

富山湾産ホタルイカの食品学的研究

Food Science Study on Firefly Squid from Toyama Bay

竹内 弘幸 中川 義久 寺島 晃也 水腰 咲恵
 TAKEUCHI Hiroyuki NAKAGAWA Yoshihisa TERASHIMA Teruya MIZUKOSHI Sakie

【要約】

富山湾産ホタルイカは、鮮度が高く旨味もあり、おいしいと一般に言われているが、科学的に調べたデータはほとんどない。そこで、富山湾産と富山県外産のボイルしたホタルイカについて、風味評価および成分分析を行った。風味評価では、県外産のホタルイカと比べて富山湾産のホタルイカで統計的に有意に高い評点を得た。1匹当たりの平均重量は、富山湾産のほうが、1.4倍高い値を示した。また、内臓重量およびその比率も富山湾産のほうが高い値を示した。脂質含量は、県外産に比べて富山湾産で高い値を示した。イカの旨味成分である AMP 含量は、県外産に比べて富山湾産で高い値を示した。鮮度指標 K 値は、富山湾産のほうが低い値を示し、県外産に比べて鮮度が高かったことが示された。本研究の結果から、富山湾産のボイルしたホタルイカは、風味的に優れており、内臓が大きく脂がのっていること、旨味成分が多く含まれており、鮮度も高いことが示された。

キーワード ホタルイカ、富山湾、旨味成分、風味評価、K 値

1. はじめに

ホタルイカ（学名：*Watasenis scintillans* (Berry, 1911)）は、胴体の長さが 5~7cm 程度の発光器を有する小型のイカである¹⁾。日本海全域と熊野灘以北の大西洋に分布している。富山湾で水揚げされる代表的な魚介類であり、ブリとシロエビとともに、富山県の「県のさかな」に指定されている。3月上旬から6月上旬にかけ、富山湾沿岸に産卵のために群遊してくることが知られている。富山湾では、毎年3月1日からホタルイカ漁が解禁され、5月中旬くらいまでが漁獲の最盛期であり、昔から伝わる定置網を使って、産卵後に深海へ戻るホタルイカを捕獲している。ホタルイカは、塩を加えた熱湯でボイルされ、酢みそなどを付けて食されることが多い。ボイルしたホタルイカは、鮮やかな桜色をしていることから桜煮とも呼ばれている。

これまで我々は、ホタルイカ健康機能について研究を行ってきた。ラットを用いた実験により、肝臓脂質の低下作用のあることを報告した。そのメカニズムを探るため、マイクロアレイを用いた遺伝子発現の解析を行った結果、ホタルイカ摂取により肝臓での脂肪合成能が抑制されることが示された²⁾。また、軽度から重度の脂肪肝であるヒト対象とした予備的試験により、ホタルイカを4週間摂取することで、6名中3名で脂肪肝の改善が観察されて

いる³⁾。なお、機能性成分の特定と大規模試験によるヒトにおける有効性の確認が今後の課題である。

富山湾で獲れるホタルイカは、身が大きく鮮度が高いことから人気が高く、高値で取引されている。底引き網ではなく定置網で漁を行うこと、漁場が近いことなどから、新鮮なホタルイカを得ることができると言われているが、科学的なデータは限られている。そこで、本研究では、富山湾産と県外産のボイルしたホタルイカについての風味比較評価を行った。また、鮮度や旨味成分量についても測定を行い、富山湾産ホタルイカの特徴について、食品学的に明らかにすることを目的に実験を実施した。

2. 方法

2-1. 風味評価

風味評価は、開催場所によるバイアスを避けるため愛知県内にて 2017 年 3 月に実施した。風味評価に用いた富山県外産（以下県外産と略）および富山湾産のボイルしたホタルイカは、愛知県内のスーパーにて入手した。一般の成人 24 名（50 歳代中心うち女性 9 名）にサンプルを試食してもらい、①見た目、②匂い、③味、④食感、⑤旨味、⑥総合評価について、5 点満点で評価を依頼した。サンプル名は伏せ、試食順序はランダムになるようにした。試食後、2 つのサンプルについて、全体的なコメントを自由に記述してもらった。

2-2. 総重量および内臓重量の測定

2017 年 3 月に、約 90g 入りの県外産（風味評価に用いたサンプルと同県産）と富山湾産のボイルしたホタルイカを各 1 パック入手して、固体の総重量および内臓重量を測定した。県外産パックには 22 匹が、富山湾産パックには 15 匹のホタルイカが入っていた。固体の総重量は、一匹ずつ測定し、内臓重量は、すべての固体の内臓を採取した後、内臓の合計重量を測定した。

2-3. 成分分析

2017 年 3 月、4 月および 5 月に愛知県のスーパーで入手した県外産（風味評価に用いたサンプルと同県産）および富山湾産のボイルしたホタルイカをサンプルとした。サンプルは、真空凍結乾燥法により乾燥した後、分析されるまで -80°C で保存した。乾燥前と乾燥後の重量から、水分量を求めた。タンパク質は、ケルダール法により窒素含量を測定した後、窒素タンパク換算係数は 6.25 を用いてたんぱく質量を求めた。脂質量は、ソックスレー法により脂質を抽出した後、重量を測定することで求めた。炭水化物量は、トリクロロ酢酸で抽出後、抽出液の全糖をアンスロン硫酸法によりブドウ糖として定量した。灰分は、 550°C で 6 時間灰化した後、重量を測定した。

アデノシンーリン酸（AMP）量および K 値の測定は、液体クロマトグラフィー法により測定した。K 値は、低いほど鮮度が高いことを示す指標値である。試料に 10%W/V トリクロロ酢酸を加えホモジナイズし、遠心処理により上澄みを得た。次に 5%W/V トリクロロ酢

酸を加え同様の操作を繰り返し行った。0.45 μm のフィルターでろ過し試験溶液とした。抽出は容器を氷水で冷やし、低温を維持しながら行った。液体クロマトグラフは Waters 社製の Alliance e2695 を、カラムは信和化工社製の STR ODS-II を用いた。移動相は、100mM リン酸(トリエチルアンモニウム)緩衝液:アセトニトリル(100:1)を用い、流量 1ml/min、温度 30 $^{\circ}\text{C}$ 、測定波長 260nm の条件により測定した。

2-4. 統計処理

風味評価結果および固体の総重量は、平均値 \pm 標準偏差で示した。風味評価結果および固体の総重量について、県外産と富山湾産との比較を Student's *t*-test によって行った。危険率 5%未満で有意差ありとした。

3. 結果

県外産と富山湾産のボイルしたホタルイカについて、風味評価の結果を表 1 に示した。見た目、匂い、味、食感および旨味において、県外産に比べて富山湾産ホタルイカの評価は、有意に高い値を示した。総合評価の結果においても、県外産に比べて富山湾産ホタルイカの点数は、有意に高かった。自由記述においては、富山湾産ホタルイカについては、「ふっくらしていて味もかみしめるほどにうまくなる」、「内臓の量が多く味が良い」、「見た感じがいい。ほりがある」というコメントがあった。しかしながら、「大きさはよいが味が無い」、「くさみが気になる」といったネガティブなコメントもあった。県外産ホタルイカについては、「小ぶりだけど旨味があった」、「イカの味がしておいしかった」とのコメントがあった。その一方で、「味が落ちる」、「見た目が悪い」とのコメントもあった。

表 1. ボイルしたホタルイカの風味評価結果¹

評価項目	県外産	富山湾産	p値 ²
見た目	3.17 \pm 1.01	4.42 \pm 0.72	0.01 未満
匂い	3.17 \pm 0.76	4.00 \pm 0.78	0.01 未満
味	3.33 \pm 1.05	4.25 \pm 0.90	0.01 未満
食感	3.25 \pm 0.94	4.04 \pm 0.86	0.01 未満
旨味	3.33 \pm 0.76	4.00 \pm 0.88	0.01 未満
総合評価	3.17 \pm 0.96	4.25 \pm 0.79	0.01 未満

¹5 点満点評価 (n=24)

²県外産と富山湾産との比較 (t-test)

ボイルしたホタルイカの総重量および内臓重量比 (%) を表 2 に示した。県外産に比べて富山湾産のほうが平均総重量は、有意に大きな値を示し、県外産の 1.4 倍であった。富山湾産の内臓重量は 2.15g であり、県外産の 1.05g と比較すると 2 倍以上高い値であった。内臓重量の比率では、県外産が 25.2% に対して、富山湾産ホタルイカは 37.0% と高い値を示した。

表 2. ボイルしたホタルイカの重量 (g) および内臓重量比 (%)¹

項目	県外産	富山湾産	p 値 ²
平均総重量 ³	4.15 ± 0.50	5.81 ± 0.58	0.01 未満
平均内臓重量 ⁴	1.05	2.15	—
内臓重量比 ⁴	25.2	37.0	—

¹ 約 90g のサンプル (1 パック) を測定

² 県外産と富山湾産との比較 (t-test)

³ 平均値 ± 標準偏差 (県外産 : n=22、富山湾産 : n=15)

⁴ n=1、1 パック内のホタルイカの内臓重量はまとめて測定

ボイルしたホタルイカのたんぱく質、脂質、炭水化物および灰分の成分値を月別に表 3 に示した。ホタルイカ中には、水分が 80% 近く含まれており、次いでたんぱく質が多く含まれていた。炭水化物含量は、1g 以下であった。県外産においては、3 月から 5 月にかけてたんぱく質が増加し、灰分や脂質量は低下する傾向にあった。それに対して、富山湾産ホタルイカは、3 月から 5 月にかけて脂質が増加する傾向にあり、灰分や水分が低下する傾向にあった。県外産と富山湾産を比較すると、たんぱく質量は県外産のほうが高い値を示し、脂質は富山湾産のほうが高い値を示した。

表 3. ボイルしたホタルイカのたんぱく質、脂質、炭水化物、灰分および水分量 (g/100g)¹

項目	県外産			富山湾産		
	3 月	4 月	5 月	3 月	4 月	5 月
たんぱく質	15.4	15.6	15.9	14.8	14.5	14.7
脂質	4.7	4.0	4.0	5.6	7.0	7.3
炭水化物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
灰分	1.9	1.6	1.4	1.9	1.4	1.4
水分	77.3	77.7	77.9	76.8	76.1	75.8

¹ n=1

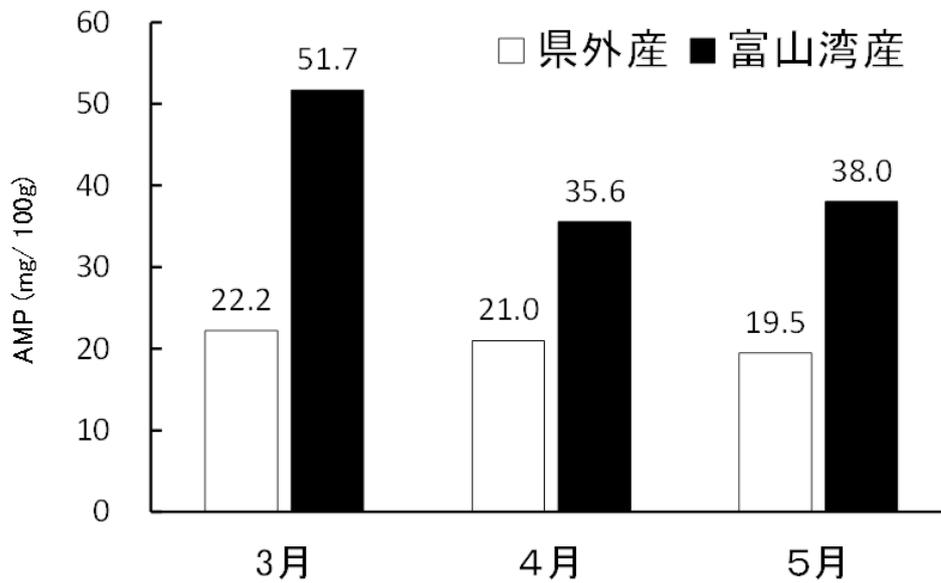


図1. ボイルしたホタルイカの AMP 含有量(旨味成分、n = 1)

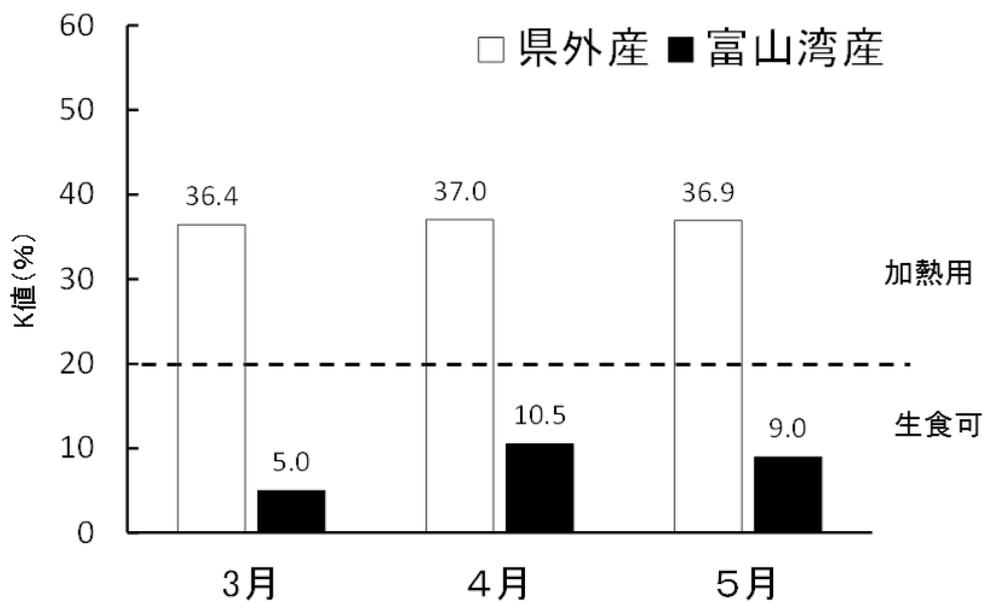


図2. ボイルしたホタルイカの K 値(鮮度の指標、n = 1)

ボイルしたホタルイカ中の旨味成分である AMP 含有量を図 1 に示した。富山湾産ホタルイカの AMP 含有量は、県外産に比べて 3 月では 2.3 倍、4 月では 1.7 倍、5 月では 1.9 倍といずれの月も高い値であった。月別では、4 月および 5 月よりも、3 月のほうが AMP 量は高い値を示した。

ボイルしたホタルイカの K 値を図 2 に示した。県外産ホタルイカの K 値は、いずれの月も 20% を超えていたが、富山湾産の K 値はすべて 20% 以下であった。富山湾産ホタルイカでは、3 月の値が 4 月や 5 月の値よりも低かったが、県外産では月による変化はほとんどなかった。

4. 考察

風味評価を実施した結果、県外産に比べて富山湾産のボイルしたホタルイカにおいて、見た目、匂い、味、食感、旨味および総合的な風味の点で、いずれも優れていることが示された。県外産ホタルイカの評点は、いずれも 3 点以上であり、自由記述からもおいしいという評価があったことから、県外産ホタルイカもおいしいと評価はされているが、富山湾産ホタルイカがさらにおいしいという評価を得たと考えられる。

富山湾産ホタルイカの総重量は、県外産の 1.4 倍も高い値であった。内臓重量は、2 倍以上もの違いがあり、富山湾産ホタルイカは大きくて、内臓は大きいことが確認できた。奥谷ら⁴⁾は、富山県、福井県および兵庫県で漁獲されたホタルイカの胴長を測定した結果、富山湾で獲れたもののほうが、若狭湾や兵庫県沖で獲れたものよりも大きいことを報告している。富山湾産ホタルイカが、大きいことについての理由はよくわかっていないが、海域による餌の量や質、水温の違いが原因ではないかと考えられている。成分を比較すると、脂質量が大きく異なっており、月を追うごとにその差は大きくなる傾向にあった。5 月に獲れた富山湾産ホタルイカの脂質含量は、県外産の 1.8 倍であった。川崎ら⁵⁾は、富山湾産ホタルイカの肝臓脂質について分析を行った結果、肝臓中には平均で 37.3% の脂質が含まれており、主成分はトリアシルグリセロールであることを報告している。脂肪酸としては、オレイン酸、イコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸などが多く含まれる^{5,6)}。富山湾産ホタルイカは、脂質が多く含まれる肝臓が大きく、その結果、脂質含量が多くなったと考えられる。

食品の代表的な旨味成分としては、アミノ酸系旨味成分のグルタミン酸や核酸系の旨味成分であるイノシン酸 (IMP) などがある。魚介や肉類、特にかつお節などは、死後 ATP が $ADP \rightarrow AMP \rightarrow IMP$ と分解され、IMP が蓄積することで旨味が増す。しかしながら、イカやタコは、AMP の分解酵素を持たないために、IMP ではなく AMP が蓄積し、これがイカの旨味成分の一つであると言われている⁷⁾。そこで、今回はボイルしたホタルイカの AMP 量を測定した。その結果、富山湾産ホタルイカの AMP 量は、県外産に比べて多いことが示された。富山湾産ホタルイカが、県外産に比べて旨味の点で風味評価の点数が高かった理由は、AMP 量の違いが要因の一つとして考えられる。

富山湾産ホタルイカは鮮度が高いと言われていることから、鮮度の指標である K 値についても県外産と比較を行った。魚種によって異なるが、一般に K 値が 20%以下であれば鮮度が高く生食用に、20~50%では加熱用に向いており、60%を超えたものは食用として向かないとされている⁸⁾。今回の測定結果では、富山湾産ホタルイカの K 値は、いずれも 20%を大きく下回っており、非常に鮮度が高いことが示された。魚介類においては、鮮度が非常に重要であることから、風味評価で高得点が得られたのは、鮮度によるところが大きいと考えられる。富山湾産ホタルイカは、産卵のために湾内に入ってきたホタルイカを定置網で生け捕りにして漁獲しているのに対して、県外産ホタルイカは底引き網を用いて漁を行っている⁴⁾。富山湾の漁場は、沿岸から近いこともあり、捕獲されたホタルイカはすぐに漁港に水揚げされる。これらのことが、富山湾産ホタルイカの鮮度が高いことと関係していると考えられる。

以上の結果から、富山湾産のボイルしたホタルイカは、県外産のものよりも大型で、内臓が大きく脂がのっており、旨味成分も多く鮮度が高いことが示された。これらのことが、風味評価で好評価を得た主な要因と考えられた。

参考文献

- 1) 富山県食品研究所, ほたるいか・桜煮, とやまの特産物, p.31 (2003).
- 2) Takeuchi, H., Morita, R., Shirai, Y., Nakagawa, Y., Terashima, T., Ushikubo, S., Matsuo, T. : Lowering effect of firefly squid powder on triacylglycerol content and glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in rat liver, *Journal of Oleo Science* **63**, 1293-1301 (2014).
- 3) 竹内弘幸, ホタルイカの健康機能性について, *JATAFF* ジャーナル **3**, 15-19 (2015).
- 4) 林清志, ホタルイカの資源、ホタルイカの素顔 (奥谷喬司編) pp.59-84, 東海大学出版, 東京 (2000).
- 5) 川崎賢一, 大泉徹, 林あ清志, 富山湾産ホタルイカの肝臓脂質, *Bull. Toyama Pre. Fish. Exp. Stn.* **4**, 57-59 (1993).
- 6) 富山県食品研究所, ほたるいか・桜煮, とやまの特産物, p.118 (2003).
- 7) 福家眞也, 第 6 章 各種の味の性質, 食品と味(伏木亨編), pp.155-185, 光琳, 東京(2003).
- 8) 伊佐隆, 第 22 章動物性食品, 食品学-食品成分と機能性第 2 版-, pp.213-243, 東京化学同人 (2008).