

下関のふく通信 No. 13

発行：下関のふく共同研究機関

その十三 下関ふくのブランドを支える 習熟したふぐ処理師の技について

1. はじめに

わが国ではフグ毒による事故を防止することを目的として、フグについて食用に供することが可能な魚種とその部位、漁獲海域等を法律で規定しています。また、フグを重要魚種とする山口県でも、フグの取扱いを「ふぐの処理の規制に関する条例」の「販売と処理の制限」で極めて厳しく規制しています。これを背景として、古くからフグの集散基地を抱えている下関ではふぐ処理師の技に磨きがかかり、この習熟したプロの目利きの技が「フグの本場」というブランドを長年維持することに貢献しています。

習熟したふぐ処理師は、豊富な経験を基に身欠きの外観から即座に品質の程度を見積もっています。身欠きとは、丸フグ（獲れた状態のフグ）の皮を剥いで内臓などの有毒部位を除去したフグ肉を指します。この身欠き処理の過程については「ふく通信 No. 3 下関のふくを支える仲卸の目と腕」で解説していますので、興味のある方は是非こちらをご覧ください。

さて、このプロの目利きであるふぐ処理師は、身欠きの何処をどのように観て品質を評価しているのでしょうか。もし、習熟したふぐ処理師による身欠きの品質評価を解析してモデル化をすることができたら、身欠きの流通における



品質管理と安全性の確保に資するだけではなく、伝統的食文化と下関の「フグの本場」というブランドの維持に貢献することができると考えました。ここでは創業以来80余年となる下関の老舗ふぐ仲卸株式会社酒井商店の協力を得て、商店の習熟したふぐ処理師による身欠きの品質を観る技を解析した結果をご紹介します。

写真1 身欠き処理後のトラフグ
（提供：(株)酒井商店）

2. 技の解析方法

[実験方法]

実験では、先ず酒井商店の男性ふぐ処理師 2 名（共に経験年数 25 年以上）に身欠きを品質により計 5 段階（計 5 群）に評価・分類してもらいました。試料はフグの王様と呼ばれるトラフグ計 80 尾（各群 16 尾）、女王様と呼ばれるマフグ計 230 尾（各群 46 尾）で、共に天然物で同程度の体格の身欠きです。品質評価のカテゴリーは、第 1 群：非常に良い、第 2 群：良い、第 3 群：普通、第 4 群：やや劣る、第 5 群：劣る、としました。

品質評価後の身欠きの測定項目は体表の色彩^{※1}と魚肉鮮度 K 値としました。図 1 に色彩の測定点を示します。測定点は背部（行 L1 の部位）、体幹部と尾鰭（行 L2）、腹部（行 L3）と、頭部寄り（列 C1）、体央（列 C2）、尾鰭寄り（列 C3）、尾鰭（列 C4）の交点 8 点と腹腔（acL3-C1、acL3-C2）2 点の合計 10 点です。魚肉鮮度 K 値は水産物の一般的な生化学的鮮度指標として用いられているものです。これは生前の魚肉中にエネルギー源として存在する ATP（アデノシン三リン酸）が、死後急速に分解して HxR（イノシン）と Hx（ヒポキサンチン）が増加することに着目した指標です。一般に K 値は 5% 以下が即殺魚、20% 以下が生食可、20% から 60% の範囲では加熱調理をした方が良いという目安を与えます。

[解析方法]

ふぐ処理師の品質評価に身欠きの体表の色彩と魚肉鮮度がどのように反映しているかを統計的手法により解析します。具体的には、基本統計量の算出、評価群と身欠き処理後の経過時間を要因とする二元配置分散分析、および評価群を目的変数に、また色彩を説明変数とする判別分析を用いました。

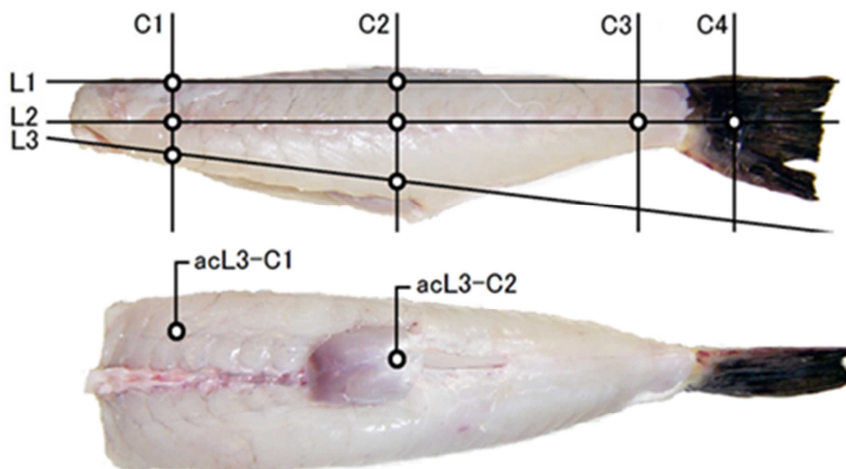


図 1 色彩の測定点

※1 色彩の表し方については文末に示す補足説明をご覧ください

3. 技の解析結果の概要

[身欠きの色彩]

表1にトラフグとマフグの試料入手後1時間経過時（身欠き処理後約7時間経過時）の色彩を示します。表1から、これらの身欠きの色彩は灰色をベースとしていることがわかります。また、尾鰭(L2-C4)を除くと、2魚種共に腹腔の尻鰭付近(acL3-C2)の色彩が他の部位とは異なっており、トラフグの方がマフグに比べると全体的に青みを帯びています。表1に示す色彩が、下関で身欠き処理をされた身欠きの標準的な色彩であると見なすことができます。よって、習熟したふぐ処理師の品質評価に各部位の色彩が反映すると仮定したら、これらの標準的な色彩を基準として鮮度が良いものや劣るものの色彩がどのような違いがあるかを確認すれば、プロの目利きの品質評価を再現できる可能性があると考えられます。因みに、この度のふぐ通信の話題ではありませんが、トラフグとマフグの身欠きのように魚種によって色彩の分布に特徴があるので、その特徴を押さえることで身欠き処理をしたフグ肉から魚種の鑑別が可能になると言えるでしょう。

表1 身欠きの色彩

測定点		トラフグ	マフグ
背部	L1-C1	灰色	灰色
	L1-C2	青みの灰色	青みの灰色
体幹部	L2-C1	灰色	灰色
	L2-C2	青みの灰色	灰色
	L2-C3	青みの灰色	灰色
尾鰭	L2-C4	暗い灰色	暗い灰色
腹部	L3-C1	青みの灰色	青みの灰色
	L3-C2	青みの灰色	灰色
腹腔	acL3-C1	青みの灰色	青みの灰色
	acL3-C2	紫みを帯びた赤みの灰色	紫みを帯びた赤みの灰色

[ふぐ処理師の品質評価と魚肉鮮度の関係]

図2に品質の評価群毎に纏めた試料入手後1時間経過時におけるトラフグとマフグの身欠きの魚肉鮮度K値の様子を表します。向かって左側がトラフグ、右側がマフグのK値の群平均です。図2から品質の最も良い第1群のK値が最も低く、逆に品質が最も劣る第5群のK値が最も高いこと、またふぐ処理師の品質評価には魚肉鮮度の程度が良好に反映しています。トラフグの品質評価では第5群のみが極端に高くなっていることに対して、マフグでは第4群（やや劣る）と第5群が高くなっていることがわかります。これはトラフグでもマフ

グでも基本は漁獲した段階から可能な限り活かして水揚げをされますが、競りの段階で生きていたもの“生き”と既に死んでいるもの“死に”が混じっています。また、魚価の違いによりトラフグの方がマフグより丁寧な扱いをされることも事実です。よって、今回の実験のふぐ処理師による品質評価では、トラフグの方がマフグより相対的に丁寧な扱いをされたものが多い状況で、ふぐ処理師は先ず身欠きの状態から“生き”と“死に”を見積もって仕分けた後、トラフグとマフグでは“生き”の良い試料を品質によりそれぞれ計4群と計3群に分類して順位付けを行い、さらにマフグでは“死に”の品質が劣る試料をその程度に応じて第4群と第5群に分類した様子が表れています。

以上のことから、習熟したふぐ処理師は身欠きの状態からその鮮度の程度を高い確度で見積もっていること、即ちふぐ処理師の技は経験の積み重ねにより培われた品質を観る貴重な技と見なすことができます。

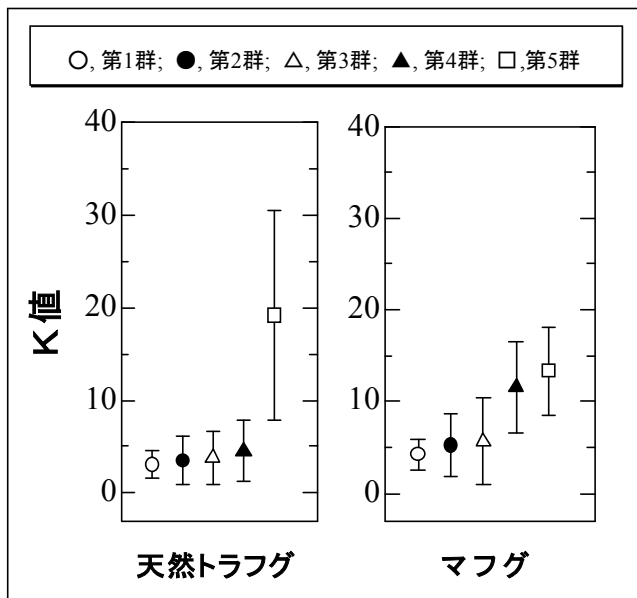


図2 評価群毎の身欠きのK値

[ふぐ処理師の目利きのポイント]

表2に統計解析の結果得たふぐ処理師の目利きのポイントを示します。表2における Δ とは、2点の測定点間の色彩の差を表します。表2からふぐ処理師の品質評価には身欠きの明度 L^* が反映していることが読み取れます。身欠きの明度 L^* とは、経時的な蛋白変成や乾燥の程度を表すもので、身欠きのみに関わらず鮮魚の品質の程度を表す重要な色彩の指標であると捉えています。

表中の計4個の色彩を説明変数に定めた判別分析とふぐ処理師による品質評価の結果とが一致した割合（判別率）はトラフグで71.7%、マフグで74.0%となりました。一致しなかった試料のほとんどが隣群への判定となりました。例えば、ふぐ処理師が試料の品質を第3群（普通）と評価したものが、判別分析では第2群（良い）、又は第4群（やや劣る）へと判定したケースです。よ

って、ふぐ処理師によるこれらの魚種の身欠きの品質評価は大体計4個程度の色彩を組み合わせることで再現が可能であることがわかります。なお、同じ4個の色彩を用いてファジィ推論^{※2}を行うと、的中率は90%以上に向上することを確認しています。習熟したふぐ処理師の目利きの技に関わらず、例えば経験を積んだ魚市場の競り人による鮮魚の外観評価も、だいたい計4個の体表の色彩を組み合わせることで再現が可能になると考えています。興味のある方は文献[1]と[2]をご参照下さい。入手が困難な場合には御一報を頂ければ対応させていただきます。

表2 ふぐ処理師の目利きのポイント

(a) トラフグ

測定点	色彩
背部 L1-C1	彩度 C^*_{ab}
体幹部 L2-C2	明度 L^*
腹腔 L3-C1	明度 L^*
体幹部－腹部間 (L2-C2)-(L3-C2)	色度差 Δb^*

(b) マフグ

測定点	色彩
体幹部 L2-C3	明度 L^*
腹腔 acL3-C1	彩度 C^*_{ab}
腹腔内 (acL3-C1)-(acL3-C2)	明度差 ΔL^*
背部－体幹部間 (L1-C1)-(L2-C1)	色度差 Δa^*

4. むすび

本ふぐ通信では下関市の老舗ふぐ仲卸のふぐ処理師、所謂「プロの目利き」による天然トラフグとマフグの身欠きについての品質評価を解析した結果を紹介しました。その内容は、習熟したふぐ処理師は高い確度で身欠きの外観から品質の程度（魚肉鮮度）を見積もって評価をしていること、またふぐ処理師が着目する計4個の身欠きの色彩を組み合わせることで、ふぐ処理師と同等な品質の推定が可能になることを示唆しました。

下関では古来よりフグ食文化が根付いており、これには長年にわたって魚市場やふぐ仲卸の皆さんが貢献してきました。その努力が実って、平成28年10月に「下関ふく」が水産物では初めて地理的表示保護制度（GI）で認定されました。「下関ふく」とは活魚で入荷した様々な産地のトラフグを活魚水槽や生け簀で「活かし込み」をして身質を引き締め、習熟したふぐ処理師により鮮度を損なうことなく身欠き処理がなされた身欠きを指します。この品質が保証さ

れた美味しい「下関ふく」を国内はもとより、海外へも展開していきたいと考えています。

今後も下関のふく共同研究機関の皆さんと共に、身欠きの外観からフグの魚種等を鑑別し（文献[3]）、同時に魚肉鮮度 K 値を推定する技術の確立やシステム開発を進めていきます。

本研究は革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）と JSPS 科研費（17K00359）の助成を受けたものです。

[1] 中村 誠、太田博光、鴻上健一郎、明田川雅子、徳永憲洋、前田俊道：フアジィ推論を用いたフグ類身欠きの熟練的品質評価モデル、知能と情報、Vol.26、No.4、pp.781-792（2014）

[2] 中村 誠、太田博光、渡邊敏晃、徳永憲洋、川口健太郎、前田俊道：習熟した競り人による鮮魚の品質評価モデル、人間工学、Vol.53、No.4、pp.107-115（2017）

[3] 中村 誠、川口健太郎、椎木友朗、高岡佑多、渡邊敏晃、太田博光：習熟したふぐ処理師によるフグ肉の肉眼鑑別モデル、人間工学、Vol.53、No.5、pp.147-156（2018）

（水産大学校：中村 誠）

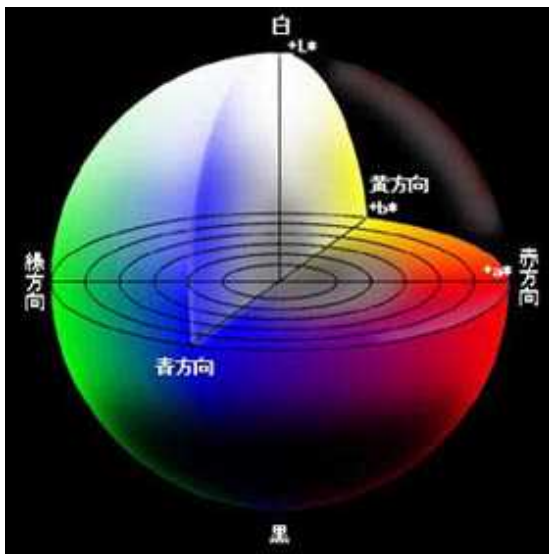


写真2 夫婦ふく提灯
（提供：（株）酒井商店）

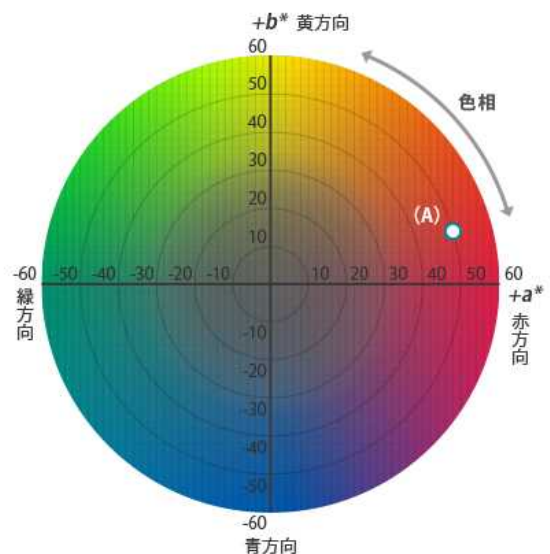
【※1 補足説明】 色彩の表し方（表色系）について

魚体体表の色彩の測定には国際照明委員会 (CIE) が 1976 年に定めた CIE1976L*a*b*表色系を用いました。日本では、JIS Z 8781-4(2013)がこれに準じています。この表色系は図3の図(a)に示しますように、z 軸を明度（明るさ）L*の軸に、また x 軸を緑方向から赤方向を表す色度（色合い）a*の軸、y 軸を

黄方向から青方向を表す色度 b^* の軸とした色空間内における座標で色彩を表すものです。各軸のスケールは、明度 L^* では $L^*=0$ が黒、 $L^*=50$ が灰色、 $L^*=100$ が白で 0~100 の数値で示され、色度 a^* では $a^*=+60$ が赤、 $a^*=-60$ が緑で +60~-60 で、同様に色度 b^* では $b^*=+60$ が黄、 $b^*=-60$ が青 +60~-60 の数値で示されます。例えば図 (b) の (A) 点の色彩は、明度 $L^*=50$ 、色度 $a^*=+45$ 、色度 $b^*=+15$ と表すことができます。因みに (A) 点における彩度 (鮮やかさ) C^*_{ab} は明度 L^* (z 軸) からの距離、 $C^*_{ab} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} = \sqrt{(+45)^2 + (+15)^2} \doteq 47.4$ で表すことができます。身欠きの色彩もこの $L^*a^*b^*$ 色空間を用いて表したものです。



(a) $L^*a^*b^*$ 色空間



(b) 明度 $L^*=50$ で切った断面図

図 3 CIE1976 $L^*a^*b^*$ 表色系の概要 (出典: コニカミノルタ (株): 色を読む話)

[※2 補足説明] ファジィ推論について

ファジィ (fuzzy) とは「曖昧 (あいまい)」という意味で、桃などの表皮にあるけば (fuzz) を語源としたものです。皮を剥く前の桃を目に近づけて見ると、その輪郭がぼやけて (曖昧に) 見えます。人間の感覚的な部分に相当する表現では、例えば気温については「暑い」と「寒い」の何れかに分けるのではなく、「ちょうどよい」とか「ちょっと暑い (又は、寒い)」などというように程度に差を持たせて使います。ファジィ推論とは、このように輪郭がはっきりしない曖昧なものに対して、1 か 0 かで答えを出すのではなくて、いろいろなルールを結合して 0.6 とか 0.2 とか言うように中間を認めて矛盾のない答えを導き出すための手法です。

お詫びと訂正

「下関のフク通信その六、第27回西日本フク研究会」の記事中の「5. 全国フグ調理師免許統一の経過報告」にある「全日本ふぐ連盟」は、「全国ふぐ連盟」の誤りでした。ご迷惑をおかけした関係者の皆様と通信をお読み下さったすべての皆様に深くお詫びし、訂正させていただきます。なお、「下関のフク通信その六」は訂正版に差し替えました。

(水産大学校：酒井治己)