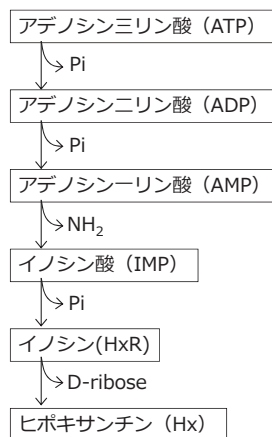
水産物は、鮮度により生鮮向けや加工向けといった用途が決められるほか、取

引価格にも大きく影響するので、客観的に判断することは経済的観点からも重要である。従来から、水産物の鮮度を含めた品質の判定にはいくつかの方法が用いられてきた。具体的には、眼球の透明度や魚体の張りなどをヒトの感覚で感知して総合的に評価する官能的方法、K 値や揮発性塩基窒素（VB-N）といった死後の時間経過にともない変化する化学成分を分析する化学的方法、死後硬直や刺し身のテクスチャーのような物理的方法、一般細菌数や汚染菌のレベルにより判定する微生物学的方法などがある²⁾。水産物の品質は嗜好的要素が強く、流通の場面や利用用途により鮮度や品質の見方は異なってくる。いずれの判定法も一長一短があり、完全なものはないので、それぞれの判定法の原理をもとに、状況に応じて適した方法を選択することが肝要である。

3. K 値と QIM

水産物の科学的な鮮度の評価方法として世界的に認知されているのは、我が国の K 値と欧州の QIM（Quality Index Method）であろう。K 値は 1959 年に北海道大学の研究者により報告され、我が国の水産食品の研究分野で科学的な鮮度指標として用いられてきた。魚介類の筋肉組織には、筋肉運動などのエネルギー源として高エネルギー化合物

であるアデノシン三リン酸（ATP）が含まれている。死後は、呼吸の停止により筋肉への酸素の供給が途絶えるため ATP の生産ができなくなり、24 時間以内に ATP は分解して消失する。ATP は ADP、AMP、IMP を経て分解され、数時間から数日後にはその分解産物である HxR と Hx が蓄積する（図 1）。K 値は、これら ATP 関連物質 6 成分の含量を分母に、HxR



$$K \text{ 値} (\%) = \frac{HxR+Hx}{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx} \times 100$$

図 1 魚類筋肉での ATP の死後変化と K 値の算出式

と Hx の含量を分子にした百分率で表される^{3, 4)}。

K 値は死後の時間経過とともに値が増加することから、値の小さい方が新鮮である（図2）。K 値 20% 以下が刺身として食されるとされているが、K 値の変化は魚種により異なるので、魚種ごとの判断が必要になる。

一方、欧州では水産物の鮮度指標として QIM（Quality Index Method）が提唱されている⁵⁾。QIM は、アイスランド、ノル

ウェー、デンマークの研究機関で共同開発され、魚体の固さ、眼球の白濁、エラの色、生臭さなどの魚種ごとに定められた項目をマニュアルに基づき官能的に評点付けして、その合計点数で鮮度を評価するものである。養殖サーモンやタラ類など 28 魚種のスキームが開発され、11 カ国語に翻訳されている。

K 値と QIM の特徴を表 1 にまとめた。欧州では生食用の生鮮水産物という範疇はなく、QIM は鮮度といっても可食限界（腐敗して食べられなくなるまでの日数）を知るための指標で、高鮮度の水産物の鮮度判定は感度が悪く不向きである。スマートフォンを用いたオンラインでの QIM スコア算出のアプリも開発さ

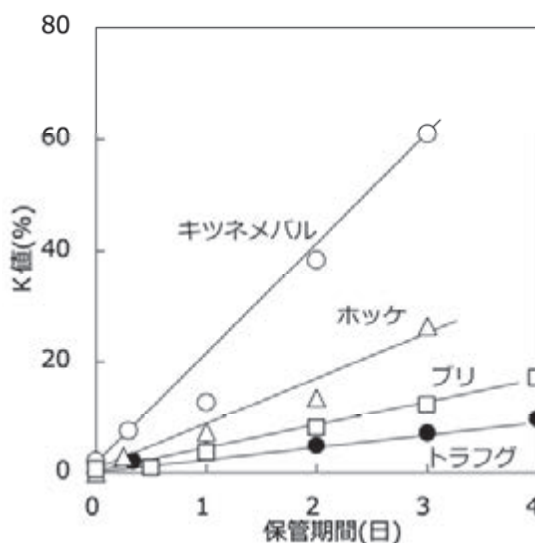


図2 各魚種のK値の変化 (0°C)

表 1 K 値と QIM の特徴

項目	K 値	Quality Index Method
普及状況	日本の研究分野で一般的	EU 内連携で開発 11 カ国語に翻訳
測定原理	理化学分析 筋肉中の ATP 関連物質の含量から算出	官能評価 外観やニオイの官能的な評点を合算
対象水産物	魚介類全般	魚類、エビ類、イカ類の特定種
対象鮮度	高～中鮮度	中～低鮮度
測定マニュアル	各試験室独自の方法	魚種ごとのマニュアルが整備
鮮度の判定	判定基準が不明確	可食期限までの日数を判定
測定環境	実験室・設備・スキル	測定者の訓練

れており、参考となる点が多いが、QIMによる水産物の鮮度評価が世界標準となれば、我が国の生鮮水産物の鮮度が適正に評価されなくなることが懸念される。

4. K値試験法の標準化に向けて

4.1 試験法 JAS

このように、生食できるような高鮮度の水産物の鮮度評価にはK値が適しているが、K値は化学分析によって算出されるものの測定法に統一的なものは無い。大手の受託分析機関でもK値の分析には対応しているが、測定方法は機関ごとに異なっており、結果の相同性は確認されていない。そこで、K値の測定方法の国際化も見据えた標準化について、我が国の農林水産分野の標準である日本農林規格（JAS）を所轄する（独）農林水産消費安全技術センターに相談に伺ったところ、試験法 JAS の制度を紹介された。

平成 29 年 9 月に JAS 法（農林物資の規格化等に関する法律）が改正され、海外市場において日本製品の品質や特色、事業者の技術や取り組みなどの強みを訴求するには、規格・認証の活用が重要かつ有効との判断から、JAS の対象が従来のモノから、生産方法、取扱方法、試験方法に拡大された。さらに、ビジネスニーズが JAS 規格に反映されるように、民間事業者や団体などからの提案に対し、官民体制で取り組む体制がつけられた。試験法 JAS として規格化されると、農林水産省から認定を受けた検査機関が JAS マークの付いた試験成績書を発行できるようになる。生産者や流通業者が持ち込んだ試験検体の分析結果に国がお墨付きを与えることとなり、データの信頼性が保証される。国内標準である JAS を国際化する道筋も整備されていることから、水産物の鮮度の試験方法として K 値を JAS 規格化する取り組みを 2018 年に開始した。

JAS は、妥当性の判断基準として定める「日本農林規格の制定・見直しの基準」（平成 30 年 6 月 1 日 日本農林規格調査会決定）に合致した JAS 原案をもとに、日本農林規格調査会の議決を経て制定される。その手順は JAS 原案作成マニュアルにまとめられており、北海道立工業技術センター（（公財）函館地域産業振興財団）が中核機関となって農林水産省の事業制度を利用して、JAS 規格の元となる JAS 原案作成の取り組みを行った（図 3）⁶⁾。

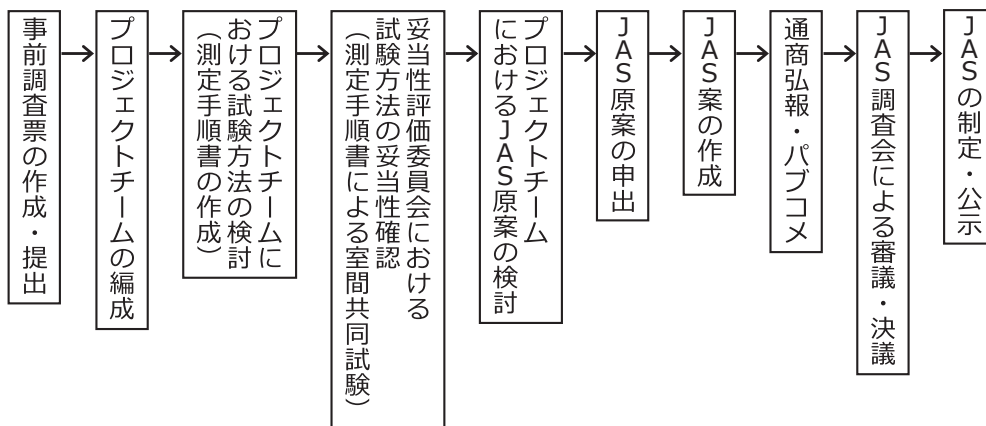


図3 試験法 JAS の制定の流れ

4.2 プロジェクトチームによる検討

①プロジェクトチームの結成

JAS 原案作成マニュアルにおいては、検討する事項について幅広い知識を有し、豊富な技術的経験を持つものよりなるプロジェクトチーム（試験方法規格検討委員会）を結成する必要がある、とされている。今回の鮮度試験法においては、水産物の鮮度評価に詳しい大学や公設試験研究機関の研究者、測定法の標準化に精通した国立研究開発法人、ならびに食品等の成分分析を受託している受託分析機関、水産関連企業など 13 名よりなるプロジェクトチームを立ち上げ、JAS 原案の検討を開始した。

②規格のコンセプト

JAS 原案の検討にあたっては、規格制定の目的と制定された際の利用シーンなどについてプロジェクトチーム内での共有化を図り、規格のコンセプトとして下記の点を確認した。

- ・ K 値の試験方法とし、K 値算出の過程で ATP 関連物質の含量を算出する。
- ・ 操作に熟練を必要とせず、マニュアル化できること。
- ・ 複数の検体の抽出操作が併行して実施できること。
- ・ 有機溶媒を使用せず、使用する試薬は容易に入手できること。
- ・ 特殊な機器、装置を必要とせず、公設試験研究機関でも対応できること。
- ・ 使用する HPLC 用カラムなど、安価な初期費用で実施できること。

K 値は各物質の比で算出されるので、ATP 関連物質の定量を求めることは K 値の算出に必須ではない。K 値算出の過程で ATP 関連物質の含量を算出することとしたのは、ATP 関連物質のひとつのイノシン酸 (IMP) は水産物の重要な旨味成分であり、その他の物質からも定量値から品質に関する有益な情報が得られるからである。

また、試験法 JAS は ISO/IEC17025 (試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項) に適合した登録試験所において JAS マークのついた証明書を発行する制度であるが、水産物の鮮度測定は各都道府県の水産試験場などでも研究目的で行われていることから、操作に熟練を必要とせず、使用する装置や試薬類も汎用性のあるものとした。

③規格に求められる適用範囲と性能

鮮度は水産物全般にとっての重要な品質指標であるが、一概に水産物といっても、脊椎動物である魚類のほか、無脊椎動物の軟体動物や節足動物と幅広い。可食部位は魚類では主に筋肉であるが、普通肉と血合い肉があるので対象とする種や試料の採取部位を整理する必要がある。

研究分野において、K 値は魚類のほか、軟体動物 (イカ類・タコ類)、節足動物 (エビ類・カニ類)、棘皮動物 (ウニの生殖巣) の鮮度指標として用いられている。多くの種に対して規格が適応できることが好ましいが、魚類以外の種の一部は図 1 に示したものと異なる ATP 代謝経路が報告されており、規格の対象とするには今後のデータの蓄積が必要と判断された。ブリやマダイ、サケ類などが含まれる硬骨魚類には多くの K 値の測定例があるので、規格の対象は硬骨魚類とし、背骨に付随する体側筋の普通肉を採取して K 値を測定することとした。

水揚げ地の漁港や産地市場、消費地の量販店などでのサンプリング結果から、流通している魚の K 値は数 % から 90 % 程度の幅であると推測され、規格の適用範囲もこれに対応する必要があると判断した。

また、測定の際に許容できる K 値のばらつき (識別できる差) は、4 ~ 5% とした。これは、魚を氷蔵した場合の 1 日あたりの K 値の増加が 4 ~ 5% であると仮定した場合、鮮度を日単位で推測できる値である。K 値が 50% を超えるような低鮮度魚においてはそこまでの精度は必要ないが、測定値のばらつきは小さい方が好ましいとした。

4.3 K 値の測定方法

次に、具体的な測定方法を検討する基礎とするために、既存の測定方法の調査を行った。国内の公定法や国際規格に K 値は見当たらないので、過去の論文や特許などを対象に文献調査した。2000 年以降の報告で代表的なものを表 2 に示した。いずれも魚肉を過塩素酸溶液で変性させて ATP 関連物質を抽出し、中和した後に、成分値を測定する方法である。

この中で文献 1 と 2 は、ATP 関連物質を個別に測定するものではないので、上

表 2 K 値の測定方法の報告例

文献番号	1	2	3	4	5	
発行年	2000 年	2001 年	2013 年	2019 年	2019 年	
文献	新食品分析ハンドブック、6.7.2.K 値、VBN (イオン交換樹脂法)、建帛社、東京 2000.	佐藤實ら、食肉の鮮度判定法、特許第 4291381 (出願日 2001.7.27)	胡ほか、魚肉からの ATP 関連化合物抽出法の簡便化、日本水産学会誌 2013; Vol.79 (2) :219-225.	水産・食品化学実験ノート、第 7 章 4.ATP 関連化合物の抽出と鮮度判定 (HPLC 法)、恒星社厚生閣、東京、2019.	Fish and Fishery Product Analysis. 2.5.5 Assessment of Nucleotides and Nucleotide Catabolite. Springer Nature Singapore, Singapore 2019.	
適用	対象種	魚類 (背部普通肉)	魚肉、魚介類	魚類筋肉	魚類 (普通筋)	魚類
	測定成分	ATP 関連物質 (リン酸基を有する成分と有しない成分群)	ATP 関連物質 (リン酸基を有する成分と有しない成分群)	ATP 関連物質 (各成分)	ATP 関連物質 (各成分)	ATP 関連物質 (各成分)
定量装置	分光光度計	ろ紙電気泳動装置	高速液体クロマトグラフ	高速液体クロマトグラフ	高速液体クロマトグラフ	
測定方法	魚肉を過塩素酸溶液に懸濁してろ過する。ろ液を水酸化カリウムで中和する。沈殿を除去した上澄みをイオン交換樹脂に供し、リン酸基を持つ成分と持たない成分を各溶出させる。定容後に 250nm の吸収を測定して K 値を算出する。	魚肉を過塩素酸溶液に懸濁してろ過する。ろ液を水酸化カリウムで中和する。沈殿を除去した上澄みを採取してろ紙に滴下した後、ろ紙電気泳動によりリン酸基を有する成分を移動させる。紫外線を照射して各スポットを発色させ、面積と濃さを測定して各成分の比から K 値を算出する。	魚肉を過塩素酸溶液に懸濁した後、水酸化カリウムを添加して pH を 2.0 ~ 3.5 として沈殿を除去する。緩衝液を加えて中性とした後に、ポリマー系カラムを装備した HPLC により各 ATP 関連物質を定量して K 値を算出する。	魚肉を過塩素酸溶液に懸濁してろ過する。ろ液を水酸化カリウムで中和する。沈殿を除去した上澄みを採取し、ポリマー系カラムを装備した HPLC により各 ATP 関連物質を定量して K 値を算出する。	魚肉を過塩素酸溶液に懸濁してろ過する。ろ液を水酸化カリウムで中和する。沈殿を除去した上澄みを採取し、シリカ系カラムを装備した HPLC により各 ATP 関連物質を定量して K 値を算出する。	

記に示したコンセプトの点から今回の方法として好ましくないと判断した。また、文献4と5は、過塩素酸溶液で抽出した後に水酸化カリウムにて中和するもので、強酸に強アルカリを加えて中和することから操作に熟練を要し、また生成した沈殿を遠心分離で除去することから操作が煩雑となる。文献3は過塩素酸溶液で抽出した後に、水酸化カリウムにて弱酸性とした後にフィルターで沈殿を除去し、緩衝液にて中和させるもので、操作の簡便化が検討されており、使用する過塩素酸溶液の濃度や抽出の繰返し回数の測定値への影響も調べられている⁷⁾。これらの結果から、文献3をもとにJAS原案とする測定方法の開発を行うこととした。

4.4 鮮度試験法の開発と妥当性の評価

① K 値の測定方法の改良

上記に示した制定すべき規格のコンセプトを元に、既報の報告に改良を加え、改良した方法の性能を分析法の妥当性確認に関するガイドラインを参考に、選択制、真度、精度、検出限界などの項目で評価した⁸⁾。具体的には、文献3の方法に下記の改良を加えた。

i) 試料採取量

破碎した魚肉（マダイ）試料の1.0、2.0、3.0グラムをそれぞれ採取してK値を算出した。5回反復した際の標準偏差と作業性の点から、試料採取量は約2.0グラムとした。

ii) 中和の方法

ATP関連物質を抽出する際に、魚肉試料を強酸である過塩素酸溶液に懸濁してタンパク質を凝集、沈殿させる。試験液が強酸性ではHPLC分析ができないので中和が必要となり、高濃度の水酸化カリウムが用いられる。これを水酸化ナトリウムに変更することにより、過塩素酸塩の沈殿が形成されず、その後の操作が容易となった。その際、HPLC分析の移動相に用いる緩衝液は、カリウムイオンを含まないものを選択した。

iii) 使用するカラム

ATP関連物質を定量する際のHPLCカラムを検討した。移動相に有機溶媒を使用せずに、入手が容易なカラムとしてシリカ系では、C10（アダマンチル基）、ポリマー系では、ポリビニルアルコール基材のカラムが推奨できることを確認し

た。C10 の HPLC カラムでニシンの抽出液を分析した際のクロマトチャートを図 4 に示した。

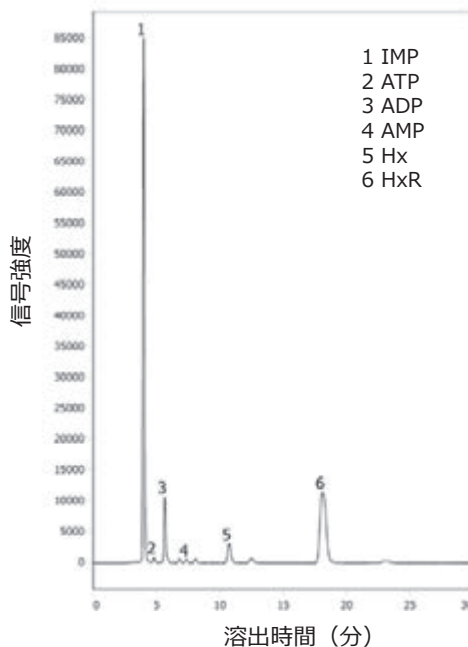
これらに加えて、ATP 関連物質の標準試薬の濃度を吸光係数より算出する方法を検討し、図 5 に示した手順での測定方法を開発した。

②室間共同試験の実施

図 5 に示した測定方法での測定値の信頼性を確認する目的で、添加回収試験を行い、問題ない結果が得られた。また、HPLC 測定時の検量線は、魚肉分析を想定した濃度の範囲内 (0.8 から 640 μ M) で直線性があることを確認した。

次にこの方法が JAS 試験法として適当であるか評価するために、室間共同試験を行った。室間共同試験は、複数の分析機関が、均質性が確認されて成分的に安定な同一の分析用試料から小分けされた試料を、文書化された同一の分析法を用いて定量し、その分析値から分析方法の性能を評価する試験である⁸⁾。分析法の妥当性確認の重要なステップであることから国際的なガイドラインに基づいて実施する必要があり、JAS 規格に関する妥当性確認試験は、IUPAC 共同試験プロトコールに基づき共同試験が実施されるとされる⁹⁾。これに基づき、5 種類の試料を 2 反復で分析することとし、参加試験室数は 8 以上とされているので、11 の機関で実施した。

室間共同試験には、分析の手順書と分析試料が必要となる。分析の手順書とし



測定条件
カラム : CAPCELLPAK ADME-HR 5 μ m 4.6 \times 250mm
移動相 : 0.05mol/L リン酸緩衝液(pH7.0)
カラム温度 : 40 $^{\circ}$ C
流速 : 1.0ml/min
測定波長 : 260nm
注入量 : 10 μ L
試料 : ニシン抽出液 (K値 37.8%)

図 4 HPLC クロマトチャートの例

て、「硬骨魚類（K 値）測定手順書」を作成した。これは、図 5 に示したプロトコールをもとにした測定操作の手順を詳細に記したもので、試薬を調製する際の秤量グラム数や定容する体積、使用する器具や装置などを細かに指定している。各試験室はこの手順書に記された操作を忠実に行うことが求められる。試験試料は硬骨魚類を代表するものとして幅広い観点から魚種を選択する必要がある、赤身魚・白身魚、天然魚・養殖魚、底魚・浮

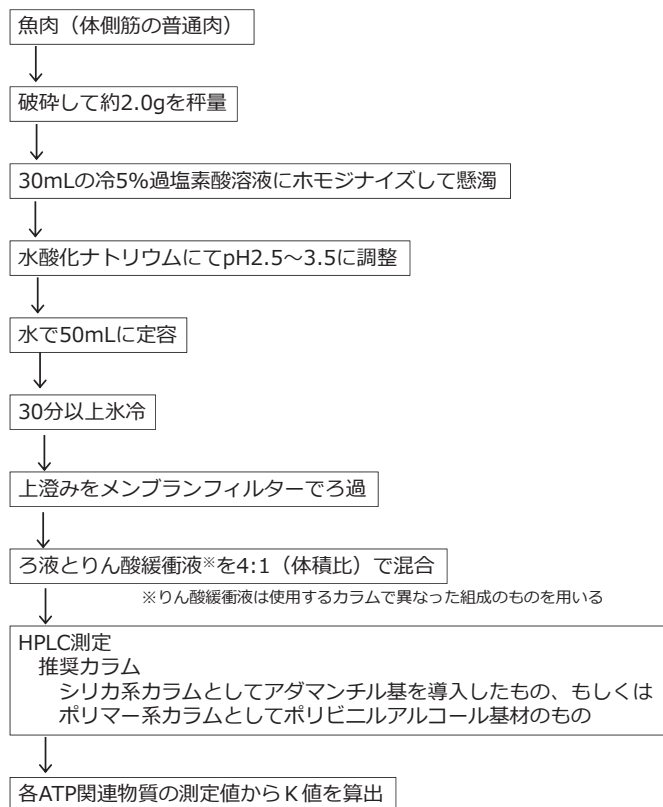


図 5 K 値の測定手順

魚、脂質の量などを考慮して選択した。さらに、市場で流通している鮮魚の測定結果から、K 値が低いものから高いものまで広範囲の試料魚から調製した。試験試料は、各試験魚から普通肉を採取して細切した後に液体窒素で凍結し、フードカッターで粉碎して約 2.0g をチューブに小分けし、-80℃にて遮光保管した。ドライアイスとともに各機関に凍結状態で配送し、各機関は試験の実施まで -20℃以下で保管した。試験試料の均一性評価と安定性評価は、K 値（%）を指標として、ISO 13528: 2005（JIS Z8405: 2008）に基づき実施した。解析の結果、いずれの試料においても基準を満たしていることを確認した¹⁰⁾。

共同試験に参加した各試験室は、試料を受領した後、測定手順書に従って 10 試験用試料（5 種類の非明示試料を各 2 点）の K 値を測定した。一度に各試験試料の全量を使用することから、各試験室においては試験のやり直しができない状況である。

表 3 室間共同実験の結果

試料識別	試料 1	試料 2	試料 3	試料 4	試料 5
魚種	ヒラメ	ブリ (天然)	ブリ (養殖)	マサバ	タイセイヨウ サケ (養殖)
参加試験室数	11	11	11	11	11
採択された試験結果の数	11	10	9	10	11
平均値, %	6.12	10.08	26.78	39.25	83.4
室間再現標準偏差 s_n , %	0.21	0.23	0.45	0.50	1.2
室間再現相対標準偏差 RSD_n , %	3.5	2.3	1.7	1.3	1.4
室間再現許容差 $R (R = 2.8s_n)$, %	0.60	0.65	1.3	1.4	3.3

各試験室から K 値の測定値を回収した。あわせて結果を考察するために使用した各装置の型式や HPLC クロマトグラフチャート、各物質のピーク面積、各 ATP 関連物質の測定値などを収集した。K 値の測定値の統計的評価として、各試験室からの報告では手順書からの逸脱は認められなかったため、Cocharn 検定と Grubbs 検定による外れ値検定を行った後、併行標準偏差、室間再現標準偏差を計算した。その結果の一部を表 3 に示した。その結果、室間再現許容差（再現条件で得られた二つの測定結果の差の絶対値が、その値以下になることが 95% の確率で期待される値）は、いずれの試料でも一定の範囲に収まっており、測定手順書の方法は試験法としての妥当なものであると判断された。

4.5 JAS 原案の申出と JAS 制定

室間共同試験に使用した測定手順書をもとに JAS 原案を作成した。その際、適用範囲に凍結魚肉を加えることとした。凍結魚肉の鮮度の測定は、加工原料などとして冷凍流通している凍結魚の鮮度評価や、未凍結生鮮魚の K 値測定のために試料を凍結して検査機関に発送するなどのニーズが予想される。調査の結果、凍結魚肉の K 値は論文等に多くの報告例があり、生鮮試料と同様に K 値からその試料の鮮度が考察されていた。また、HPLC の選択性の評価試験などを通して、測定手順書の方法は凍結魚肉へも適応可能なことを確認し、適用範囲に凍結魚肉を含めることとした。このことは凍結試料の K 値が凍結前と同じであることを保証するものではなく、他の一般的な凍結試料の分析試験と同様に、試験時の測定値であることを前提に凍結魚肉の K 値を未凍結魚肉と同等の方法で測定できるというものである。これらの検討を経て、魚類の鮮度 (K 値) 試験方法 - 高速

液体クロマトグラフ法 - の JAS 原案を取りまとめた。プロジェクトチームによる承認を経て、令和 3 年 11 月 1 日に（公財）函館地域産業振興財団から農林水産大臣宛に日本農林規格制定の申出を行った。

農林水産省の担当部局にて JAS 案を作成し、通商弘報、パブリックコメント募集などの手続きを経て、令和 4 年 2 月に開催された日本農林規格調査会にて審議され、令和 4 年 3 月 31 日に日本農林規格として制定された¹¹⁾。

5. 今後の展開と波及効果

鮮度の良さが客観的に評価され、目利きが不在の海外においても消費者が安心して我が国の生鮮水産物を堪能できるようになり、輸出市場が拡大することを期待している。さらに、鮮度の数値化による生産（水揚げ）から消費までのサプライチェーンでの鮮度データの共有は、スマート水産業や水産バリューチェーンの構築にも貢献するものと考えている。

しかしながら、今回標準化された魚類の鮮度試験方法が社会で活用されるためには、いくつかの課題が残されている。例えば K 値の増加の程度は魚種によって異なるので、K 値の測定値からその試験魚の死後の時間経過を判定するには、魚種ごとの K 値変化のデータと照らし合わせる必要がある。また、現状、K 値の分析は手分析であり、結果判明まで数時間を要する。生鮮水産物の鮮度は時間とともに変化するのでオンサイトでの迅速 K 値測定が理想である。これらの課題を解決するため、産学官の連携チームによる研究プロジェクトが輸出促進を目指した生鮮水産物の品質制御と鮮度の“見える化”技術の開発（イノベーション創出強化研究推進事業、生研支援センター）として始まっている。また、2020 年 7 月に公表された内閣府の成長戦略フォローアップ集には、「生鮮魚介類鮮度評価法の JAS を 2021 年度に制定し、同評価法の国際標準化を通じ輸出の拡大を図る。」と記載されている。国際標準化については、国際標準化機構（ISO）への提案を目指して、プロジェクトチームの形成が着手されている。

標準化の盛んな欧米では、ものづくりと規格づくりは車の両輪とされ、新技術、新製品の開発と同時に、その優位性を確保するための規格づくりが行われる。我が国の農水産物のような一次産品にはこのような考え方は導入されていないが、日本産農水産物がグローバルな展開を見せる中で、品質の優位性を担保するため

の試験方法の標準化は、それを利用した品質規格や取引ルールの策定とともに、今後、重要になってゆくと思われる。

謝辞

本取り組みを行うにあたり、JAS 原案の作成並びに試験法の妥当性評価などについてご助言いただいた（独）農林水産消費安全技術センターの皆様には感謝いたします。

参考文献

- 1) 太田静行, 西相子. 「魚の調理・加工ハンドブック」緑書房, 東京. 1988
- 2) 吉岡武也. 水産物の鮮度判定. 「新水産ハンドブック」(島一雄ほか編) 講談社, 東京. 2012;400
- 3) Saito, T., et al., A new method for estimating the freshness of fish. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 1959, 24 (9), p. 749-750
- 4) 小関聡美, 北上誠一, 加藤登, 新井健一, 魚介類の死後硬直と鮮度 (K 値) の変化, 東海大学紀要海洋学部, 2006, 4 (2), p 31-46
- 5) Martinsdottir E. Schelvis R. Hyldig G. Sveinsdottir K., Sensory evaluation of seafood : methods. *Fiehry Products*. Rehnbein H, Oehlenschlagor J (eds). Wiley-Blackwell, United Kingdom. 2009;425-443.
- 6) JAS 原案作成マニュアル (2019). 農林水産省食料産業局食品製造課基準認証室, 東京. 2019
- 7) 胡亜芹, 張佳琪, 蛭谷幸司, 今野久仁彦, 魚肉からの ATP 関連化合物抽出法の簡便化, 日水誌, 2013, 79 (2), p. 219-225
- 8) 分析法の妥当性確認に関するガイドライン (2019). 農林水産省, 東京. 2019
- 9) Horwitz, W., Protocol for the design, conduct and interpretation of method-performance studies, *Pure & Appl. Chem.*, 1995, 67 (2), p. 331-343
- 10) ISO 13528: 2005 (JIS Z8405: 2008) 試験所間比較による技能試験のための統計的方法
- 11) 魚類の鮮度 (K 値) 試験方法 - 高速液体クロマトグラフ法 (2022). 農林水産省, 東京. 2022

