

資料

メバチ, ビンナガおよび クロマグロの低・未利用部位における アンセリン・ヒスチジン・タウリン含有量

二村和視*・市川 稜*・山崎資之*

The contents of anserine, histidine and taurine in various low-use/underutilized sections of bigeye tuna, albacore and bluefin tuna

Kazumi NIMURA, Ryo ICHIKAWA and Motoyuki YAMAZAKI

The domestic supply of tunas (*Thunnus* spp.) in 2018 was approximately as high as 365,000 tons, which were used for sashimi and canning. The head meat, neck meat and other parts, produced secondarily during processing, are low-use/unused resources. We researched the contents of functional ingredients such as anserine, histidine and taurine in various underutilized parts of bigeye tuna, albacore and bluefin tuna and determine how these can be utilized effectively. High anserine and histidine contents were concentrated in the tail involved in swimming, high taurine levels were contained in other parts.

キーワード：マグロ属, アンセリン, ヒスチジン, タウリン

2021年3月5日受付 2021年12月16日受理

マグロ属魚類は, 令和元年度水産白書(水産庁 2020)によれば, 2018年の国内生産量が約 18.2万トン, 輸入量約 18.3万トン, 合計約 36.5万トンが日本国内に供給され, また年間 1人あたりの魚介類品目別家計消費金額では魚種別で 1位であり, 日本人にとって重要かつ身近な食材である。マグロ属魚類は通常, その普通肉は刺身原料や缶詰として加工される。しかし, それ以外の頭肉や鎌肉等は, 一部の飲食店・小売店で食用利用されているものの, 大半が餌料・肥料等非食用向け原料に利用される, いわゆる低・未利用資源である。低・未利用部位はセミドレスの約 1割であり, 国内で数万トンが利用可能な資源として存在すると考えられる。これらの部位の食品等の高度な利用を促進するために, 各部位の特長を明らかにすることを目的として, 機能性を持つエキス成分に着目した。

アンセリン (β -alanyl-L-methyl-L-histidine) は, ヒト試験による抗疲労効果および抗酸化作用が知られている(西谷ら 2009)。また, ヒスチジンは, ヒトにおいて抗疲労効果が報告されており(Sasahara *et al.* 2015), ヒト体内での合成が遅いため必須アミノ酸とされており, 世界保健機関により摂取基準が設けられている(FAO/WHO/UNU 2002)。さらに, タウリンは, ヒトの心臓, 骨格筋, 肝臓, 脳, 網膜等の組織に多く含まれ, 抗酸化, 浸透圧調節および神経伝達物質としての作用が報告されている(薩 2007)。これらの成分について, メバチ *Thunnus obesus*, ビンナガ *T. alalunga*, ミナミマグロ *T. maccoyii*, キハダ *T. albacares* については, 普通肉と血合肉について成分を比較した事例が報告されているが(Suyama *et al.* 1970, Suyama *et al.* 1986, Suzuki *et al.* 1987), その他の低・未利用部位について調べた事例はない。そこで本

* 静岡県水産・海洋技術研究所
〒425-0032 静岡県焼津市鯛ヶ島 136-24
Shizuoka Prefectural Research Institute of Fishery and Ocean, Yaizu, Shizuoka 425-0032, Japan
Email: kazumi1_nimura@pref.shizuoka.lg.jp

研究では、主に刺身商材となるメバチ、缶詰等の加工原料となるビンナガ、高価な刺身商材であるクロマグロ *T. orientalis* について、低・未利用部位の成分的な特長を明らかにすることを目的として、アンセリン、ヒスチジン、タウリンの部位別含有量を分析した。

材料と方法

材料には、いずれも冷凍状態の台湾産天然メバチ（重量 27～31kg：内臓・鰓・鱗抜き；以下同じ）、焼津産天然ビンナガ（24～30kg）、モロッコ産天然クロマグロ（190～250kg）、マルタ産養殖クロマグロ（170～240kg）を各 4 個体分析に供した。各試料から最大 8 部位（尾肉、頭肉、血合肉、鎌肉、頬肉、胸鰭基部肉、喉肉、顎肉；図 1）、それぞれ 50g 以上を採取し、包丁を用いてミンチ状にした。なお、入手できなかった部位は欠測とした。

ミンチ状の魚肉 5g を 5% トリクロロ酢酸水溶液 10mL と共にホモジナイザー（ヒスコロン NS-50 およびジェネレーターシャフト NS-10、株式会社マイクロテック・ニチオン）を用いてホモジナイズした後、シャフトを 5% トリクロロ酢酸水溶液 2mL で 2 回共洗いし、ホモジネートと共に 5°C、3,000×g で 15 分間遠心分離した。上清を分離した後、さらに沈渣に 5% トリクロロ酢酸水溶液 5mL を加えてガラス棒で攪拌した後、上記条件で遠心分離することを 2 回繰り返した。各上清を合一し、ジエチルエーテル 10mL で脱脂、分液した溶液を減圧濃縮した。濃縮液を pH2.2 に調整した後、pH2.2 のクエン酸リチウム緩衝液（富士フィルム和光純薬株式会社）で 25mL に定容した。この抽出液をカートリッジフィルター（DISMIC-13CP、アドバンテック東洋株式会社）でろ過した後、高速液体クロマトグラフィーを用いて分析した。高速液体クロマトグラフィーの構成は、株式会社島津製作所 LC-20AB 型ポンプ（低圧グラジェントユニット含む）、同 LC-20AD 型送液ポンプ

2 台、同 CTO-20AC 型カラムオープン、同 RF-20A 型蛍光検出器によって構成したものをを用いた。

高速液体クロマトグラフィーの分析条件は表 1、2 の通りとした。また、標準溶液にはアミノ酸混合標準液 AN-II および B 型（富士フィルム和光純薬株式会社）を用いた。

部位間の平均値の差は、統計解析ソフト SPSS（ver.16.0）を用いて、Tukey HSD により検定した。

結果および考察

図 2 に、標準溶液およびマグロ魚肉のクロマトグラムを示した。混合されている標準アミノ酸の分離は良好で、全ての標準アミノ酸のピークが検出された。また、クロマグロの顎肉では、タウリン、ヒスチジン、アンセリンの各成分は、分離良く検出された。

メバチでのアンセリン含有量は尾肉で 904mg/100g と高く、次いで頭肉、その他の部位の順であった（表 3、 $p < 0.05$ ）。また、ヒスチジンは尾肉、頭肉で高く、それ以外の部位は低かった（表 4、 $p < 0.05$ ）。タウリンについては、血合肉、鎌肉、頬肉、胸鰭基部肉、喉肉および顎肉で高く、尾肉、頭肉で 19～40mg/100g の低い値を示した（表 5、 $p < 0.05$ ）。これらから、メバチでは尾肉、頭肉とそれ以外の部位で成分組成が大きく異なっていることが明らかとなった。また、ビンナガでは、アンセリンおよびヒスチジン含有量は、尾肉でそれぞれ 988mg/100g、319mg/100g と高く、タウリンは 20mg/100g と低い値を示した（表 3-5）。頭肉については、メバチとは傾向が異なり、血合肉等に近い成分組成を示した。天然および養殖クロマグロでは、尾肉および頭肉において、アンセリンおよびヒスチジン含有量が高く、タウリン含有量が低い値を示した（表 3-5）。

メバチ、ビンナガ、ミナミマグロ、キハダについてはアンセリンの含有量が 234～1,570mg/100g であり、血合肉に比べ

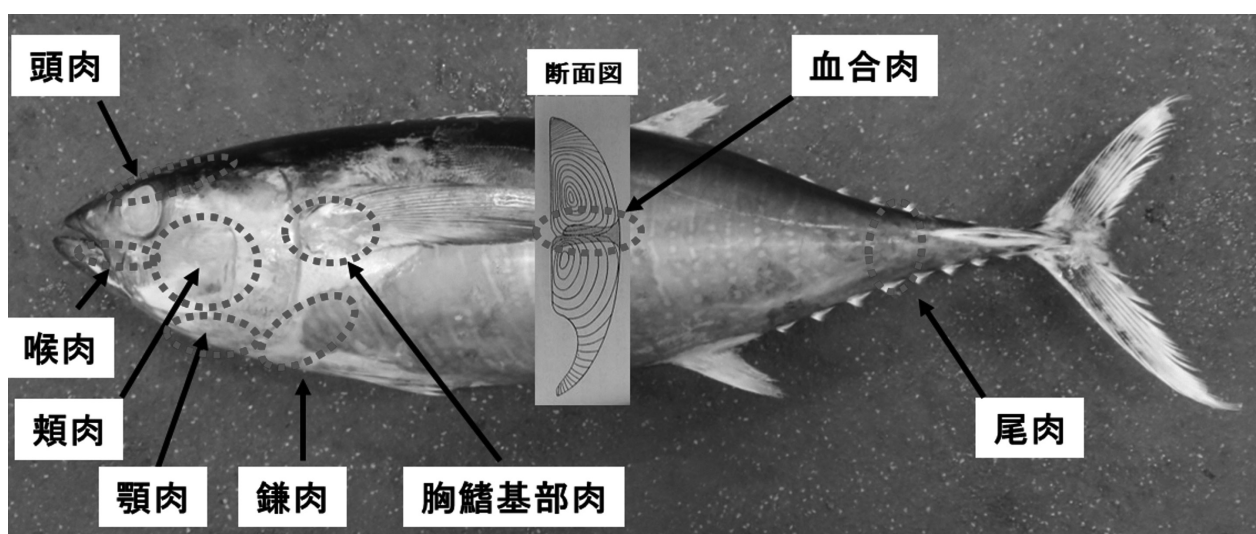


図 1. 分析部位

表 1. 遊離アミノ酸の分析条件

分離カラム	: Shim-pack amino Li (株式会社島津製作所, 5 μm, 6.0 mm i.d.×100 mm)
アンモニアトラップカラム	: Shim-pack ISC30/S0504(Li) (同社, 4.0mm i.d.×50 mm)
カラム温度	: 39°C
移動相	: A液 (同社アミノ酸移動相キットLi型AA-MA(Li))* ¹ , B液 (同キットAA-MB(Li))* ¹ , C液 (同キットAA-MC(Li))* ¹
流量	: 0.6mL/min
グラジエントシステム	: アミノLi型 (同社)* ²
検出法	: o-フタルアルデヒドを用いたポストカラム誘導体化法 (反応液として同アミノ酸分析キットAA-RA* ³ , AA-RB* ³ を各0.2mL/min混合)
測定波長	: 励起波長350nm, 蛍光波長450nm
注入量	: 10μL

*1 各溶液の組成はアミノ酸移動相キット型取扱説明書(228-91049)を参照

*2 タイムプログラムは表2に記載

*3 各溶液の組成はアミノ酸分析キットOPA試薬取扱説明書(228-91052)を参照

表 2. 遊離アミノ酸分離時のタイムプログラム

経過時間(分)	移動相		
	A液(%)	B液(%)	C液(%)
0	100	0	0
22.00	100	0	0
24.00	99	1	0
28.50	99	1	0
28.51	96	4	0
28.51	96	4	0
26.00	94	6	0
26.01	91	9	0
69.00	91	9	0
69.00	91	9	0
86.00	71	29	0
86.10	66	34	0
86.10	66	34	0
108.00	49	51	0
108.01	39	61	0
111.00	32	68	0
111.01	0	100	0
133.00	0	100	0
143.70	0	100	0
143.71	0	0	100
147.70	0	0	100
163.00	100	0	0

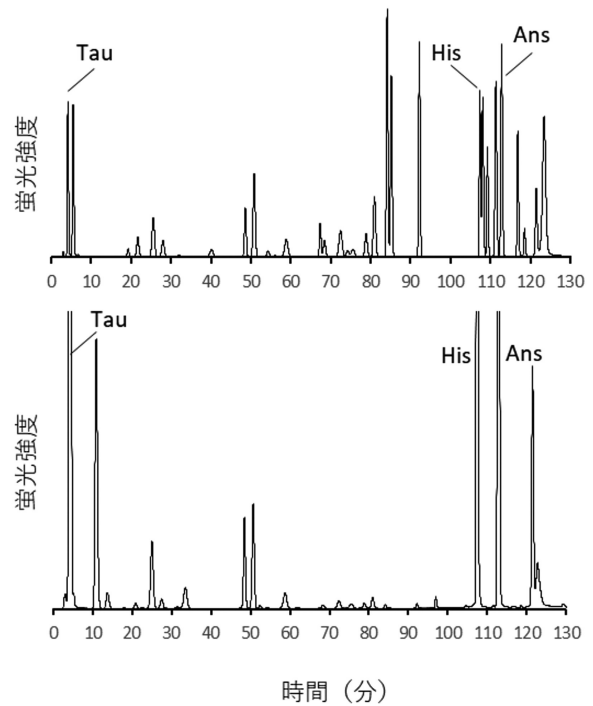


図 2. アミノ酸混合標準溶液 (上) および
クロマグロ顎肉 (下) のクロマトグラム

*1 各溶液の組成はアミノ酸移動相キット型取扱説明書(228-91049)を参照

表 3. メバチ、ビンナガ、クロマグロのアンセリン含有量 (mg/100gwt wt)

部位	メバチ(天然)		ビンナガ(天然)		クロマグロ(天然)		クロマグロ(養殖)	
尾肉	904 ±	186 ^a	988 ±	127 ^a	387 ±	63 ^a	332 ±	124 ^a
頭肉	577 ±	165 ^b	220 ±	37 ^{bc}	320 ±	79 ^a	275 ±	104 ^{ab}
血合肉	270 ±	32 ^c	210 ±	17 ^{bc}	—		168 ±	112 ^{abc}
鎌肉	166 ±	33 ^c	273 ±	96 ^b	175 ±	43 ^b	102 ±	37 ^{bc}
頬肉	133 ±	35 ^c	137 ±	28 ^{bc}	168 ±	51 ^b	123 ±	38 ^{bc}
胸鰭基部肉	70 ±	29 ^c	132 ±	29 ^{bc}	—		103 ±	40 ^{bc}
喉肉	94 ±	22 ^c	158 ±	22 ^{bc}	138 ±	55 ^b	88 ±	43 ^c
顎肉	103 ±	24 ^c	123 ±	24 ^{bc}	165 ±	60 ^b	112 ±	32 ^{bc}

Tukey HSD ($p < 0.05$)

表 4. メバチ、ビンナガ、クロマグロのヒスチジン含有量 (mg/100gwt wt)

部位	メバチ(天然)		ビンナガ(天然)		クロマグロ(天然)		クロマグロ(養殖)	
尾肉	502 ±	100 ^a	319 ±	37 ^a	355 ±	36 ^a	366 ±	50 ^a
頭肉	528 ±	42 ^a	143 ±	11 ^{bc}	362 ±	30 ^a	341 ±	47 ^a
血合肉	105 ±	32 ^b	57 ±	22 ^d	—		98 ±	111 ^b
鎌肉	134 ±	60 ^b	189 ±	43 ^b	167 ±	22 ^b	188 ±	37 ^b
頬肉	119 ±	25 ^b	82 ±	5 ^d	139 ±	12 ^b	186 ±	31 ^b
胸鰭基部肉	106 ±	40 ^b	113 ±	21 ^{cd}	—		176 ±	27 ^b
喉肉	85 ±	21 ^b	105 ±	23 ^{cd}	80 ±	17 ^c	98 ±	28 ^b
顎肉	121 ±	36 ^b	90 ±	16 ^{cd}	142 ±	14 ^b	184 ±	38 ^b

Tukey HSD ($p < 0.05$)

表 5. メバチ、ビンナガ、クロマグロのタウリン含有量 (mg/100gwt wt)

部位	メバチ(天然)		ビンナガ(天然)		クロマグロ(天然)		クロマグロ(養殖)	
尾肉	19 ±	12 ^a	20 ±	4 ^a	73 ±	42 ^a	35 ±	10 ^a
頭肉	40 ±	5 ^a	150 ±	18 ^b	18 ±	2 ^a	16 ±	2 ^a
血合肉	234 ±	60 ^b	291 ±	37 ^c	—		260 ±	71 ^c
鎌肉	212 ±	22 ^b	175 ±	71 ^{bc}	266 ±	41 ^{bc}	202 ±	46 ^{bc}
頬肉	212 ±	30 ^b	234 ±	21 ^{cde}	168 ±	51 ^b	211 ±	22 ^{bc}
胸鰭基部肉	201 ±	75 ^b	251 ±	18 ^{de}	—		227 ±	17 ^{bc}
喉肉	215 ±	40 ^b	246 ±	15 ^{cde}	284 ±	39 ^c	237 ±	53 ^{bc}
顎肉	208 ±	10 ^b	212 ±	21 ^{bcd}	238 ±	29 ^b	168 ±	20 ^b

Tukey HSD ($p < 0.05$)

て普通肉で含有量が高いことが報告されている (Suyama *et al.* 1970, 須山・吉沢 1973, Suyama *et al.* 1986, Suzuki *et al.* 1987)。マグロ属魚類は、捕食や外敵から回避する等の爆発的遊泳時に発生するプロトン、アンセリン等のイミダゾールジペプチドが捕捉することにより、筋肉中のpHの低下を防ぎ、爆発的遊泳を長時間持続することができると考えられている (阿部 2009)。このため、遊泳に関与する尾肉および普通肉において、高いアンセリン含有量を示したと推察された。また、メバチの頭肉において、高いアンセリン含有量を示したが、頭肉は直接遊泳には関与しないと考えられることから、この理由は不明である。一方、ヒスチジンもアンセリン含有量と同様の傾向を示した (表 4)。ヒスチジンはイミダゾールジペプチドよりは劣るものの、プロトン緩衝能を持つことから、爆発的遊泳に関与する尾肉において高い含有量を示したと考えられた。このようにマグロ属の魚肉では、遊泳に関与する筋肉において、アンセリン、ヒスチジン含有量が高いことが明らかとなり、またそれ以外の部位ではタウリン含有量が高かった。

アンセリンを含むイミダゾールジペプチドには抗疲労効果 (西谷 2009) が、アンセリンには疲労低減効果および尿酸値上昇抑制効果が報告されている (上野・山田 2014)。また、ヒスチジンにも抗疲労効果が報告されている (Sasahara *et al.* 2015)。本研究で調べた 3 種の頭肉および尾肉はアンセリンおよびヒスチジン含有量が高いことから (表 3, 4)、アンセリンおよびヒスチジンを同時に摂取できる素材となり得る。また、ヒスチジンは必須アミノ酸であり、成人の場合、体重 1kg あたり 10mg 以上の摂取基準値が設けられているが (FAO/WHO/UNU 2002)、頭肉および尾肉では、100g の摂取で基準値の約半分を摂取できると考えられる。これらの成分について、消費者庁の機能性表示食品の届出情報検索によると、イミダゾールジペプチドおよびヒスチジンでは疲労低減効果を、アンセリンでは尿酸値上昇抑制効果を機能性とするサプリメント等の食品が登録されている (2021 年 6 月現在)。低・未利用部位はアンセリンが多く含まれている普通肉 (Suyama *et al.* 1970, 須山・吉沢 1973, Suyama *et al.* 1986, Suzuki *et al.* 1987) に比べて一般に安価であるため、機能性成分を含む食品としての利用に加えて、上記のようなサプリメント等の機能性食品の抽出原料として利用できる可能性が考えられる。タウリンについても、抗酸化、浸透圧調節および神経伝達物質としての作用が知られている (薩 2007)。日本国内では、化学合成されたタウリンは医薬品として扱われるため、これら低・未利用部位は天然由来の高タウリン含有の食品素材として利用を促進することが考えられる。

以上から、メバチ、ビンナガおよびクロマグロにおいて、アンセリン、ヒスチジン、タウリン含有量は部位により大きく異なっていた。こうした機能性成分の特長を活かした利用や加工品を開発することで、低・未利用部位の付加価値向上や利用促進につながるものと考えられる。

文 献

- 阿部宏喜 (2009) カツオ・マグロのみみつ. 恒星社厚生閣, 東京, pp.37-62.
- FAO/WHO/UNU expert consultation (2002) Protein and amino acid requirement in human nutrition (Technical report series 935). WHO, Geneva, pp.146-147.
- 西谷真人・宗清芳美・杉野友啓・梶本修身 (2009) 新規抗疲労成分: イミダゾールジペプチド. 日本補完代替医療学会誌, **6**, 123-129.
- Sasahara I, Fujimura N, Nozawa Y, Furuhashi Y, Sato H (2015) The effect of histidine mental fatigue and cognitive performance in subjects with high fatigue and sleep disruption scores. *Physiol. Behav.*, **147**, 238-244.
- 薩 秀夫 (2007) タウリンの多彩な生理作用と動態. 化学と生物, **45**, 273-281.
- 水産庁 (2020) 令和元年度水産白書. 一般財団法人農林統計協会, 東京, pp.235, pp.238.
- Suyama M, Suzuki T, Maruyama M, Saito K (1970) Determination of carnosine, anserine and balenine in the muscle of animal. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **36**, 1048-1053.
- 須山三千三・吉沢由紀男 (1973) 回遊性魚類の筋肉の遊離アミノ酸組成. 日本水産学会誌, **39**, 1339-1343.
- Suyama M, Hirano T, Suzuki T (1986) Buffering capacity of free histidine and its related dipeptides in white and dark muscle of yellowfin tuna. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **52**, 2171-2175.
- Suzuki T, Hirano T, Suyama M (1987) Free imidazole compounds in white and dark muscles of migratory marine fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, **87B**, 615-619.
- 上野友哉・山田 潤 (2014) 海洋性アンセリンの健康機能. 日本食生活学会誌, **25**, 157-160.