

水産動物筋肉中の含窒素エキス成分の分布

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	鴻巣, 章二
巻/号	37巻8号
掲載ページ	p. 763-770
発行年月	1971年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



1. 水産動物筋肉中の含窒素エキス成分の分布

鴻 巢 章 二*

生物の組織や食品を細切して水で抽出すると種々の成分が溶出してくる。これからタンパク質、脂質、多糖類、色素、ビタミン、無機物などを除いた残りの有機物をエキス成分と称している。したがって遊離アミノ酸、ペプチド、各種有機塩基、ヌクレオチドなどの含窒素化合物や有機酸（高級脂肪酸を除く）、糖類などの無窒素化合物がエキス成分に包含される。ただし glycogen や無機物をエキス成分として扱っている例もあり、エキスの定義に多少あいまいな点が残されている。

ここでは水産動物筋肉**の含窒素エキス成分について述べるが、ペプチド、ヌクレオチドおよび TMAO については別に取り上げられるので、必要に応じて簡単に触れるにとどめる。

この分野における最近 10 年間の研究のあとを振り返ると、分析方法の画期的進歩が大きな推進力となつて、二つの点で著しい進展が見られたといえる。その一つは、アミノ酸分析が微生物法からカラムクロマトグラフ法へ、そしてその自動化へとめざましい進歩を遂げて簡易化されたことにより、遊離アミノ酸に関して多くのデータが蓄積されたことである。

第 2 の顕著な進歩は、いくつかの種類でエキスの含窒素成分の組成がほぼ完全に解明され、さらに無窒素成分を含めた克明な分析例も二、三見られるようになったことである。また微量成分の検出、同定も容易となり、種々の新物質が報告されたこともこの間の進歩の一つとして挙げられよう。以下それらについて概要を述べる。

1. 遊離アミノ酸組成

魚類をはじめとして下等無脊椎動物にいたるまで多くの種類について、遊離アミノ酸組成が詳細に調べられている。わが国では主として食品化学的観点から研究されているのに対し、外国では浸透圧調節との関連で分析されている例が多い。また、いくつかの種類では、部位による相違、季節変化、成長に伴う変化、産卵回遊中の変化などが調べられている。

1-1. 種類別遊離アミノ酸組成

主な種類のアミノ酸組成を Fig. 1 に示した（生鮮物中 11 mg% 以下のアミノ酸は省略してある）。魚類、甲殻類、頭足類、貝類、その他に分け、それぞれの遊離アミノ酸分布の特徴を簡単に述べると次のとおりである。

魚類 各種類に共通なパターンはなく、また分類学上の位置とアミノ酸分布の間にも特に関連は認められない。しかし、カツオ・マグロ類やマサバ、カタクチイワシなどの活動性魚類に His が多いという古くから認められている生態との関係が顕著な傾向として指摘できる。Tau や Lys が比較的多い種類もあるが、上記の His に富む種類を除くと、魚類は一般に遊離アミノ酸が少ないといえよう。

なお、ペーパークロマトグラフィーによるものであるが、VUL'FSON¹⁵⁾ が黒海とアムール河産の 11 種について定量を、また SCHAEFER¹⁶⁾ が北欧産の 45 種について半定量を行ない、サメ・エイ類は β -Ala や sarcosine に富むこと、低水温域の魚類に β -Ala が多い傾向が見られることなどを報告している。

甲殻類 魚類に比べて遊離アミノ酸量が多いことが目だつた。そして魚類では種類ごとにかなり異なつたアミノ酸分布を示しているが、甲殻類では程度の差はあれ一般に Tau, Pro, Gly, Ala, Arg などに富むという共通した特徴がみられる。ことに本邦産の主な食用種について調べられた限りでは Gly に著しく富み、

* 東京大学農学部

** 小動物や下等動物では全体を扱った研究が多いので、それらも含めた。また、筋肉以外の組織の研究も必要に応じて引用した。

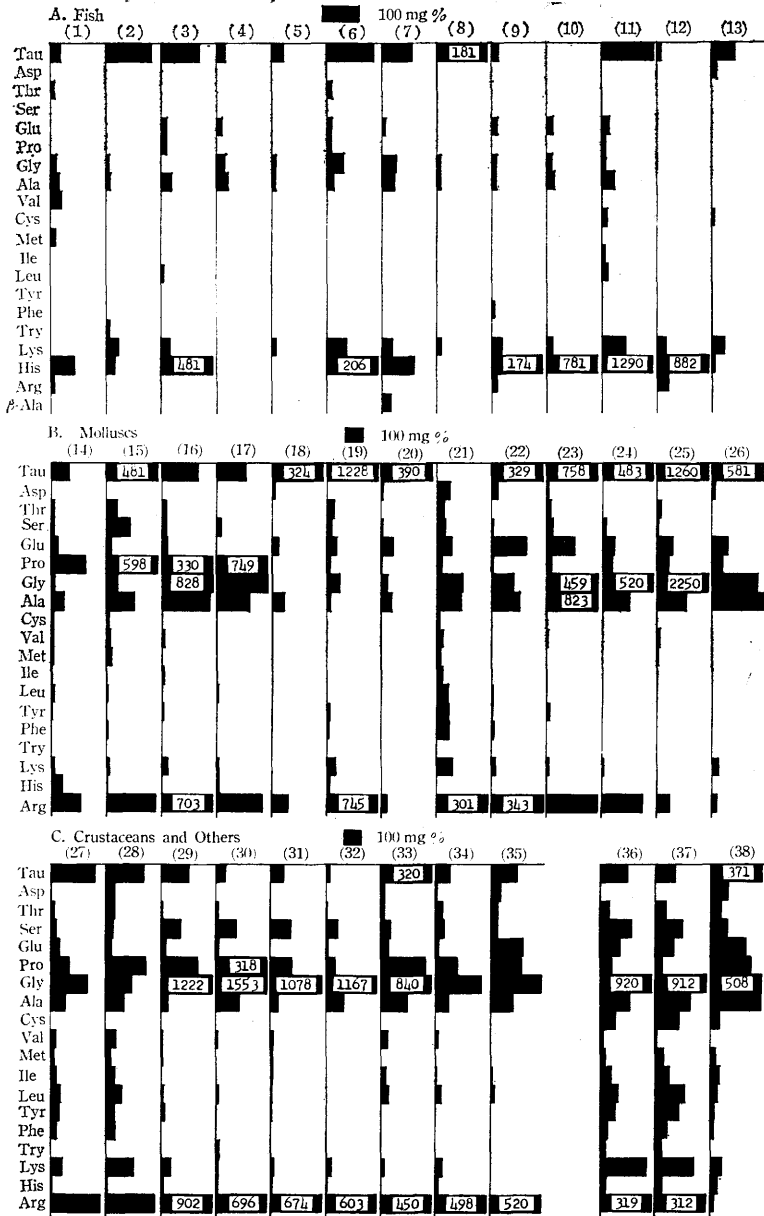


Fig. 1. Distribution of free amino acids in the muscle of aquatic animals. Amino acids less than 11 mg% are omitted. Figures are given to amino acids more than 150 mg% in A and those more than 300 mg% in B and C. See foot-notes in the next page for species.

鮮肉中 1% 以上に及ぶものが多い¹¹⁾。

頭足類 イカ類は一般に Tau, Pro, Gly, Ala, Arg が多く、この点甲殻類と似ているが、種類による変動がきわめて大きい。たとえば Gly は最高 831 mg% (アオリイカ) から最低 10 mg% (ソデイカ) の範囲で変動し、Pro もヒラケンサキイカの 963 mg% に対し、ソデイカでは痕跡しか検出されていない。

タコ類ではイダコ¹⁾ が分析されているが、Arg (146 mg%) 以外のアミノ酸はすべて 30 mg% 以下で少ない。

貝類 10 数種の巻貝や二枚貝の可食部について調べられたところによると、Tau, Gly, Ala, Arg が多いなど基本的には頭足類と類似のパターンを示すといえる。しかし Tau が最高含量を示す種類が多いこと、Pro が概して低含量であること、Glu が比較的多いことなど頭足類とはやや異なつた点もみられる。ただし、高木ら⁷⁾ が分析したハマグリに Tau が検出されていないのはただ一つの例外である。SIMPSON ら¹⁷⁾ は軟体動物 29 種について Tau の分布を調べ、淡水産と陸産種には検出されないが、海産と汽水産種には多かれ少なかれ例外なく存在すると報告している。

閉殻筋の遊離アミノ酸分布についても上記の特徴がよく当てはまるが、ホタテガイでは Tau と Gly が著しく多いのが目だつ。

その他 3 種のウニの生殖腺¹⁾、3 種のゴカイの筋肉¹⁸⁾または全体¹⁾、イワシクジラ筋肉¹⁹⁾などが調べられている。

まず、ウニの生殖腺ではアミノ酸含量が多く、特に Gly と Ala に富み、他の水産動物筋肉に概して少ない Val, Ile, Leu, Tyr など多いことが注目される。ゴカイ類は 3 種とも Tau, Gly, Ala, Pro, Glu を豊富に含むが、他の無脊椎動物とは異なり、Arg (2~22 mg%) が少量しか存在しない。イワシクジラ筋肉の遊離アミノ酸ではもつとも多いもので Ala の 12 mg% にすぎず、エキス-N の過半を Bal, Ans, Car などのジペプチドが占めている。

以上のほか半定量ないしは定性であるが、SIMPSON ら¹⁷⁾ の腔腸動物、節足動物、軟体動物、棘皮動物 17 種の研究と BERGQUIST ら²⁰⁾ の西インド諸島産普通海綿 50 属 67 種の研究があり、後者で hypotaurine, pipercolic acid, β -aminobutyric acid など特殊な成分が多くの種類に検出されていることが興味深い。

1-2. 部位および組織による差異

種々の魚類について普通肉と血合肉の比較が行なわれているが、いずれも後者に His が少ないことが指摘されている^{1,21)}。また、カタクチイワシ¹⁾ では血合肉に Tau と Ala が多いという。

- A. (1) Hoshi-zame, *Mustelus manazo*¹⁾, (2) Nishin, *Clupea pallasi*²⁾, (3) Katakuchi-iwashi, *Engraulis japonica*¹⁾, (4) *Salmo salar*³⁾, (5) Unagi, *Anguilla japonica*¹⁾ (6) Bora, *Mugil cephalus*¹⁾, (7) *Gadus morhua*⁴⁾, (8) Ma-dai, *Chrysophrys major*¹⁾, (9) Ma-aji, *Trachurus japonicus*¹⁾, (10) Ma-saba, *Scomber japonicus*¹⁾, (11) Katsuo, *Katsuwonus pelamis*⁵⁾, (12) Kiwada, *Neothunnus albacora*¹⁾, and (13) Aka-garei, *Hippoglossoides dubius*¹⁾.
- B. (14) Surume-ika, *Ommastrephes sloani pacificus*¹⁾, (15) Kō-ika, *Sepia esculenta*¹⁾, (16) Kensaki-ika, *Loligo kensaki*¹⁾, (17) Aori-ika, *Sepioteuthis lessoniana*¹⁾, (18) Ezo-bora, *Neptunea poycostata*⁶⁾, (19) Kuro-awabi, *Nordotis discus*⁷⁾ (20) Ma-gaki, *Crassostrea gigas*⁷⁾, (21) Hamaguri, *Meretrix lusoria*⁷⁾, (22) Asari, *Tapes philippinarum*⁷⁾, (23) Hokkigai, *Spisula sachalinensis*⁷⁾, (24) Akoyagai, *Pinctada fucata*¹⁾, (25) Hotategai, *Pecten yessoensis*⁸⁾, and (26) *Ostrea edulis*⁹⁾. (18)-(23), soft part except viscera; (24)-(26), adductor muscle.
- C. (27) *Calanus finmarchicus*¹⁰⁾, (28) *Euphausia superba*¹⁾, (29) Kuruma-ebi, *Penaeus japonicus*¹¹⁾, (30) Yoshi-ebi, *Metapenaeus monoceros*¹¹⁾, (31) Ise-ebi, *Panulirus japonicus*¹¹⁾, (32) Tenaga-ebi, *Palaemon nipponensis*¹¹⁾, (33) *Leander serratus*¹²⁾, (34) *Astacus pallipes*¹³⁾ (35) Shinamokuzu-gani, *Eriocheir sinensis*¹⁴⁾, (36) Bafun-uni, *Strongylocentrotus pulcherrimus*¹⁾, (37) Ezobafun-uni, *S. intermedius*¹⁾, and (38) Iso-gokai, *Perinereis brevicirrus*¹⁾. (27) and (38), whole body; (36) and (37), gonad.

HUGHES²¹⁾はニシン体前部、中央部、後部の His 含量に大差ないことを認め、大石ら⁸⁾はホタテガイ閉殻筋のいわゆる赤筋(横紋筋)と白筋(平滑筋)とを比較し、Gly が前者にかなり多いことをみている。

1-3. 季節変化

JONES²²⁾は3年以上にわたり Aberdeen 沖の lemon sole の遊離アミノ酸の変動を追跡した結果、各アミノ酸はかなり変動するが、一定の明瞭な周年変化を示すのは Glu, Gly, Tau で、Tau が夏季に増すのは漁場海水の塩分濃度が高くなるためかも知れないと推論している。

HUGHES¹⁾はイギリス沿岸のニシンについて10種の遊離アミノ酸量の変化を調べ、His(5月下旬に最高、10、11月に最低)のほかに一定の季節変化を示すものではなく、また個々のアミノ酸量および合計量ともに性成熟度、雌雄、年令との間になんらの関連も見いだせなかつたと報告している。VYNCKE²³⁾も北海産アブラツノザメでペプチドが春から夏にやや多いことを認めたが、遊離アミノ酸には全く季節変化を認めない。

次に、クルマエビについて調べた藤田¹¹⁾は次のような興味ある結果を得ている。すなわち、Gly が1月に1500 mg% 前後あつたが、5月頃から減少し始め、6~9月には半減した。Arg はそれと全く逆の変化をたどり、Gly-N と Arg-N の合計は周年ほぼ一定値を示した。そして Gly の減少期と Arg の増加期とは産卵期と一致していた。以上のことから両アミノ酸の変化は産卵と密接な関係があると推定されている。

一方、遠藤ら¹⁾は舞鶴近海産のスルメイカとコウイカについて、前者では Tau, Pro, Gly, Ala が成長期の6月に多く、10月の成体に少ないこと、後者では Pro が4月から6月にかけて生殖巣の成熟に伴って著しく減少することをみている。

1-4. 成長に伴う変化

*Salmo salar*²⁴⁾ が parr から smolt へ、さらに成体へと成長するにつれて Tau は減少し、Ans が著増するが、parr と smolt の間の変化は徐々であるのに対し、その後の変化はかなり急激であるという。これについて LOVE²⁵⁾ は、海水に適応するための生理的变化の一つかも知れないと述べている。

北海産アブラツノザメについて VYNCKE²³⁾ は雌雄に関係なく未成熟魚は成熟魚に比してアミノ-N が多く、個々のアミノ酸では Glu, Gly, Ala, Leu が多いことを観察し、その理由として前者の蛋白代謝が活発なことをあげている。しかし、マサバ²⁶⁾ では小型魚は大型魚より His がかなり少なく、アミノ酸総量も少ないと報告されている。

1-5. 産卵回遊中の変化

ペニマスの産卵溯河中の変化を追跡した WOOD ら²⁷⁾は、初期に His の減少が著しいことを認めているが、*Salmo salar* について COWEY ら³⁾は、海水から淡水への移動、生殖巣の成熟、絶食などの影響ははつきり認められないと述べている。

1-6. 環境水の塩分濃度の影響

遊離アミノ酸が浸透圧調節に重要な役割を演じ、環境水の塩分濃度の変化に応じて増減することが魚類をはじめとして多くの無脊椎動物で示されている(たとえば CHOLETTE ら²⁸⁾, GILLES²⁹⁾)。それらの研究をみると、すべてのアミノ酸が一様に増減するのではなく、Tau, Glu (Gln を含む), Gly, Ala, Pro などの変化が著しいようである。

II. その他の含窒素化合物

比較的よく研究されているベタイン類とグアニジン化合物について簡単に述べるが、定量的データは glycine betaine や creatine, creatinine を除いてきわめて少ない。

ベタイン類 水産動物について広く分布を調べたものとして、GASTEIGER ら³⁰⁾の homarine の研究と BEERS³¹⁾の各種ベタインに関する研究がある。

前者の研究で注目されるのは、homarine が脊椎動物や淡水産無脊椎動物には検出されていないことで、浸透圧調節に関与していると考えられている。BEERS は環形動物から脊椎動物まで広範に homarine, glycine betaine, carnitine, trigonelline, γ -butyrobetaine の分布を調べ、海産甲殻類にはベタインの種

類も量も多いと述べている。

Glycine betaine については主として甲殻類や軟体類について多くの測定結果が報告され、いずれも重要な含窒素成分であることが指摘されている (エキス組成の項参照)。

グアニジン化合物 坂口ら³²⁾が各種の魚類について creatine を定量したところによると、いわゆる赤身魚と白身魚との間に相違はみられないが、creatine-N のエキス-N に対する比は白身魚に高い傾向があるという。普通肉と血合肉とでは、前者の方が creatine を多く含むようである¹⁾。一方、creatine は *Salmo salar* が成長するにつれて増加すること²⁴⁾、ベニマスの産卵回遊中に減少すること³³⁾、マサバで冬の運動活発な時期に比較的多いこと²⁶⁾などが報告されている。

なお、phosphocreatine をはじめとする各種フォスファージンの水産動物における分布が取りまとめられている³⁴⁾。

次に octopine について遠藤ら³⁵⁾は漁獲直後のスルメイカ (167 mg%) の含量を測定するとともに、アオリイカの貯蔵中の変化を調べ、貯蔵初期に急激に増加すること、ならびにこれと平行して Arg が減少することを示している。また、THOAI ら³⁶⁾はホタテガイの閉殻筋、外套膜、肝すい臓の octopine 含量を調べ、新鮮試料でもすべての組織に認められ、閉殻筋にもつとも多いこと、トルオールでおおつて 0°C で 3 日間自己消化させると閉殻筋と外套膜で約 4 倍に増加するが、肝すい臓ではあまり変化がないことをみてい

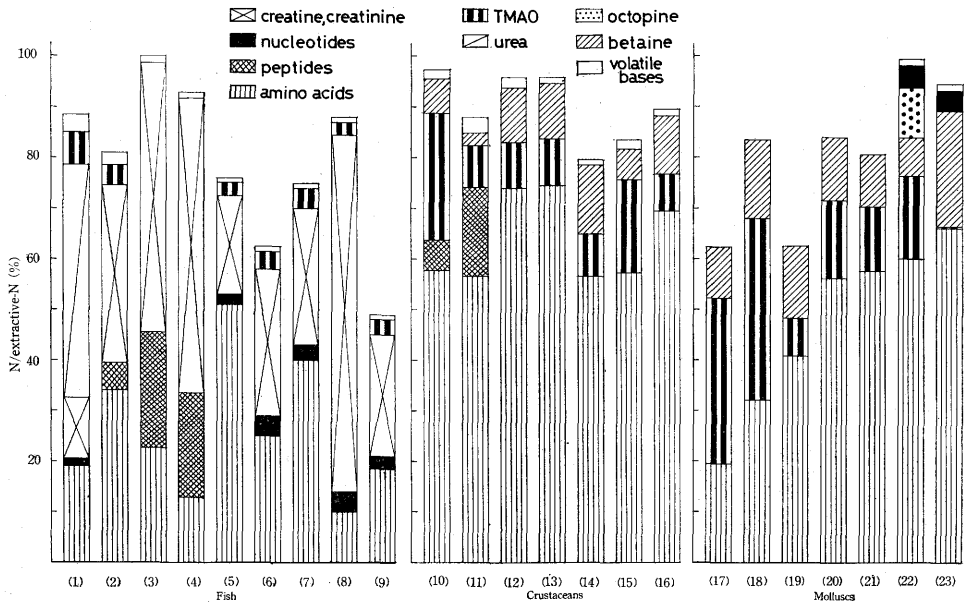


Fig. 2. Distribution of nitrogen in the muscle extracts of aquatic animals.

(1) Hoshi-zame, *Mustelus manazo*¹⁾, (2) Katakuchi-iwashi, *Engraulis japonica*¹⁾, (3) *Salmo salar* (parr)²⁴⁾, (4) *S. salar* (smolt)²⁴⁾, (5) Ma-saba, *Scomber japonicus*¹⁾, (6) Ma-aji, *Trachurus japonicus*¹⁾, (7) Kiwada, *Neothunnus albacora*¹⁾, (8) Mebaru, *Sebastes inermis*¹⁾, (9) Aka-garei, *Hippoglossoides dubius*¹⁾ (10) Calan-e-bi, *Calanus finmarchicus* (whole body)¹⁰⁾, (11) Euphausia-e-bi, *Euphausia superba*¹⁾, (12) Kuruma-e-bi, *Penaeus japonicus*¹⁾, (13) Yoshi-e-bi, *Metapenaeus monoceros*¹⁾, (14) Ise-e-bi, *Panulirus japonicus*¹⁾, (15) Toyama-e-bi, *Pandalus hypsinotus*¹⁾, (16) Uchiwa-e-bi, *Ibacus ciliatus*¹⁾, (17) Surume-ika, *Ommastrephes sloani pacificus*¹⁾, (18) Sode-ika, *Thysanoteuthis rhombus*¹⁾, (19) Kō-ika, *Sepia esculenta*¹⁾, (20) Hirakensaki-ika, *Loligo chinensis*¹⁾, (21) Kensaki-ika, *Loligo kensaki*¹⁾, (22) Aori-ika, *Sepioteuthis lessoniana*³⁸⁾, and (23) Kuro-awabi, *Nordotis discus*¹⁾.

る。このほか、籠³⁷⁾がマダゴの体内分布を調べたところによると、生殖巣を含むすべての組織に存在するが、筋肉がもつとも多く、雌雄差は認められていない。

III. エキスの組成

呈味成分の追究、浸透圧調節機構の解明、誘引物質の検索など目的はさまざまであるが、エキスの組成を詳細に分析した例がいくつか見られる。含窒素成分に限った研究と無窒素成分も含めた研究とがある。

III-1. 含窒素成分の分布

遊離アミノ酸をはじめとして各種の含窒素成分を分析した例を Fig. 2 に示す (図ではエキス-N に対する各成分の N の割合で示してある)。

魚類 メバルやホシザメでは分析された成分だけでエキス-N の 90% 近くが回収されているが、マアジやアカガレイではわずかに 50~60% にしか達せず、著しい相違がみられる。これに対し、*Salmo salar* の parr では遊離アミノ酸、Ans, creatine, creatinine, アミド-N, 揮発性塩基-N でエキス-N のほとんど全部が説明できると報告されている。

甲殻類 魚類と違って遊離アミノ酸がエキス-N の過半を占める種類が多く、これに TMAO と glycine betaine を加えただけで 80~95% の N が回収されている。

軟体類 イカ類では、遊離アミノ酸、TMAO, glycine betaine の 3 者の N の合計は 60~80% で、甲殻類よりやや低い。残る 20~40% の N のうち octopine やヌクレオチドの占める部分が多いと考えられ、これらも測定したアオリイカ³⁸⁾ではほぼ完全に N 分布が明らかにされている。

貝類ではクロアワビが詳細に調べられている。

III-2. 無窒素成分も含めた分布

イソゴカイ (全体)¹⁾, アサリ (可食部)¹⁾, ウニ (生殖腺)¹⁾, イワシクジラ¹⁹⁾ などでエキス-N の 95% 以上の分布が明らかにされ、その上糖や有機酸も分析されている。イワシクジラでは無機物も定量され、測定された成分の合計はエキス乾物量の 97.5% に及び、エキスのもつとも詳細な分析例の一つとして注目される (須山: “水産動物筋肉中の低級ペプチド” の Table 2 参照)。なお、イワシクジラでは Bal が、ウニではアミノ酸がそれぞれ卓越していることが N 分布の特徴である。

III-3. エキスの詳細な分析結果の応用例

典型的な例として小侯¹⁾のウニの呈味成分の研究をあげることができる。彼はまず、分析値に従って調製した合成エキスの味が天然エキスのそれと変わらないことを確かめた後、合成エキスから個々の成分を除いて味の変化を調べてゆくいわゆる “omission test” を行ない、ウニ特有の味の発現には微量の Met が不可欠であるというきわめて興味ある結果を得ている。

これと同種の研究はアワビ³⁹⁾ やかつおぶし⁴⁰⁾ についても行なわれており、前者では呈味における Glu と AMP の重要性が明らかにされ、後者では多量に含まれる His が味と無関係であると結論されている。

一方、筆者ら⁴¹⁾はアサリエキスがウナギを強く誘引することに注目し、有効物質を同定する目的で同様の omission test を行ない、アミノ酸の混合物が有効なことを示している。

IV. 新たに発見された窒素成分

ここ約 10 年間に水産動物から発見された新物質あるいは水産動物に初めて存在が示された物質は次のとおり約 20 種にも及んでいる (括弧内は材料動物名)。

D-Cysteinolic acid (イトマキヒトデ)¹⁾, N-methyltaurine, N,N-dimethyltaurine (海綿の一種 *Calyx nicacensis*)⁴²⁾, taurobetaine (石灰海綿の一種)⁴³⁾, β -sulfoalaninamide (スルメイカ)⁴⁴⁾, 2-aminoethylphosphonic acid (イソギンチャクの一種 *Anthopleura elegantissima*)⁴⁵⁾, 2-amino-3-phosphonopropionic acid (スナギンチャクの一種 *Zoanthus sociatus*)⁴⁵⁾, 2-methylaminoethylphosphonic acid, 2-dimethylaminoethylphosphonic acid, 2-trimethylaminoethylphosphonic acid (イソギンチャクの一種 *A. xanthogrammica*)⁴⁵⁾, glyceryl-(2-aminoethyl)-phosphonate (イソギンチャクの一種 *A. elegantissima*)⁴⁵⁾, γ -hydroxyarginine (ムラサキクルマナマコ)⁴⁶⁾, β -guanidinopropionic acid, hydroxyagmatine (ヨロイイ

ソギンチャク)⁴⁷⁾, hypotaurocyamine, phosphohypotaurocyamine (ホシムシの一種 *Phascalosoma vulgare*)⁴⁸⁾, herzynine, ergothioneine (カブトガニの一種 *Limulus polyphemus*)⁴⁹⁾, β -aminoisobutyric acid (ムラサキイガイ)⁵⁰⁾, atrinine (タイラギ)⁵¹⁾, L-threonine ethanolamine phosphate (ニジマス)⁵²⁾.

V. むすび

わが国におけるこの分野の研究では、主要漁獲対象種について遊離アミノ酸、TMAO、ヌクレオチドなど主な成分がひとわり調べられて一段落し、今後の研究の方向を模索しているかのごとく、現在きわめて低調である。しかし、遊離アミノ酸だけを見ても、これまでに分析された種類は、水産動物が多種多様なのに比較するとまことに微々たるもので、比較生化学的観点からなお多くのデータ特に非食用種のそれらが蓄積されることが望ましい。この際、同一試料についてできるだけ多くの成分が測定されるならば、そのデータは一層有用なものとなるであろう。

一方、食品化学的見地から呈味成分を対象とした研究では、従来味覚試験が伴わなかつたきらいがある。上述のウエの研究で例示されたような成分分析と味覚試験とを結び付けた研究が、今後主な食用種や水産加工品について行なわれることが望ましい。

エキスの組成をみて常に奇異に感ずることは、エビ類の Gly, カツオ・マグロ類の His, 鯨類のジベプチドのようにある種類に特定の成分が著しく多く蓄積されていることである。それを支配している因子やその生理的意義の解明は困難な問題とは思われるが、今後ぜひ取り組むべき研究課題と考える。

文 献

- 1)* 大石圭一: *New Food Ind.*, **10** (12), 1~12 (1968).
- 2) 木田健治・田元 馨: 北水試月報, **24**, 374~381 (1967).
- 3) C. B. COWEY, K. W. DAISLEY, and G. PARRY: *Comp. Biochem. Physiol.*, **7**, 29~38 (1962).
- 4) N. DAMBERGS and P. ODENSE: *J. Fish. Res. Bd. Canada.*, **25**, 935~942 (1968).
- 5) 鴻巣章二・橋本芳郎: 本誌, **25**, 307~311 (1959).
- 6) 奥村彩子・村田喜一・高木光造・大石圭一: 北大水産彙報, **17**, 147~151 (1966).
- 7) 高木光造・飯田 優・村山花子・相馬すが: 同誌, **21**, 128~132 (1970).
- 8) 大石圭一・飯田 優・吉村彩子: 本誌, **36**, 1226~1230 (1970).
- 9) S. BRICTEUX-GRÉGOIRE, G. DUCHÂTEAU-BOSSON, C. JEUNIAUX, and M. FLORKIN: *Arch. Intern. Physiol. Biochim.*, **72**, 267~275 (1964).
- 10) C. B. COWEY: *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **43**, 485~493 (1963).
- 11) 藤田真夫: “エビ類の筋肉エキス中の窒素化合物に関する研究”, 107 pp. (1961).
- 12) C. JEUNIAUX, S. BRICTEUX-GRÉGOIRE, and M. FLORKIN: *Cahiers Biol. Mar.*, **2**, 373~379 (1961).
- 13) C. B. COWEY: *Comp. Biochem. Physiol.*, **2**, 173~180 (1961).
- 14) S. BRICTEUX-GRÉGOIRE, G. DUCHÂTEAU-BOSSON, C. JEUNIAUX, and M. FLORKIN: *Arch. Intern. Physiol. Biochim.*, **70**, 273~286 (1962).
- 15) P. L. VULFSON: *Biokhimiya*, **26**, 300~304 (1961).
- 16) H. SCHAEFER: *Helgoländer Wiss. Meeresuntersuch.*, **8**, 257~275, 280~286 (1962).
- 17) J. W. SIMPSON, K. ALLEN, and J. AWAPARA: *Biol. Bull.*, **117**, 371~381 (1959).
- 18) C. JEUNIAUX, G. DUCHÂTEAU-BOSSON, and M. FLORKIN: *J. Biochem.*, **49**, 527~531 (1961).
- 19) M. SUYAMA, M. MURAYAMA, and S. TAKEUCHI: *This Bull.*, **36**, 1250~1257 (1970).
- 20) P. R. BERGQUIST and W. D. HARTMAN: *Mar. Biol.*, **3**, 247~268 (1969).
- 21) R. B. HUGHES: *J. Sci. Fd Agric.*, **15**, 293~299 (1964).
- 22) N. R. JONES: *ibid.*, **10**, 282~286 (1959).
- 23) W. VYNCKE: *Mar. Biol.*, **6**, 248~255 (1970).
- 24) C. B. COWEY and G. PARRY: *Comp. Biochem. Physiol.*, **8**, 47~51 (1963).
- 25) R. M. LOVE: *The Chemical Biology of Fishes*, 547 pp., Academic Press, London (1970).
- 26) 坂口守彦・清水 亘: 本誌, **31**, 72~75 (1965).
- 27) J. D. WOOD, D. W. DUNCAN, and M. JACKSON: *J. Fish. Res. Bd. Canada.*, **17**, 347~351 (1960).

* この総説「魚介肉のエキス成分」に引用されている論文はすべて1)とし、個々の引用を省略した。

- 28) C. CHOLETTE, A. GAGNON, and P. GERMAIN: *Comp. Biochem. Physiol.*, **33**, 333~346 (1970).
- 29) R. GILLES: *Arch. Intern. Physiol. Biochim.*, **78**, 91~99 (1970).
- 30) E. L. GASTEIGER, P. C. HAAKE, and J. A. GERGEN: *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **90**, 622~636 (1960).
- 31) J. R. BEERS: *Comp. Biochem. Physiol.*, **21**, 11~21 (1967).
- 32) M. SAKAGUCHI, M. HUIJITA, and W. SIMIDU: *This Bull.*, **30**, 999~1002 (1964).
- 33) V. M. CHANG, H. TSUYUKI, and D. R. IDLER: *J. Fish. Res. Bd. Canada.*, **17**, 565~582 (1960).
- 34) N. V. THOAI and J. ROCHE: *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **90**, 923~928 (1960).
- 35) 遠藤金次・清水 亘: 本誌, **29**, 362~365 (1963).
- 36) N. V. THOAI and Y. ROBIN: *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **41**, 735~742 (1959).
- 37) 麓 禎康: 神戸大教育研, **39**, 51~53 (1968).
- 38) 遠藤金次・藤田真夫・清水 亘: 本誌, **29**, 366~370 (1963).
- 39) 鴻巣章二: 昭和 36 年度研究報告集録, 農学編 (総合研究), 184 (1962).
- 40) 鴻巣章二・前田安彦・藤田孝夫: 本誌, **26**, 45~48 (1960).
- 41) 橋本芳郎・鴻巣章二・伏谷伸宏・能勢健嗣: 本誌, **34**, 78~83 (1968).
- 42) D. ACKERMANN and R. PANT: *Z. Physiol. Chem.*, **326**, 197~199 (1961).
- 43) D. ACKERMANN and P. H. LIST: *ibid.*, **317**, 78~81 (1959).
- 44) Y. KOJIMA and H. KUSAKABE: *J. Sci. Res. Inst.*, **51**, 189~194 (1957).
- 45) E. ROBERTS and J. S. KITTREDGE: *U. S. Clearinghouse Fed. Sci. Tech. Inform.*, AD 1969, AD-697976 (1969).
- 46) Y. FUJITA: *Bull. Chem. Soc. Japan*, **32**, 439~442 (1959); **33**, 1379~1381 (1960).
- 47) S. MAKISUMI: *J. Biochem.*, **49**, 284~291 (1961).
- 48) Y. ROBIN and N. V. THOAI: *Biochim. Biophys. Acta*, **63**, 481~488 (1962).
- 49) D. ACKERMANN and P. H. LIST: *Z. Physiol. Chem.*, **313**, 30~36 (1958).
- 50) J. AWAPARA and K. ALLEN: *Science*, **130**, 1250 (1959).
- 51) S. KONOSU, Y.-N. CHEN, and K. WATANABE: *This Bull.*, **36**, 940~944 (1970).
- 52) H. ROSENBERG, A. H. ENNOR, D. D. HAGERMAN, and S. SUGAI: *Biochem. J.*, **84**, 536~541 (1962).