

加曽利貝塚で多く出土するイボキサゴのうま味成分や機能性成分に関する研究

石井 克枝（淑徳大学看護栄養学科）

1 はじめに

縄文時代の貝塚は日本列島には 2,500 箇所も発見されその約 25%が東京湾の千葉県下に集中していることが明らかにされている¹。さらに千葉市内は貝塚の分布密度が高く、世界最大の貝塚密集地帯であることが知られている²。その中でも若葉区に位置する加曽利貝塚は世界有数の集落遺跡として、特別史跡に指定されている。

加曽利貝塚は、集落を伴う「ムラ貝塚」として日本最大級であり、遺跡のほぼ全域と周辺の自然地形が保存されている。また、犬の骨が人間とともに埋葬されていることも大きな特徴とされている。

ところで、貝塚は貝殻だけでなく、獣や魚の骨などの形跡から当時の食生活形態を知る上で重要な研究対象となっている。加曽利貝塚周辺ではイノシシ、シカなどの陸獣類や貝類のアサリ、ハマグリ、シジミなどが食されていたと考えられている。それに加えて他の貝塚では発掘されていないイボキサゴという小さな巻貝が加曽利貝塚では貝層の約 80%以上を占めていることが報告されている³。アサリやハマグリなどの大きな貝類が採取できるにも関わらず、小さな貝のイボキサゴをなぜ 2,000 年にも渡り積極的に採取していたのだろうか。そしてこの小さなイボキサゴを食していたのだろうか、食していたとすればどのように食していたのだろうか。

そこで本研究では加曽利貝塚において出土する貝類の 80%を占めるイボキサゴの食品としての機能性や調理による変化を明らかにすることを目的とした。

2 方法

(1) 試料

イボキサゴは東京湾東側の木更津市にある盤洲干潟に生息している。加曽利貝塚博物館友の会の企画のイボキサゴ採取に同行し、2017 年と 2018 年 6 月初旬に盤洲干潟で採取したものを試料とした。2017 年に採取したものの保存は貝ごと冷凍保存をし、処理する際に解凍して用いた。イボキサゴの貝殻をハンマーで碎き生身を取り出し、試料とした。

2018 年 6 月に採取したものは、採取後、流水にて、洗浄し、砂やイボキサゴ以外の貝を排除したのち、試料調製まで - 80℃で保存した。生イボキサゴは解凍後、貝殻やごみなど除外し、貝殻を碎かずにピンセットを用いて身を抜いたものを試料とした（図 1）。



図 1 イボキサゴの身の試料調製

(2) 加熱抽出試料の調製

イボキサゴを貝殻ごと 1kg に同量の水 1L を加え、15 分間加熱した。加熱後、煮汁をペーパータオル

で濾過し、煮汁が加水量の半量の 500g になるまで煮詰めたものを加熱抽出試料とした。

(3) 測定項目

①イボキサゴの生身は三大栄養素のたんぱく質、脂質、炭水化物とミネラルとして鉄とカルシウムを測定に供した。さらに貝類に特異的なアミノ酸としてタウリンと食品中のコラーゲン含量の指標となるヒドロキシプロリンを測定した。それぞれの項目の測定は日本食品分析センターに委託した。

②他の貝類との比較：イボキサゴの生身に含まれるタウリンやヒドロキシプロリンの量をアサリやハマグリなどの貝類や魚介類との比較には日本食品標準成分表⁴に示された値と比較した。イボキサゴのエネルギー量についてはアサリとハマグリに用いられているエネルギー換算係数 (kcal/g)、すなわちたんぱく質は 4.22、炭水化物は 4.11、脂質は 9.41 を用いて算出した。

③イボキサゴ加熱抽出液は、貝類特有のうま味成分であるコハク酸、イノシン酸、グアニル酸および遊離グルタミン酸、アミノ酸の一種であるタウリン、ヒドロキシプロリンの測定を行った。それぞれの解析は、日本食品分析センターに委託して行った。

3 結果

(1) イボキサゴ生身の成分の特徴

イボキサゴの栄養素について 2017 年と 2018 年の 2 回にわたり採取し、測定した結果を表 1 に示した。炭水化物は 2.5 ～ 2.7 g、たんぱく質は 11.6 ～ 15.8g、脂質は 0.9 ～ 1.2 g であり、2018 年の測定値の方が大きい傾向があったが、ほぼ同様であった。炭水化物、たんぱく質、脂質の値から算出されるエネルギー量は 68 ～ 89kcal であり、アサリやハマグリのエネルギー量はそれぞれ 30kcal と 39kcal であり、イボキサゴは

1.7 ～ 3.0 倍と多い傾向であった。特にたんぱく質と鉄分が多く含まれている傾向であり、たんぱく質は 2 倍～ 2.5 倍、鉄は 3 ～ 8 倍であった。イボキサゴの鉄分がアサリやハマグリに比べて多いことについては、採取した木更津市にある盤洲干潟の砂に含まれる鉄分による可能性が考えられる。カルシウムについては、2017 年の測定において 1,410mg と多くなっているが、2018 年の測定では 62.9mg とアサリの含量とほぼ同じであった。この点に関してはイボキサゴの試料調製時に貝を砕き、身を取り出したことにより貝殻が試料調整時に混入がしたと考えられる。2018 年の試料は貝殻が混入しないように、貝を割らずにピンセットで身を取り出したことでより正確なカルシウムが測定できたと考える。

魚介類に多く含まれるアミノ酸としてタウリンを測定した結果を図 2 に示した。イボキサゴにはタウリンが 100g 中に 790mg 含まれており、他の魚介類に比べてみるとホタテが 827.7mg と最も多かったが、それに次ぐ量であり、アサリやハマグリの 2.3 ～ 3.5 倍と多く含まれ、イボキサゴはタウリンに富む貝であることがわかった。

表 1 イボキサゴの栄養成分等

栄養素 100g 当たり	イボキサゴ		アサリ*1 ハマグリ*1	
	2017年測定	2018年測定		
エネルギー (kcal)	68*2	89*2	30	39
炭水化物 (g)	2.5	2.7	0.4	1.8
たんぱく質 (g)	11.6	15.8	6.0	6.1
脂質 (g)	0.9	1.2	0.3	0.6
鉄 (mg)	14.5	16.8	3.8	2.1
カルシウム (mg)	1410	62.9	66	130
亜鉛 (mg)	1.95	1.7	1.0	1.7

* 1 : アサリ及びハマグリの各値は日本食品標準成分表⁴のデータである。

* 2 : イボキサゴのエネルギー換算係数 (kcal/g) はアサリやハマグリと同様に炭水化物は 4.11、たんぱく質は 4.22、脂質は 9.41 を用いた。

コラーゲンの含量の指標になるヒドロキシプロリンの測定値についても他の魚介類と比較してみたものを図3に示した。イボキサゴには100g中170mgとベニザケとともに最も多く含まれ、アサリやハマグリと比べると、約5倍多く含まれていることがわかった。

(2) イボキサゴの加熱抽出液中の成分の特徴

イボキサゴと同量の水を加え、加熱し15分間熱湯でエキスを抽出し、加水量の1/2までに詰めたものを試料とした。うま味成分としてコハク酸、イノシン酸、グアニル酸および遊離グルタミン酸と、特徴的成分としてアミノ酸の一種であるタウリン、ヒドロキシプロリンを測定した結果を生の身と比較して表2に示した。うま味成分のうちコハク酸は生の状態では今回測定していないが、イノシン酸、グアニル酸は生でも検出できず、加熱抽出液でも少なかった。また、生の状態で790gと多く含まれていたタウリンは加熱抽出液中には40mgと1/20になり、ヒドロキシプロリンは生で170mg含まれていたものが加熱抽出液には0.001mgとごくわずかであった。

4 考察

2年にわたり2回試料を採取し、一般成分として、たんぱく質、脂質、炭水化物、鉄、カルシウムを測定し、三大栄養素については、ほぼ信頼できる値であると考えられた。カルシウムについては試料調製時の貝殻の粉碎により影響したことがわかった。イボキサゴは巻貝であるために、身を貝殻から取り出すのに十分な注意が必要である。

生イボキサゴ中の鉄分は、2回の測定でほぼ同じ値となり成分分析の再現性が得られた。他の貝類と比較すると多く含まれているが、これがイボキサゴの特徴となるものか、木更津の干潟の砂に含まれる鉄分により影響されているのかについては、干潟の砂の成分測定が課題となった。

一方、イボキサゴ加熱抽出液では、アミノ酸の一種であるタウリン、ヒドロキシプロリンはわずかに検出される程度だった(表2)。これらのアミノ酸は加熱抽出できず、強酸性下で抽出可能なので、イボキサゴの身の中に相当量存在していることが示唆された。先行研究においてハマグリの中身の汁中の成分と加熱後の身の成分をみたものでは、汁中の総遊離アミノ酸量が5.04μg/mlに対し、身の総遊離アミノ酸量が239.8μg/mlと多くの遊離アミノ酸が身の方に存在していたと報告されている⁶。今後は加熱後のイボキサゴの身にうま味に関与する成分やタウリンやヒドロキシプロリン

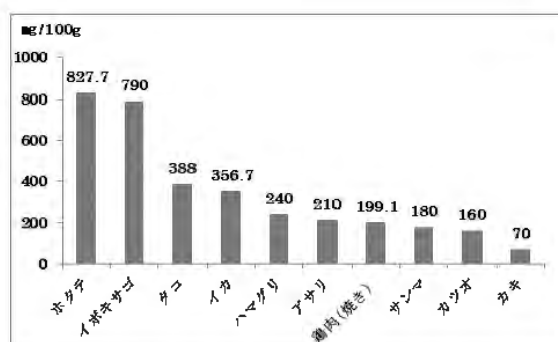


図2 イボキサゴと魚介類や肉中に含まれるタウリンの含有量の比較*1

*1: イボキサゴ以外の魚介類のタウリンの値は日本食品標準成分表⁴⁾による。

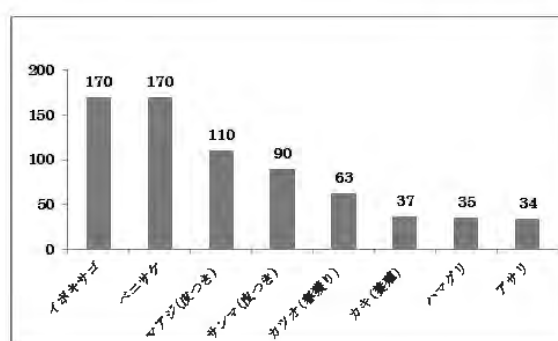


図3 イボキサゴと他の魚介類のヒドロキシプロリンの含有量の比較*2

*2: イボキサゴ以外の魚介類のヒドロキシプロリンの値は日本食品標準成分表⁴⁾による。

表2 イボキサゴの生身と加熱抽出液中の栄養素

栄養素 100g当たり	イボキサゴ 生身	イボキサゴ 加熱抽出液
コハク酸(mg)	未解析	50
イノシン(mg)	検出せず	2
グアニル酸(mg)	検出せず	1
遊離グルタミン酸(mg)	44	16
タウリン(mg)	790	40
ヒドロキシプロリン(mg)	170	0.001

の存在についても興味を持たれる。

これらの結果より、イボキサゴ中のタウリンとヒドロキシプロリンは加熱抽出液中にわずかに検出される程度であったことから、縄文人は生体機能を整えるためにイボキサゴを摂取していたということよりもうま味や塩味を加える調味食材として利用していたのではないかと考えられる。イボキサゴが 2,000 年に渡って積極的に摂取されていたのにも関わらず、弥生時代から利用が減少していったのは、海藻を使った塩造りが行われるようになったためであるとも考えられる⁶。

一方、イボキサゴの身を取り出し、干し貝にして摂取していたのではという考証も成り立ちうるが、本研究でイボキサゴの身をひとつひとつ取り出すのは非常に困難であるため、干し貝にすることは極めて効率が悪い摂取方法であると思われる。しかし、加熱後に干し貝にすることによる成分変化や保存性についても興味深い。

また、イボキサゴに含まれるタウリンは含硫アミノ酸であり、うつ血性心不全改善や肝炎改善、血中コレステロール低下といった作用などが報告⁷されており、ヒドロキシプロリンには表皮細胞増殖促進活性やコラーゲン合成促進活性などの作用が報告⁸されている。これらのことより、イボキサゴは機能性食品素材として縄文人に寄与していたとも考えられる。

しかし、イボキサゴの栄養成分や縄文人の食生活形態に関してまだ未解明な点が多くさらなる検討が必要である。そして、イボキサゴの機能性成分を利用するためには生イボキサゴ中の栄養成分の抽出方法や加熱抽出液中のうま味成分が冷凍による影響を受けるかなどの更なる検討を行うことが重要であると思われる。

謝辞

本研究は千葉大成氏（元淑徳大学）によるものであり、実験等に協力してくれた淑徳大学看護栄養学部栄養学科の池田優菜、江野澤美尋、三澤純奈、渡邊恵の学生諸子に御礼申し上げます。

引用文献

- 1 西野元 1995 千葉県内貝塚から見た地名表 千葉県文化財センター研究紀要 16 523-543 http://www.echiba.org/pdf/kiyo/kiyo_divi/kd016/kiyo_016_17.pdf (2018 年 6 月 22 日)
- 2 千葉市役所 千葉市：加曽利貝塚が特別史跡に！ <https://www.city.chiba.jp/kyoiku/shogaigakushu/bunkazai/kasorikaizuka/kasoritokubetusisekika.html> (2018 年 6 月 22 日)
- 3 西野雅人 1999 縄文中期の大型貝塚と生産活動 貝塚出土資料の分析・重要遺跡確認調査の成果と課題 2 千葉県文化財センター研究紀要 19 2 章 1 節 35-150
- 4 文部科学省 2015 日本食品標準成分表 2015 年版（7 訂）
- 5 山本由喜子・北尾典子 1993 はまぐり潮汁の遊離アミノ酸濃度と味覚に及ぼす加熱時間の影響 調理科学 26 214-217
- 6 日本海水：日本の塩造り 塩を知る https://www.nihonkaisui.co.jp/small_customer/learning_salt/Japanese_salt (2018 年 12 月 6 日)
- 7 阿部宏喜 2015 食物と健康の科学シリーズ魚介の科学 朝倉書店 p.120
- 8 フード・ペプチド：コラーゲンとコラーゲンペプチド <http://topics.foodpeptide.com/?eid=531194> (2018 年 6 月 22 日)