

## ナシフグを含むフグ類4種の栄養成分

大山憲一<sup>1</sup>, 大西茂彦<sup>2</sup>

Nutritive Components of Four Species of Wild Puffer Fish, including *Takifugu radiatus*

Kenichi OYAMA<sup>1</sup> and Shigehiko ONISHI<sup>2</sup>

To obtain basic information about the taste components of *Takifugu radiatus*, we analyzed nutritive components from four species of wild puffer fish, including *T. radiatus*. *T. radiatus* contained a high concentration of glycine, known as a sweet amino acid, but low concentrations of other sweet and umami amino acids. The total protein level in *T. radiatus* was comparatively high, and it had low levels of total free amino acids, anserine, carnosine, and inosinic acid. Compared with other species, the ocellate puffer, *Takifugu rubripes*, had low protein levels but contained higher levels of umami amino acids, especially anserine.

キーワード：ナシフグ，栄養成分，呈味，遊離アミノ酸

フグ科トラフグ属のナシフグ *Takifugu radiatus* は、瀬戸内海・九州西岸から東シナ海・黄海に分布する全長約 20 cm の小型のフグである<sup>1)</sup>。日本産のナシフグの筋肉は、食用上無毒と考えて差し支えない<sup>2)</sup>とされてきたが、韓国産輸入ナシフグの食中毒が相次いで発生したことをきっかけとし、1993年に全国で販売禁止措置がとられた<sup>3)</sup>。現在では限定された海域で漁獲され、集荷搬送・処理の方法等が適切に行われるものに限り、販売等が認められる食品として取り扱うこととされ、1995年に有明海および橘湾、1998年に香川県および岡山県の瀬戸内海産のナシフグの販売等がそれぞれ解禁されている<sup>4-5)</sup>。

香川農林水産統計によると、ナシフグを含む香川県のフグ類の2005～2009年の年間漁獲量は229～315 t、年間漁業生産金額は147～594百万円であった<sup>6)</sup>。同期間におけるナシフグ産地証明書扱い実績報告書において報告された本県のナシフグ取扱い数量は年間81～157 tであった(香川県農政水産部水産課資料)。これは、本県で漁獲されるフグ類の36～52%を占め、ナシフグはトラフグ *Takifugu rubripes* とな

らび重要なフグ類であることが伺える。一方、販売面においては香川県漁業協同組合連合会が他県産のナシフグとの差別化を図るため、本県内で漁獲されたナシフグを「讃岐でんぶく」とする商標登録を2010年に取得し、販売促進・消費拡大に努めている<sup>7)</sup>。また、2012年3月に「東京都ふぐの取扱い規制条例」が改正され(<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/shokuhin/hugu/kaisei.html>)、本県で生産したフグ加工製品類の販売、調理・加工をふぐ調理師以外の人でも都内でできるようになり、今後首都圏でのナシフグの消費拡大が期待される。

呈味物質とは味覚を刺激する物質で、われわれが食物を摂取する際にその嗜好性を決める一因子である<sup>8)</sup>が、ナシフグはトラフグの代替用の味のよいフグ<sup>9)</sup>程度の認識しかされておらず、その呈味を科学的に評価した報告はほとんどない。そこで本報では、ナシフグの呈味に関する基礎的な知見を得ることを目的に、フグ類4種の呈味成分を含む栄養成分を分析し、比較を行ったので報告する。

<sup>1</sup> 香川県赤潮研究所

<sup>2</sup> 香川県産業技術センター食品研究所

## 材料および方法

試料は香川県海域で漁獲された天然のナシフグ、トラフグ、シマフグ *Takifugu xanthopterus* およびシロサバフグ *Lagocephalus wheeleri* を用いた。ナシフグおよびトラフグは、2011年4~5月の間に香川県高松市沖の備讃瀬戸で袋まち網漁業によって漁獲されたもので、加工施設において皮をはぎ、内臓除去等の処理作業後、冷凍保存されたものを購入した。ナシフグの剥き身重量は1.42 kg (複数尾)、トラフグの剥き身重量は0.86 kg (1尾)であった。シマフグは2011年11月16日に1尾 (全長27.0 cm, 体重395 g)、シロサバフグは2011年10月13日に1尾 (全長24.7 cm, 体重291 g) および同年同月27日に1尾 (全長26.6 cm, 体重383 g)、それぞれ香川県さぬき市沖の播磨灘で流しさし網漁業によって漁獲されたもので、漁獲後に皮をはぎ、内臓除去等の処理作業を行い、分析まで冷凍保存した。

試料解凍後、背骨等を除去して筋肉を切り出し、魚種ごとにプールして筋肉約200 gを採取し分析に供した。一般成分は、水分を常圧加熱乾燥法、粗タンパク質をケルダール法で測定した全窒素に6.25を乗じる方法、粗脂肪をジエチルエーテルによるソックスレー抽出法、粗灰分を灰化(550°C)法により測定した。炭水化物は水分、タンパク質、脂質および灰分の合計を100 gから差し引いて求めた。エネルギーはエネルギー換算係数を乗じて算出した。

主要遊離アミノ酸17種、タウリン(Tau)、アンモニア(NH<sub>3</sub>)、ジペプチドのアンセリン(Ans)とカルノシン(Car)の抽出は、新・食品分析法の還流抽出法<sup>10)</sup>を一部改変して行った。すなわち、試料約5 gを75%エタノールで3回還流抽出し、濃縮乾固後、0.02N HClに溶解させたものをオルトフタルアルデヒド法により測定した。アミノ酸自動分析は日立製作所製L-6000を使用した。核酸関連化合物のイノシン酸(IMP)の抽出は、以下の方法で行った。試料約2 gに10%過塩素酸10 mLを加え、氷冷下でホモジェナイズした。

10,000 rpm, 10 分間遠心分離後、上清を30 mL 容キャップ付き遠心チューブに回収した。回収した上清に、10N KOH を1.5 mL 加え、10,000 rpm, 10 分間遠心分離した。上清を蒸留水で25 mL に定容したものを分析に供した。抽出物は逆相カラムで分離し、IMP を260 nm で検出した。IMP 分析は島津製作所製 ProminenceUFLC を使用した。無機質の亜鉛(Zn)は灰分測定後の残渣を1N HClに溶解・定容し、原子吸光法により測定した。原子吸光光度計は島津製作所製 AA-6200 を使用した。

## 結果および考察

一般成分の分析結果を Table 1 に示す。ナシフグの水分含量は78.0 g/100 g で、供試したフグ類中最も低かった。逆にタンパク質含量とエネルギーは最も高く、それぞれ20.2 g/100 g, 84 kcal/100 g であった。脂肪、灰分は4種ともに大差なかった。フグ類の筋肉の一般成分についてはいくつかの報告があり、トラフグ<sup>11)</sup>のほかヒガンフグ *Takifugu pardalis*<sup>12)</sup>、マフグ *Takifugu porphyreus*<sup>13)</sup>などで分析されている(Table 1)。これら文献値も含め、フグ類の筋肉の一般成分の傾向として、トラフグの水分含量は他種より高くタンパク質含量は低いこと、トラフグを除く他種の一般成分に大差はないことが認められた。

主要遊離アミノ酸、Tau, NH<sub>3</sub>, Ans, Car, IMP および Zn の分析結果を Table 2 に示す。各成分について魚種ごとに比較すると、ナシフグは甘味アミノ酸のグリシン(Gly)含量が4魚種の中で最も高く、16.9 mg/100 g であった。また、主要遊離アミノ酸合計値に占める Gly の割合もナシフグ17.0%、トラフグ9.9%、シマフグ10.9%、シロサバフグ8.2%と本種が最も高かった。一方、Gly 以外の甘味アミノ酸のプロリン(Pro)、シスチン(Cys)の2種、うま味アミノ酸のグルタミン酸(Glu)、苦味アミノ酸のバリン(Val)、メチオニン(Met)、アルギニン(Arg)の3種、イソロイシン(Ile)およびロイシン(Leu)の計8種の含量は、ナシフグが最も低かつ

Table 1 Proximate muscle composition in four species of wild puffer fish and the same composition in three species of wild puffer fish cited from literature

	Analyzed samples				Literature data*		
	<i>Takifugu radiatus</i> (Nashitfugu)	<i>Takifugu rubripes</i> (Torafugu)	<i>Takifugu xanthopterus</i> (Shimafugu)	<i>Lagocephalus wheeleri</i> (Shirosabafugu)	<i>T. rubripes</i> <sup>11)</sup> (Torafugu)	<i>Takifugu pardalis</i> <sup>12)</sup> (Higanfugu)	<i>Takifugu porphyreus</i> <sup>13)</sup> (Mafugu)
Moisture (g/100 g)	78.0	80.1	78.5	78.3	78.9 ± 0.8	77.0 ± 0.8	79.3
Crude protein (g/100 g)	20.2	18.0	20.0	20.0	16.5 ± 1.1	20.8 ± 0.3	18.9
Crude lipid (g/100 g)	0.3	0.4	0.2	0.3	0.7 ± 0.1	0.37 ± 0.12	0.4
Carbohydrate (g/100 g)	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5 ± 0.6	0.46**	Tr
Crude ash (g/100 g)	1.5	1.5	1.3	1.4	1.4 ± 0.1	1.37 ± 0.01	1.4
Energy (kcal/100 g)	84	76	82	83	82**	88**	84

For *T. radiatus*, samples from more than one fish were pooled and analyzed collectively. One sample of each of *T. rubripes* and *T. xanthopterus* was analyzed. Samples of two specimens of *L. wheeleri* were pooled and analyzed collectively. Japanese name is given in parentheses. \*Data are cited from literature<sup>11-13)</sup>. \*\*Each of value was calculated from literature data.

た。主要遊離アミノ酸合計値もナシフグが最も低く 99.4 mg/100 g であった。フグ類の遊離アミノ酸含量に関する報告はいくつかあり、トラフグ<sup>11)</sup>、コモンフグ *Takifugu poecilonotus*<sup>14)</sup>などで分析されている (Table 2)。トラフグについて、本研究と文献の遊離アミノ酸含量は概ね同様の傾向であったが、Gly 含量は文献値が約 2 倍高かった。コモンフグは文献値のみであるが、他のフグ類に比べて遊離アミノ酸含量は全般に高く、主要遊離アミノ酸合計値では 2~3 倍高い値であった。これは魚種による含量の違いもあるだろうが、漁獲から分析までの処理時間や処理方法の違いも測定値に少なからず影響を及ぼしていると思われた。

ナシフグから Ans と Car は検出されなかったのに対し、これらのトラフグの含量はそれぞれ 48.8 mg/100 g, 0.6 mg/100 g と供試した 4 種の中で最も高かった。特にトラフグの Ans は、今回測定した呈味成分の中でも突出して高かった。Ans はこくに関与するといわれており、トラフグと他のフグ類の呈味の差に大きな影響を及ぼしていると考えられた。うま味に関与する IMP はシマフグが最も高く、トラフグが最も低かった。

ナシフグの Zn 含量は 0.3 mg/100 g と 4 種の中では最も低く、最も高かったのはトラフグの 0.8 mg/100 g であった。Zn はヒトにとって必須金属であり、数多くの酵素の構成成分に重要な役割を演じているが、各種食品群の中でも魚介類の Zn 含量は高い部類に入る<sup>15)</sup>。二宮ら<sup>15)</sup>は日本人常用食品中の亜鉛含量を測定し、そのうち生の魚類 18 種の平均値を 0.75 mg/100 g と報告している。このことから、ナシフグおよびシマフグは常用される魚類の平均以下の含量であり、一方トラフグとシロサバフグは平均程度の Zn を含有していることが分かった。

本報では原則 1 回のサンプリングで試料を得、分析はプールして行った。このため、季節、年令、性別、個体差による変動は反映されておらず、今回得られたデータは対象魚種の一例と判断しておく必要がある。今後は検体数を増やして分

**Table 2** Free amino acid, dipeptide, inosinic acid, and zinc contents in the muscle of four species of wild puffer fish and the same component in the muscle of two species of wild puffer fish cited from literature

Nutrient component	Analyzed samples				Literature data*	
	<i>Takifugu radiatus</i> (Nashifugu)	<i>Takifugu rubripes</i> (Torafugu)	<i>Takifugu xanthopterus</i> (Shimafugu)	<i>Lagocephalus wheeleri</i> (Shirosabafugu)	<i>T. rubripes</i> <sup>(1)</sup> (Torafugu)	<i>Takifugu poecilnotus</i> <sup>(14)</sup> (Komonfugu)
Amino acid						
Asp	1.4	1.9	1.3	0.4	2.8	Tr
Thr	7.1	5.9	12.0	11.9	7.4	14
Ser	4.7	4.0	12.1	6.1	4.6	Tr
Glu	2.6	7.0	11.5	3.8	1.5	4.8
Pro	2.0	13.5	8.1	8.6	1.5	19
Gly	16.9	13.1	12.3	11.7	28.6	83
Ala	18.0	21.4	13.8	19.8	21.5	16
Cys	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	—
Val	1.2	4.6	1.7	3.3	2.6	2.3
Met	1.4	7.0	1.4	3.5	1.0	Tr
Ile	1.4	3.0	1.5	2.0	2.2	1.2
Leu	1.8	4.3	2.0	4.3	3.5	2.8
Tyr	1.9	2.2	1.2	4.4	1.8	1.3
Phe	1.1	1.4	0.8	1.7	1.8	2.3
Trp	—	—	—	—	0.8	1.0
His	1.1	3.7	0.7	2.8	1.0	Tr
Lys	29.6	28.6	22.8	34.0	22.1	137
Arg	7.0	11.8	9.2	24.8	7.2	22
Total amino acid	99.4	133.4	112.5	143.0	112.2	306.7
Tau	14.5	12.6	17.3	15.2	120.1	—
NH <sub>3</sub>	6.1	1.6	6.3	9.6	—	—
Dipeptide						
Ans	0.0	48.8	0.0	4.3	44.7	—
Car	0.0	0.6	0.0	0.4	—	—
Nucleic acid related substances						
IMP	140	91	190	170	—	—
Mineral						
Zn	0.3	0.8	0.4	0.7	0.7 ± 0.1	—

For *T. radiatus*, samples from more than one fish were pooled and analyzed collectively. One sample of each of *T. rubripes* and *T. xanthopterus* was analyzed. Samples of two specimens of *L. wheeleri* were pooled and analyzed collectively. Japanese name is given in parentheses. \*Data are cited from literature<sup>(1, 14)</sup>.

析し、統計的手法により解析を行いたい。ただ、トラフグにおいて筋肉の粗脂肪含量は低く肝臓に非常に高いこと、成長に伴う体成分の変動が少ないことが報告されており<sup>16)</sup>、フグ類の場合はブリやマダイほど筋肉中の栄養成分の変動を考慮する必要は低いと考えられる。また本報では、呈味成分として遊離アミノ酸、アンモニア、ジペプチド、核酸関連化合物を測定したが、呈味に影響を及ぼす成分として、他にも有機塩基、有機酸、無機塩などがあり、より詳しい呈味成分の把握のためには、これらの成分の評価も求められよう。

供試したフグ類 4 種の筋肉中の栄養成分の特徴を総括すると、ナシフグは甘味アミノ酸の Gly を豊富に含むが、他の甘味アミノ酸やうま味アミノ酸の含量は低く、タンパク質を比較的多く含む割には、トータルの遊離アミノ酸や Ans, Car, IMP は低かった。フグ類の中でも最高級とされるトラフグは、単位あたりのタンパク質含量は低いものの、ナシフグ、シマフグおよびシロサバフグに比べ呈味成分が豊富に含まれ、特にこくに関与する Ans 含量が高かった。以上のことから、ナシフグの呈味はトラフグを除くフグ類の中では平均的なものであり、唐揚げや鍋物用の手頃な価格のフグとして本種は位置付けられると考えられた。ナシフグの付加価値を高める方法として、一夜干しなどの加工処理を施すことにより呈味成分を高めたり NH<sub>3</sub> を減じることが考えられ、これらの技術開発について今後検討したい。

## 謝 辞

香川県漁業協同組合連合会の岡谷譲二氏、香川県水産試験場の中條昭夫氏、安部昌明氏には、試料の確保に協力していただいた。試料の分析には、香川県産業技術センター食品研究所の井上昌子氏、上枝加代子氏、久保和子氏、浅井貴子氏の協力をいただいた。香川県農政水産部水産課の榎野元秀氏には、香川県ナシフグ産地証明書扱い実績報告書のデータを

提供していただいた。香川県赤潮研究所岡市友利顧問には貴重なご意見をいただいた。本研究はさぬき海の幸販売促進事業（事務局：香川県漁業協同組合連合会）の一部によって行われた。記して感謝の意を表す。

## 文 献

- 1) 松浦啓一：1984. ナシフグ. 日本産魚類大図鑑（益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫編），東海大学出版会，東京，pp.349.
- 2) 橋本芳郎：1950. ナシフグの毒性. 日水誌, **16**, 43-45.
- 3) 道野英司：1993. フグの衛生確保対策について（ナシフグの販売等の禁止に際して）. 食品衛生研究, **43**(6), 15-22.
- 4) 梅田浩史：1997. 有明海および橘湾のナシフグの販売解禁について. 食品衛生研究, **47**(4), 73-86.
- 5) 中村優子：1999. 香川県および岡山県の瀬戸内海産ナシフグの販売等の解禁について. 食品衛生研究, **49**(2), 7-26.
- 6) 中国四国農政局高松地域センター：2012. 香川農林水産統計年報（平成 22～23 年）. 中国四国農政局統計部, 202-210.
- 7) さぬき海の幸販売促進協議会：2012. 平成 23 年度さぬき海の幸販売促進事業実績報告書. さぬき海の幸販売促進協議会, 35p.
- 8) 潮 秀樹：2010. 魚貝類の呈味成分と臭い成分. 水産利用化学の基礎（渡辺終五編），恒星社厚生閣，東京，pp.81.
- 9) 野口玉雄・赤枝 宏：1997. ナシフグの毒性について. 食衛誌, **38**, j1-j6.
- 10) 鈴木忠直：1997. 遊離アミノ酸測定用試料溶液調製法. 新・食品分析法，日本食品工学会・食品分析研究会編，光琳，東京，pp.499-504.
- 11) 西塔正孝・國崎直道：1998. 天然および養殖トラフグ筋肉の一般成分，脂肪酸組成，遊離アミノ酸，無機質および筋肉硬度について. 日水誌, **64**, 116-120.

- 12) 佐伯清子・熊谷 洋：1984. 10種の天然魚および養殖魚の一般成分の比較. 日水誌, **50**, 1551-1554.
- 13) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会：2011. 日本食品標準成分表 2010. 最新日本食品成分表 日本食品標準成分表 2010・アミノ酸成分表 2010・五訂増補脂肪酸成分表, 医歯薬出版株式会社, 東京, pp.168-169.
- 14) 伊藤啓二：1957. 水産動物筋肉エキスのアミノ酸組成-I. 日水誌, **23**, 497-500.
- 15) 二宮楠子・寺本敬子・堀口俊一：1986. 日本人常用食品中の亜鉛含有量. 日本栄養・食糧学会誌, **39**, 143-151.
- 16) 佐伯清子・熊谷 洋：1982. 天然および養殖トラフグの成長にともなう一般成分と無機成分の変動. 日水誌, **48**, 967-970.

## 要 旨

ナシフグの呈味に関する基礎的な知見を得ることを目的に、本種を含む4種のフグ類の栄養成分を分析した。ナシフグは甘味アミノ酸のグリシンを豊富に含むが、他の甘味アミノ酸やうま味アミノ酸の含量は低く、タンパク質を比較的多く含む割には、トータルの遊離アミノ酸やアンセリン、カルノシン、イノシン酸の含量は低かった。トラフグはタンパク質含量は低いものの、ナシフグ、シマフグおよびシロサバフグに比べ呈味成分が豊富に含まれ、特にこくに関与するアンセリン含量は圧倒的に高かった。