

播磨灘北西部海域で漁獲された マダコ触腕部の成分とテクスチャーの季節変化

萱野 泰久

Seasonal Variation in Body Constituents and the Texture of Common Octopus *Octopus vulgaris* Tentacles
from Northwestern Harima Nada in the Seto Inland Sea

Yasuhisa Kayano

マダコ *Octopus vulgaris* は、タコ目・マダコ科に属し、世界各地の熱帯・温帯海域に広く分布する¹⁾。わが国では青森県以南の太平洋岸及び日本海に分布し²⁾、瀬戸内海では、主にたこ一本釣り漁業、たこつば縄漁業、小型底びき網漁業等により漁獲される。岡山県沿岸域における2002年から2006年までの間のマダコ漁獲量は308~699 tを推移し、漁船漁業の主要魚種の一つとなっている³⁾。

本種は、酢だこ、煮物、寿司種、から揚げのほか、刺身あるいは生を薄切りにしてしゃぶしゃぶにする等、様々な形態で調理、食されている。漁獲量には季節変化があり、入荷量の多少により価格変動が生じる。また、魚介類では食味の良好な時期が価格に影響することもあり、体内に栄養成分が蓄積される時期が旬とされる。マダコ^{4,5)}のエキス成分についてはすでにいくつかの報告があるが、瀬戸内海産マダコの成分特性やその季節的な変化に関する知見は見当たらない。そこで、マダコ資源の一層の利用促進を図るため、本県産マダコを対象に、外部形態の計測と触腕部の成分並びにテクスチャーを計測し、食味の季節的な変化について明らかにしたので報告する。

材料と方法

供試魚と外部計測 2011年6月から2012年3月までの間に、播磨灘北西部に位置する岡山県瀬戸内市牛窓町地先で操業するたこつば縄漁業で漁獲されたマダコを、毎月1回購入し、形態学的測定と体成分分析に供した。

形態学的測定項目として、体重 (g)、内臓重量 (g) 及び生殖腺重量 (g) を、毎月3~6個体について計測し生殖腺熟度指数 (以下 GSI) を次式から求めた。

$GSI = \text{生殖腺重量} / (\text{体重} - (\text{内臓重量} + \text{生殖腺重$

$\text{量})) \times 100$

成分分析方法 外部計測を終えたマダコは、個体毎に触腕を採取し、-80℃で冷凍保存した。分析直前に自然解凍し、フードプロセッサーを用いて触腕をミンチ状にして成分分析に供した。分析は、各月の3~5個体の試料から採取した2~4 g (粗タンパク分析用は約1 g) の肉片について行った。

一般成分のうち、水分は計量後の試料を一昼夜湯煎で水分を蒸発させた後、105℃常圧加熱乾燥法により3時間加熱乾燥し定量した。粗タンパク質はケルダール法⁶⁾により窒素量を測定し、6.25を乗じて算出した。また、脂質はジエチルエーテルによるソックスレー抽出法⁶⁾により、灰分は600℃直接灰化法⁶⁾により求めた。

遊離アミノ酸分析は、各月3~5個体分の触腕から得た肉片を混合し、6、9及び1月の3月分について行った。なお、分析は(財)日本冷凍食品検査協会に依頼し、アミノ酸自動分析装置 (日本電子株式会社製、JLC-500/V) 及び高速液体クロマトグラフ分析装置 (日本分光株式会社製、875 UV) にて遊離アミノ酸分析を行った。すなわち、遊離アミノ酸は採取した試料に水とスルホサリチル酸を加え抽出後、pH 2.2に調整し、定容、ろ過、希釈し、試験溶液としてアミノ酸自動分析装置で分析を行った。トリプトファン及び核酸関連物質 (イノシン酸及びグアニル酸) は採取した試料に過塩素酸を加え、ホモジナイズ抽出後、水を加え、定容、ろ過、分取し、さらに、中和、ろ過後の試験溶液を高速液体クロマトグラフ法で分析した。

物性測定 月毎に3~5個体の触腕について、冷凍試料を自然解凍後、厚さ約6~9 mmの輪切りにし、レオメータ (YAMADEN 株式会社製、CREEP METER RE2-330058) でせん断力価 (テクスチャー) を計測した。プ

ランジャーは径3 mmを用い、1個体につき3か所で計測を行った。なお、テクスチャーの解析に当たり、咀嚼エネルギーの第1ピークを破断点とした。

統計処理 分析値は、月別の触腕成分等の差を比較検討するため、一元配置の分散分析を行い、有意差が認められた場合、さらに Tukey の多重比較検定を行った。

結果と考察

供試マダコの月別平均体重、生殖腺重量、及び生殖腺熟度指数を表1に示した。生殖腺熟度指数は0.44～13.82を推移し、9月と11月に高い個体があった。各月の測定個体数が少なく、雌雄別生殖腺熟度指数の月変化を詳細に検討することができなかったが、9月と11月に卵巣の発達した雌個体が確認された。備讃瀬戸における本種の生殖腺熟度指数は、8月中旬から9月中旬までの間が高く、その後一旦低下し、12月中旬以降、再び高まることが知られている⁷⁾。また、マダコの繁殖促進を目的に設置された産卵育成用のたこつば内の潜水観察結果によれば、産卵後間もない白色卵房やふ化の確認状況から、マダコの産卵期は概ね3月中旬から4月下旬と7月上旬から9月中旬の2期あり、産卵の盛期は9月上中旬と推察されている⁷⁾。さらに、兵庫県明淡地区では産卵期が4月から5月及び9月から10月⁸⁾とされ、本種の産卵期は比較的長期間にわたると推察される。

マダコの一般成分を表2に示した。各成分の平均値は、水分が81.1%、灰分が1.7%、粗タンパク質が15.6%、脂質が0.05%で、個体差と月変化が認められた。日本食品標準成分表⁹⁾によると、生マダコの一般成分は、水分が81.1%、灰分が1.7%、粗タンパク質が16.4%、脂質が0.7%とされ、脂質以外の成分はほぼ同じ値を示した。一方、本研究では脂質が調査期間を通じて0.1%以下と少なかった。このような結果の違いは、供試個体の由来や産地、あるいは採取時期等によるものと推察された。

次に、マダコ触腕部の水分及び粗タンパク質の月変化を図1及び2に示した。水分は77.9～86.1を推移し、月別平均値に有意差が認められた。すなわち、平均値は10月が84.5%と最も高く、7、8、2月より有意に高かった ($p < 0.05$)。また、傾向として水分は本種の産卵後に当たる10、11月に多く、産卵期に当たる7～9月と2、3月に81%以下となった。粗タンパク質は11.8～17.9%を推移したが、月別平均値に有意差は認められなかった。傾向として水分が多い10、11月に平均値が15%以下と低かった。水分と粗タンパク質の間には図3のとおり有意な負の相関がみられ ($r = -0.892$, $p < 0.01$)、水分の増加とともに粗タンパク質は減少した。

マダコ触腕部の月別遊離アミノ酸組成と核酸関連物質を表3に示した。分析の対象とした遊離アミノ酸18種の合計は307～329mg/100 gで、9月が最も多かった。どの

表1 供試マダコの外部計測結果

採取年月日	測定個体数	平均体重 ± 標準偏差 (g)	生殖腺重量 ± 標準偏差 (g)	生殖腺熟度指数*
2011/6/20	5	1290.4 ± 155.9	20.8 ± 5.8	1.25～2.14
2011/7/19	3	1159.3 ± 25.4	15.0 ± 2.7	1.30～1.69
2011/8/9	5	1022.8 ± 184.5	15.7 ± 13.1	0.71～3.36
2011/9/7	6	1019.0 ± 225.4	35.3 ± 36.9	0.77～13.82
2011/10/14	6	768.6 ± 153.4	7.6 ± 5.3	0.44～1.85
2011/11/30	5	909.6 ± 157.4	24.8 ± 34.2	0.60～13.30
2012/1/11	5	822.2 ± 63.3	15.2 ± 3.3	1.28～2.91
2012/2/13	6	934.8 ± 62.6	21.5 ± 4.6	1.89～3.59
2012/3/12	5	830.8 ± 152.8	16.3 ± 4.7	1.31～2.59

*生殖腺熟度指数 = 生殖腺重量 / (体重 - (内臓重量 + 生殖腺重量)) × 100

表2 マダコの一般成分

項 目	水 分	灰 分	粗タンパク	脂 質
試料数 (個体)	27	20	28	20
データ範囲 (%)	77.9～86.1	1.6～2.0	11.8～17.9	0.02～0.1
平均 ± 標準偏差 (%)	81.1 ± 1.85	1.8 ± 0.10	15.7 ± 1.51	0.05 ± 0.02

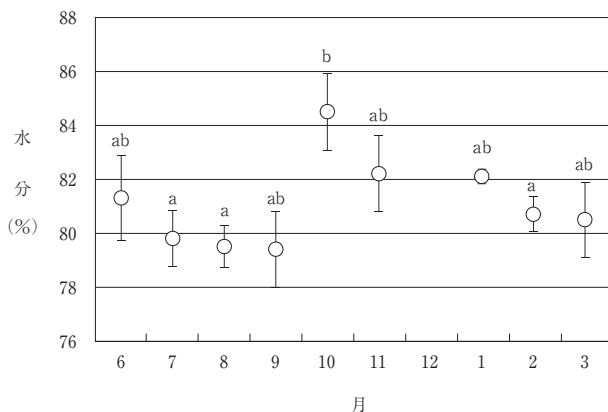


図1 マダコ触腕部の水分の月変化 (平均値±標準偏差)同一アルファベット間には有意差なし($p>0.05$)

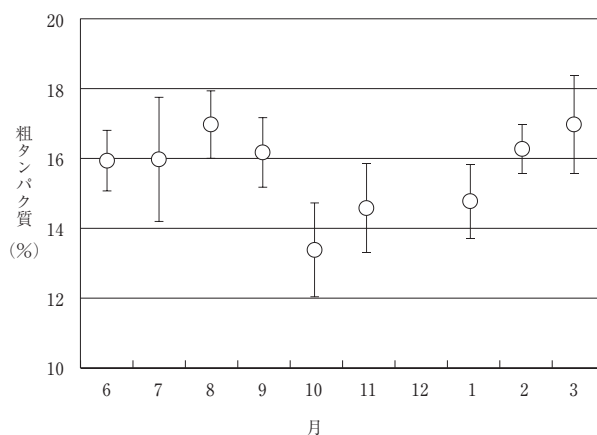


図2 マダコ触腕部の粗タンパク質の月変化 (平均値±標準偏差)

月にも多く含まれていたのは、アルギニン、グルタミン酸、アラニン、リジン、アスパラギン酸などであった。最も多いアルギニンは140~200mg/100gで、今回分析した遊離アミノ酸全体の43~65%を占めた。アルギニンは苦味成分として知られ、2月が多かった。一方、魚介類の主要なうま味成分であるリジン、アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸及びグリシンの合計は、63~96mg/100gで、6月及び9月が多かった。グリシンはイカ類、エビ・カニ類の甘み成分として多く含まれるが¹⁰⁾、いずれの月も微量であった。加藤ら⁵⁾はマダコのエキス成分中のグリシンが微量であることをやはり確認しており、マダコのうま味は他の遊離アミノ酸の影響が大きいものと推察された。一方、ヒスチジンは検出限界以下であったが、生及びボイルしたマダコでそれぞれ302.9及び263.8mg/100gとの報告⁵⁾もあり、その原因については不明であった。

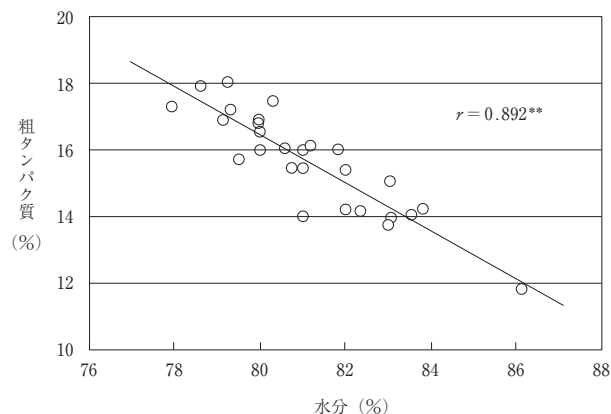


図3 マダコ触腕部の水分と粗タンパク質との関係

ところで、マダコのアミノ酸含量は魚類に比べ少なく、イカ類、甲殻類のそれよりかなり少ない¹⁰⁾ことから、食味は淡白とされる。本種は刺身や単にボイルして食する場合が多く、硬さや歯切れ、舌ざわり等もおいしさの重要な要因である。マダコのテクスチャー(硬さ)の分析結果を図4に示した。マダコ触腕の硬さには個体差がみられ、月別平均値も2.60~7.11Nを変動したが、平均値に有意な差は認められなかった。傾向として、7月と2月が6.5N以上と比較的硬く、その他の月は4.6N以下であった。

一般に魚介類の旬は、産卵期と関連性があり、産卵期前に筋肉中の脂質が多く含まれるようになり、産卵期を過ぎると減少する。マダコの場合、脂質が極めて少ないものの触腕部の水分や硬さの変化は産卵期との関連性があるかがえた。また、硬さは試料解凍後の経過時間の違いや厚みの不揃いが影響した可能性もあることから、今後、測定部位や試料の厚み等測定方法を統一し、さらにデータを蓄積する必要がある。一方、スルメイカ *Todarodes pacificus* では、加熱に用いる調味液の違いがイカ肉のテクスチャーに影響することが示されている¹¹⁾。マダコ触腕の物性については、加熱条件の違いによる筋繊維の変化との関連から明らかにするとともに、調理形態を考慮した評価も必要と考える。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、岡山県立大学保健福祉学部栄養学科我如古菜月助教には魚介類のうまみ成分やテクスチャーに関して多大なご助言いただくとともに、レオメータの使用に当たり便宜を図っていただいた。岡山県農林水産総合センター畜産研究所の高橋愛子氏には一般成分の分析手法等についてご指導いただいた。これらの

表3 マダコ触腕部の遊離アミノ酸組成及び核酸関連物質 (mg/100g)

	6 月	9 月	1 月	平 均
遊離アミノ酸				
イソロイシン	6	5	<5	4
ロイシン	13	8	8	10
リジン	15	12	14	14
メチオニン	8	5	5	6
シスチン	<5	<5	<5	0
フェニルアラニン	8	8	6	7
チロシン	7	7	<5	5
スレオニン	8	8	5	7
トリプトファン	<5	<5	<5	0
バリン	8	6	5	6
ヒスチジン	<5	<5	<5	0
アルギニン	140	140	200	160
アラニン	28	28	17	24
アスパラギン酸	10	10	10	10
グルタミン酸	37	35	22	31
グリシン	6	7	<5	4
プロリン	12	39	7	19
セリン	10	11	8	10
主なうま味成分の合計*	96	92	63	84
18種の合計	316	329	307	317
核酸関連物質				
イノシン酸	0	0	0	0
グアニル酸	6	0	0	2

*リジン，アラニン，アスパラギン酸，グルタミン酸，グリシンの合計

検出限界は 5 mg/100g

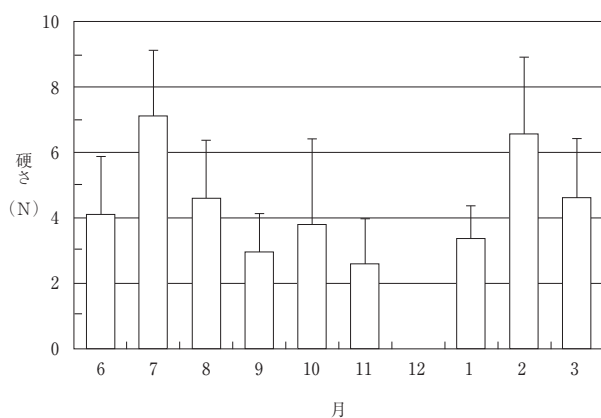


図4 マダコ触腕部のテクスチャー（硬さ）の月変化

方々に心から感謝します。

本研究は平成23年度外部知見活用型・産学官連携研究事業（単県事業）の一環として実施したものである。

文 献

- 1) 瀧 巖, 1965: 頭足綱, 新日本動物図鑑中, 北隆館, 307-326.
- 2) 井上喜平治, 1969: タコの増殖, 水産研究叢書, 日本水産資源保護協会, vi + 50 pp.
- 3) 中国四国農政局統計情報部, 2008: 平成18~19年岡山農林水産統計年報解説編 (水産業), 55 pp.
- 4) 浅野元一, 1982: マダコのエキス成分に関する研究 (I) アミノ酸組成とオクトピン, 横浜国立大教育紀要, **22**, 75-83.
- 5) 加藤真理・角田 文・秋田正治・成瀬宇平, 2002: タコ脚のエキス成分中のアミノ酸について, 鎌倉女子大学紀要, **9**, 115-118.
- 6) 日本食品科学工学会編, 1982: 新・食品分析法, 光琳, 950 pp.
- 7) 篠原基之, 2000: 備讃瀬戸中央部におけるマダコの産卵期, 岡山水試報, **15**, 4-9.
- 8) 兵庫県水産試験場, 1964: マダコ種苗生産技術研究について,

- 兵庫水試事報，別冊，13 pp.
- 9) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会，2005：五訂増補日本食品標準成分表，東京。
- 10) 山口勝己・渡辺勝子，1988：呈味成分としてのエキス，魚介類のエキス成分（坂口守彦編），水産学シリーズ 72，104-115。
- 11) 香川実恵子・松本美鈴・畑江敬子，2006：調味液中での加熱に伴うイカ肉のテクスチャーの変化，日本調理科学会誌，**39**，215-226。