南極オキアミ (*Euphausia superba*) の消化過程における アミノ酸およびオリゴペプチドの遊離の様相

福田和弘*・谷 敏文**・渡辺忠美*・小川 正***

Liberation Profiles of Amino Acids and Oligopeptides during the Enzymatic Digestion of Antarctic Krill (*Euphausia superba*)

Kazuhiro FUKUDA*, Toshifumi TANI**, Tadaharu WATANABE*
and Tadashi OGAWA***

* Tokushima Prefectural Food Research Institute, Akui-cho, Tokushima 770

** Itano Refrigerated Food Co., LTD, Seto-cho, Naruto 772

*** Department of Nutrition, School of Medicine, The University
of Tokushima, Kuramoto-cho, Tokushima 770

Profiles of the time-dependent liberation of free amino acids and oligopeptides during the enzymatic digestions of antarctic krill (autolysis, autolysis in the presence of commercial proteinase and digestion with commercial proteinase alone) were determined by an automatic amino acid analyser and convenient colorimetric methods. Glutamic acid, alanine, valine, leucine, lysine and arginine were preferentially liberated together with oligopeptides by autolysis, while release of glycine and proline was found to be scarce. Autolysis in the presence of commercial proteinase markedly enhanced the accumulation of almost all the amino acids and oligopeptides having the glutamic acid, aspartic acid, glycine and lysine residues. The effect of added enzymes on the profiles of the amino acid liberation was shown to be synergistic rather than additive, since the digestion with commercial enzyme alone could hardly release free amino acids except for oligopeptides. Taurine, one of the predominant non-protein amino acids in the digest, was kept in constant levels through the digestion periods, indicating that this amino acids may be available for the estimation of product yields in processing. The convenient colorimetric methods consisting of the selective coloration of free amino acids with Cd-ninhydrin and of free amino groups with trinitrobenzenesulfonic acid were proved to be useful for monitoring the digestion process.

(Received Sep. 12, 1985)

南極オキアミ (*Euphausia superba* 以下オキアミと略す) は豊富な未利用タンパク資源として注目され、その有効利用に関して成分組成及び性状^{1)~12)}、安全性及び栄養価^{13)~17)}等、総合的な研究が進められてきた。しかし、実用化を考えた場合、オキアミのプロテアーゼ^{18)~27)}、チロシナーゼ^{28)~30)}等の強い活性による死後変性の速いこと、漁場が非常に遠いこと等の制限があり、その品質は、漁獲後の処理³¹⁾³²⁾、保存法³³⁾³⁴⁾に左右される。生凍結オ

キアミを原料とした場合は、前記の理由により、一定した品質を得難く、良質なタンパク質原料とは言い難い。従って、その有効利用の一つとして、オキアミの強い自己消化力、あるいは、市販プロテアーゼ製剤の併用による消化反応を利用したオキアミタンパクの酵素分解液、すなわち、天然調味料 (本報では、オキアミエキスと称する) の製造が考えられる。この調製については、すでに試みられてはいるが¹⁾³⁵⁾、その調製過程において、調

* 徳島県食品加工試験場 (〒770 徳島県徳島市鮎喰町 2-41)

** イタノ冷凍株式会社 (〒772 徳島県鳴門市瀬戸町明神)

*** 徳島大学医学部栄養学科 (〒770 徳島県徳島市蔵本町 3)

味液の呈味性に関与すると考えられる遊離アミノ酸、ペプチド等の組成や生成量の経時変化については、十分な検討がなされていない。

本報では、オキアミエキスの工場生産、品質管理における基礎的資料を得ることを目的として、自己消化反応及びタンパク消化に利用されている市販の微生物プロテアーゼ存在下の自己消化反応、または、市販微生物プロテアーゼのみによる反応において、5% (w/v) トリクロル酢酸 (TCA) 可溶画分中の遊離アミノ酸及びオリゴペプチドの構成アミノ酸をアミノ酸自動分析計により、経時的に追跡した。また、同時に簡便法によっても消化過程の解析を試み、その定量性について、アミノ酸自動分析計の結果と比較検討したので報告する。

実験方法

1. 実験材料

南極オキアミ (4~5 cm, L~LL サイズ³¹⁾) は、1983年2月、ソ連船団により、ウィルクスランド沖、昭和基地沖で漁獲後、生凍結され、-25°C で保存されたものである。

2. 酵素剤

市販のタンパク分解酵素として、プロテアーゼアミノ A (Pro-A と略す) (天野製薬, *Aspergillus oryzae* 起源, 至適 pH 7.0, 21 000 u/g (Casein-Folin-B 法³⁶⁾) を使用した。

3. オキアミエキスと分析試料の調製

Fig. 1 に示した方法に従ってオキアミエキス及び分析試料を調製した。本実験に用いたオキアミ摩砕物の水懸濁液の pH は、8.0 付近である。自己消化反応の至適 pH は、8.0 付近にあることが知られており²⁰⁾²²⁾、一方、Pro-A は中性付近に幅広い至適 pH を有することから、本実験におけるすべての反応において、摩砕物の pH 調整は行わなかった。

Pro-A の添加量は、予備実験の結果及び実用使用濃度 (原料に対する酵素剤の価格比) を考慮して、オキアミ重量当り 0.2% (w/w) とした。酵素による分解反応は、遠心分離の時間を考慮し、所定の時間行なった。続いて、分解液を遠心分離 (4 000 rpm, 10 分) し、上澄に等量の 10% (w/v) TCA を加えて 10 分間放置した後、再び遠心分離 (4 000 rpm, 10 分) を行って抽出液を分け取り、本抽出液を分析試料とした (反応 A-I 及び A-II)。ただし、酵素剤のみによる分解反応 (反応 B) においては、オキアミ摩砕物水懸濁液をあらかじめ 93°C, 10 分加熱し、自己消化酵素を失活させ、減少した水分量を補充した後、酵素剤を添加して反応を行い、前記と同様の操作により分析試料を調製した。

4. 分析方法

(1) 遊離アミノ酸の定量

前記分析試料を蒸留水にて一定容 (2 000 倍) に希釈し、常法に従ってアミノ酸自動分析計 (日立-M 835 型) により遊離アミノ酸を定量した。

(2) ペプチド構成アミノ酸の定量

Fig. 1 Digestion systems and preparation of analytical samples

Table 1 Time-dependent liberation of free and bound amino acids in krill digests (amount (mg))*³

Amino acid		Digestion system											
		Autolysis (Reaction A-I)				Autolysis+commercial proteinase (Reaction A-II)				Commercial proteinase alone (Reaction B)			
		Reaction time (h)											
		0	2	4	6	2	4	6	0	2	4	6	
Asp	A* ¹	34.2	43.9	66.9	73.5	84.7	133.1	163.3	30.7	32.5	40.1	36.6	
	B* ²	207.5	326.1	430.2	446.9	822.0	1 050.3	1 011.3	458.4	853.3	966.7	1 040.3	
Thr	A	62.2	72.3	114.0	109.1	183.1	344.8	326.6	58.2	60.6	76.7	95.6	
	B	101.5	136.4	178.8	180.9	343.6	437.8	433.6	180.7	334.0	384.2	412.7	
Ser	A	39.4	37.4	65.5	67.7	115.8	204.6	228.3	40.9	46.5	58.4	56.6	
	B	89.5	116.7	157.5	159.4	309.1	407.9	389.6	175.8	312.8	357.2	379.1	
Glu	A	18.8	54.0	98.6	134.2	154.9	306.3	394.8	15.9	15.9	15.9	20.7	
	B	412.2	570.2	734.9	727.4	1 212.1	1 481.0	1 447.2	807.4	1 303.5	1 435.7	1 522.0	
Pro	A	378.9	417.5	376.0	428.2	424.5	356.6	418.2	435.4	477.8	453.3	441.6	
	B	507.5	529.3	572.5	570.8	679.6	773.1	728.6	633.4	762.3	802.1	838.6	
Gly	A	181.0	171.2	198.0	190.0	203.1	258.5	257.0	190.0	197.7	201.9	200.2	
	B	299.7	327.3	388.5	374.1	503.1	601.2	580.9	427.4	568.4	609.4	643.8	
Ala	A	156.9	182.0	237.9	249.8	330.8	468.3	481.3	159.7	165.3	171.7	183.4	
	B	229.4	286.7	363.8	356.7	538.7	655.3	638.8	381.3	581.0	636.0	674.9	
Cys	A	34.6	43.5	48.5	51.2	137.5	132.4	132.4	38.0	58.4	58.1	86.3	
	B	165.3	169.9	193.2	181.4	254.0	300.9	282.1	213.4	256.4	262.4	282.6	
Val	A	87.3	108.2	151.1	167.0	279.8	429.7	431.3	88.3	89.8	119.5	149.5	
	B	121.0	164.4	216.3	221.3	400.4	514.9	510.3	223.3	397.9	447.1	492.5	
Met	A	51.6	61.0	89.0	93.7	184.4	252.6	251.8	55.4	50.4	73.9	107.7	
	B	59.5	73.9	109.7	102.8	189.6	269.0	244.3	129.2	184.4	224.8	229.9	
Ile	A	65.3	82.3	122.7	129.9	235.5	380.5	386.9	73.7	75.0	113.1	148.1	
	B	92.1	139.2	172.7	188.7	372.3	477.4	493.5	180.9	330.5	379.4	424.4	
Leu	A	103.9	157.2	222.9	242.6	477.2	665.7	650.6	101.4	104.7	172.9	245.5	
	B	176.1	241.8	320.0	324.1	598.4	768.7	748.8	339.8	597.0	681.7	732.1	
Tyr	A	52.4	75.2	107.5	116.0	216.5	324.5	323.4	30.8	42.8	48.7	68.9	
	B	62.0	80.8	120.7	122.3	217.3	333.4	295.5	94.4	163.8	197.1	187.9	
Phe* ⁴	A	440.1	367.7	554.4	375.7	713.7	894.1	461.7	552.9	572.6	732.5	899.2	
	B	442.4	460.9	509.5	468.5	592.1	736.3	647.3	574.1	712.0	748.0	791.3	
Lys	A	179.7	198.5	293.0	277.5	434.9	637.6	587.7	177.0	181.6	237.9	298.7	
	B	258.3	328.1	425.1	414.6	693.9	879.0	832.3	432.9	741.7	815.8	881.7	
His	A	25.1	26.8	46.7	35.9	75.7	139.1	120.0	25.1	27.5	33.5	39.9	
	B	43.3	64.9	69.8	75.9	168.2	210.6	203.5	81.8	183.3	177.7	222.7	
Arg	A	154.9	192.0	234.5	250.2	356.9	484.8	487.6	134.3	136.2	185.9	222.1	
	B	202.8	258.3	314.6	318.0	506.2	617.9	613.7	301.0	495.3	568.8	599.1	
NH ₃	A	37.1	33.3	48.2	40.7	48.6	69.5	55.6	56.4	57.7	66.3	70.9	
	B	120.9	112.4	140.7	122.0	162.3	210.3	176.1	177.0	232.1	224.7	279.9	

*¹ Free amino acids*² Total amino acids determined after acid hydrolysis (free and bound amino acids)*³ Amounts represent mg of amino acids liberated from 100 g krill.*⁴ This fraction contains unidentified ninhydrin-positive compound(s) which are decomposed by acid and enzymatic hydrolyses.

一定容に希釈 (2000 倍) した分析試料に 塩酸を加え 6 N の濃度にして 105°C, 24 時間加水分解を行った後, アミノ酸の定量を行い, 加水分解によるアミノ酸の増加量をペプチドを構成するアミノ酸とした。

(3) 改良カドミウム-ニンヒドリン法³⁷⁾ (MCN 法と略す) による遊離アミノ酸総量の定量

分析試料液 0.5 ml, カドミウム-ニンヒドリン試薬 (ニンヒドリン 0.8 g をエタノール 80 ml に溶解し, 酢酸 10 ml と塩化カドミウム水溶液 (1 g/ml) 1 ml を添加混合したもの) 1 ml を径 18 mm 試験管内で混合し, 試験管の口にガラス玉を置き, 84°C で 5 分間加熱した後, 氷水中にて冷却し, 507 nm で吸光度を測定した (島津(社)製, UV-250 型分光光度計)。検量線は L-ロイシンを標準として作成し, 遊離アミノ酸総量をロイシン等量として求めた。

(4) トリニトロベンゼンスルホン酸法³⁸⁾ (TNBS 法と略す) による遊離アミノ基総量の定量

分析試料液 1 ml に 4% (w/v) 炭酸水素ナトリウム溶液 (pH 8.5) 1 ml 及び 0.1% (w/v) トリニトロベンゼンスルホン酸水溶液 1 ml を加え, 40°C で 30 分反応させた (L-ロイシンのトリニトロフェニール (TNP) 化は, 本条件で 100% 進行する)。反応を 1 N 塩酸 0.5 ml を添加して停止後, 335 nm で吸光度を測定した。検量線は前記 MCN 法と同様に L-ロイシンを標準として作成し, ペプチド及び遊離アミノ酸由来の遊離アミノ基の総量をロイシン等量として求めた。

実験結果及び考察

1. 自己消化及び市販酵素剤添加反応におけるアミノ酸及びオリゴペプチド遊離の様相

Fig. 2 Histogram representing the free amino acids in the krill digests before and after acid hydrolysis (at 4-h digestion periods)

1. Autolysis, 2. Commercial proteinase alone, 3. Autolysis in the presence of commercial proteinase

■: Free amino acids in the starting materials

□: Free amino acids liberated by enzymatic digestion

┘: Total amino acids determined after acid hydrolysis

自己消化のみ(反応 A-I)と自己消化に Pro-A (0.2% (w/w)) を添加したもの(反応 A-II)及び自己消化酵素を加熱失活(93°C, 10分)させた後, Pro-A (0.2% (w/w)) のみによる反応(反応 B)の3つの異なる条件下における遊離アミノ酸及びペプチド態アミノ酸の経時的生成量を繰り返し測定した。Table 1 は、その典型的な遊離の様相について生成したアミノ酸の重量で示したものである。他のすべての実験においても同様の結果が得られた。

この Table より明らかなように、生凍結保存オキアミ中には、摩砕時にすでに遊離型として約 2.5 g, 5% (w/v) TCA 可溶のオリゴペプチド態として約 1.4 g のアミノ酸がオキアミ 100 g に存在する。新鮮オキアミの遊離アミノ酸については、須山¹²⁾の報告があるが、ここに得られた値よりはるかに低い値を示していることから、緒言でも述べたように、凍結状態下でも強力な自己消化酵素の作用による死後変性の速さを裏付けるものである。

個々のアミノ酸の遊離の様相は、反応条件、特に消化に関与する酵素群の特異性に依存すると考えられるが、アミノ酸ごとに著しい差が認められた。反応 A-I, II 及び反応 Bにおいて、反応時間4時間の時点での様相をオキアミ 1g 当りの μmol でヒストグラムに示したのが Fig. 2 である。遊離アミノ酸については反応 A-I において、グルタミン酸、アラニン、バリン、ロイシン、リジン、アルギニン等の顕著な遊離が認められるのに対し、反応 Bにおいては、イソロイシン、ロイシン等の疎水性アミノ酸とリジン、アルギニンについて遊離が観察された。特にグルタミン酸の遊離は、ほとんど認められない。また、グリシン、プロリンの遊離は、いずれの反応においても微量であった。

これに反して、5% (w/v) TCA 可溶オリゴペプチド態として存在するアミノ酸は、いずれのアミノ酸に関しても反応 Bにおいて大きな値を示した。特にアスパラギン酸、スレオニン、セリン、グルタミン酸、プロリン、グリシン、アラニン、バリン、イソロイシン、ロイシン、リジン、アルギニンの各アミノ酸は、ペプチド態として多量に残存することを示す結果を得た。この事実は反応 B、すなわち Pro-A による消化において、エンドペプチダーゼ作用が強く、消化は進行するもののエキソペプチダーゼ群の活性が低いために、オリゴペプチドの段階で分解が停止していることを示している。特にすべての反応において、アスパラギン酸、グルタミン酸を含むオリゴペプチドの蓄積が著しいことが特徴である。なお、反

応 A-I, II と反応 Bの間には、反応開始時の遊離アミノ酸量及びペプチド量に差が認められるのは、反応 Bにおいて自己消化酵素を失活させるための加熱処理を行った結果、生じた差である。

一方、反応 A-II、すなわち Pro-A 存在下の自己消化反応における様相は、アスパラギン酸、グルタミン酸、アラニン等のアミノ酸の遊離において Pro-A の添加効果が自己消化に相加的に現われる。しかしながら、スレオニン、セリン、シスチン、バリン、メチオニン、イソロイシン、ロイシン、チロシン、リジン、ヒスチジン、アルギニン等の遊離においては、単純な加算の効果以上に相乗的效果を与えることが示された。反応4時間において得られる遊離アミノ酸を比較すると、オキアミ 100g 当り反応 A-I で約 3.4 g, 反応 B で約 3.1 g に対して、反応 A-II では、約 6.9 g に達する。また、オリゴペプチド態のアミノ酸量は、反応 A-II において反応 A-I より大であるが、Pro-A のみによる反応 B と比べると全般に低い。すなわち、ペプチド態として存在する総アミノ酸量は、反応 A-II によるオリゴペプチドの生成を強く反映していると考えられる。

以上、反応 A-I と A-II の間に見られるアミノ酸遊離の相乗的效果は、両反応に関与する酵素群の特異性の差に起因する現象と考えられ、Pro-A 中のエンドペプチダーゼによって生成したペプチドの両末端アミノ酸が、自己消化酵素群のエキソペプチダーゼの良好な基質として作用し、より有効なアミノ酸の遊離を促すものと考えられる。この現象はエキス製造の観点からすれば、自己消化反応のみでなく、異質な特異性を有する酵素の添加が、アミノ酸の収量増加という点で有効であることを示している。アミノ酸、オリゴペプチドの生成は、4時間を経過するといずれの反応においても、酵素の失活、あるいは生成物阻害によると思われる反応の低下傾向を示す。また、反応6時間を過ぎると苦味成分の生成をもたらし、さらに長時間の反応は微生物汚染が考えられ、実用的なオキアミエキスの品質や収量を考慮すれば、本条件では、4時間程度の反応が適当であると考えられた。

また、本実験において明らかにされたように、タンパク質中に比較的多量存在し、呈味の発現に関与するとされているグルタミン酸の遊離は非常に低く、グルタミン酸は、オリゴペプチドとして最も多量存在するのが特徴的である。グルタミン酸を含有するオリゴペプチド中には、NOGUCHI ら³⁰⁾の報告に示されるように、旨味や苦味ペプチドのマスキング効果が期待できるものもあり、この点においてもエキス製造には、反応 A-II の自己消化

Fig. 3 Taurine contents in the krill digests

○—○: Autolysis

▲—▲: Commercial proteinase alone

●—●: Autolysis in the presence of commercial proteinase

と酵素剤の併用が有効であると言える。この様なグルタミン酸やアスパラギン酸を含むオリゴペプチドの蓄積は、消化に働くエキソペプチダーゼ類の基質特異性を理解する上で興味ある問題を提起するものである。なお、オキアミエキス中には、生体成分としてのタンパク質を構成しないアミノ酸も種々観察されるが、それらのうちの量的に主要なものは、タウリンとオルニチンであった。

Fig. 3 は、タウリンの挙動を経時的に追跡したものである。消化反応の経過に関係なく常に一定の値をとることを明らかにした。この事実は、エキス製造上オキアミのタウリン量をあらかじめ把握しておけば、生産物の収量や、エキスそのものを出発素材とする種々の製品の管理上有効な指標物質として利用し得ることを示している。

2. 簡便法による遊離アミノ酸及びペプチド量の定量

食品加工の現場において、酵素消化過程を簡便に追跡することができれば、品質の判定、収量の算定に有力な手段となる。本実験においては、遊離アミノ酸に特異的とされる MCN 法及び遊離アミノ基の定量法として有効な TNBS 法の適用の可能性について、アミノ酸自動分析計の結果と比較検討した。TNBS 法による L-ロイシンの TNP 化は、約 30 分で最高値に対することから、測定所要時間の短縮を目的として反応時間を 30 分に設定した。MCN 法で得られた総遊離アミノ酸量は、アミノ酸自動分析計による定量値に対して常に一定の低い値を示した。その原因として、MCN 法では、L-ロイシンを標準としているために、個々のアミノ酸の発色率の差

Table 2 Color development of amino acids by Cd-ninhydrin or TNBS reactions

Amino acid	Cd-ninhydrin	TNBS* ¹
	Relative color yield (%) ^{*2}	
Aspartic acid	81.9	90.4
Threonine	91.6	90.8
Serine	103.6	94.2
Glutamic acid	98.3	94.4
Proline	0	0.9
Glycine	92.4	102.0
Alanine	83.7	84.8
Cystine	164.5	168.2
Valine	82.8	88.1
Methionine	108.9	94.4
Isoleucine	91.6	91.6
Leucine	100.0	100.0
Tyrosine	43.0	86.7
Phenylalanine	47.3	84.9
Lysine	62.9	90.5
Histidine	50.1	75.9
Arginine	71.7	70.4
Ornithine	103.6	106.2
Taurine	1.2	113.9
Ammonia	0	12.0
Average	74.0	87.0
Average of mixture ^{*3}	71.7	82.9

*¹ Trinitrobenzenesulfonic acid*² Relative to leucine (100)*³ Amino acid mixture prepared according to the amino acid composition of the krill digest (Reaction A-II, 4 h)

が反映されているものと考えられ、L-ロイシンに対する各アミノ酸の相対発色率を比較検討した。その結果を Table 2 に示す。

オキアミエキス中に見い出される 19 種の主要遊離アミノ酸（タウリン、オルニチンを含む）及びアンモニアの平均発色率は、MCN 法では 74.0% であり、プロリン、タウリン、アンモニアは呈色しない。一方、TNBS 法では平均発色率 87.0% を示し、プロリン、アンモニアの発色率は著しく低かった。リジン、オルニチンは、TNBS 法においては理論上ロイシンの 2 倍の値を示すが、反応時間を 30 分に設定すれば約 50% の発色率であり、2 個のアミノ基の内、約 1 個分が反応することになる。さらに実際の酵素分解液に適用し得るように、オキ

Fig. 4 Time course of the liberation of free amino acids and oligopeptides in the krill digests
A. Autolysis, B. Commercial proteinase alone, C. Autolysis in the presence of commercial proteinase

- : Total free amino acids determined by the amino acid analyser (excluding ammonia)
- : Total amino acids determined by the amino acid analyser after acid hydrolyses
- ▲-▲: Total free amino acids determined by Cd-ninhydrin method
- △-△: Total free amino groups determined by TNBS method

アミエキス (反応 A-II の 4 時間反応液) 中の アミノ酸組成と同じ組成のアミノ酸混合液を用い、これと等モル量の ロイシンに対する 発色率を比較したところ、MCN 法では 71.7%, TNBS 法では 82.9% と標準アミノ酸の等モル混合液より少し低い値が得られた。従って、本実験の MCN 法では 1.39 (100/71.7), TNBS 法では 1.21 (100/82.9) をロイシン等量値に対する補正係数として、以下の計算で用いた。

アミノ酸自動分析計により定量された遊離アミノ酸量、及びペプチド態のアミノ酸をも含めたアミノ酸総量と MCN 法、TNBS 法によって求めた値の各反応条件における経時変化を比較したものが Fig. 4 である (ただし、アミノ酸自動分析計による遊離アミノ酸定量値にはアンモニアを含まない)。Fig. 4 より明らかなように、MCN 法による遊離アミノ酸総量は、アミノ酸分析計の結果とよく一致し、本法が、遊離アミノ酸総量を近似するのに有効な方法であることを示す。一方、TNBS 法の値は、遊離アミノ基の総量を示すものであり、MCN 法で得た値との差は、ペプチド由来の N 末端アミノ基量 (ペプチド当量) と考えることができる。従って、アミノ酸自動分析計により得られた酸加水分解によって増加するアミノ酸量を、TNBS 法の値と MCN 法の値の差 (ペプチド当量) で除することにより、5% TCA に可溶なオ

リゴペプチドの平均アミノ酸残基数を推定し得る。反応 A-I 及び A-II では、ペプチドの平均アミノ酸残基数は約 2 となり、反応 B では、約 4 の値を示し、市販酵素剤のみの反応においては、より長鎖のペプチドが残存していることを示した。

一方、酵素剤によるタンパク質消化には、苦味成分の生成が伴うことは周知の事実である。本実験において、結果として示していないが、官能検査により、反応 6 時間を経過すると苦味を感じるようになるが、その強さは反応 B > 反応 A-II > 反応 A-I の順である。この苦味成分の生成は、市販酵素の基質特異性または、生成した苦味ペプチドの分解に関与するエキソペプチダーゼの欠除によるものと考えられる。反応 B の場合、酸加水分解により遊離するアミノ酸をみると、一般に知られている苦味ペプチドを構成するアミノ酸類⁴⁰⁾が多い傾向にある。呈味の面に関してエキス製造時の生成ペプチド等のアミノ酸組成を考慮し、種々の酵素剤を組合せた分解等、今後検討すべき課題である。

要 約

生凍結南極オキアミ (*Euphausia superba*) を用いて、異なる酵素分解条件下でオキアミエキスを調製し、5% TCA 可溶画分中の遊離アミノ酸及びペプチド生成の様

相を検討した。

(1) オキアミの自己消化酵素単独では、グルタミン酸、アラニン、バリン、ロイシン、リジン、アルギニン等が遊離しやすく、また、アスパラギン酸、グルタミン酸、グリシンを含有するオリゴペプチドの蓄積が顕著であり、それらの平均アミノ酸残基数は、比較的小さく約2残基であった。

(2) 自己消化に市販酵素剤（プロテアーゼアミノ A、原料に対して0.2% (w/w)）を併用した場合、アミノ酸の遊離において、添加効果が自己消化に相加的に現われるアミノ酸、ならびにスレオニン、セリン、シスチン、バリン、メチオニン、イソロイシン、ロイシン、チロシン、リジン、ヒスチジン、アルギニン等の相乗的効果が現われるアミノ酸が認められた。また、オリゴペプチド量も酵素添加によって著しく増加するが、その平均アミノ酸残基数は、約2残基であった。

(3) 加熱処理により自己消化酵素を失活させたオキアミの市販酵素剤単独による消化では、ロイシン等の疎水性アミノ酸とリジンの遊離率が高く、残存ペプチドの平均アミノ酸残基数は、約4残基であり、自己消化酵素の関与する場合に比較してペプチド鎖長は、2倍の値を示した。

(4) 前記いずれの反応条件においても、プロリン、アスパラギン酸、グルタミン酸、グリシンの遊離は低い値を示し、アスパラギン酸、グルタミン酸は蓄積されるオリゴペプチド中の主要な成分として検出された。

(5) 改良ニンヒドリン法及びトリニトロベンゼンスルホン酸法を併用することにより、簡便な遊離アミノ酸及びペプチド量の定量が可能なること、及び食品加工の現場における品質管理に適用できることを示した。

(6) オキアミ生体成分としてのタンパク質を構成しない主要なアミノ酸であるタウリンは、酵素反応条件、反応時間にかかわらず一定の値を示し、エキスを素材とした加工品製造過程の品質管理に指標物質として応用し得ることを示した。

文 献

- 1) 築瀬正明：東海区水研報，**65**，59 (1971)。
- 2) 築瀬正明：東海区水研報，**77**，97 (1973)。
- 3) 築瀬正明：東海区水研報，**78**，79 (1974)。
- 4) 築瀬正明：東海区水研報，**83**，1 (1975)。
- 5) 築瀬正明：東海区水研報，**99**，43 (1979)。
- 6) 築瀬正明：東海区水研報，**102**，61 (1980)。
- 7) 築瀬正明：東海区水研報，**104**，97 (1980)。
- 8) グランサム，G.J.：オキアミの利用，(FAO 刊，海洋水産資源開発センター資料：No. 8，東京)，p. 2 (1978)。
- 9) 柴田宣和：東海区水研報，**100**，17 (1979)。
- 10) SIDHU, G. S., MONTGOMERY, W. A., HOLLOWAY, G. L., JOHNSON, A. R. and WALKER, D. M.: *J. Sci. Food Agric.*, **21**, 293 (1970)。
- 11) 渡辺武彦・杉井麒三郎・衣巻豊輔：東海区水研報，**85**，13 (1976)。
- 12) 須山三千三・中島喜久一・野中順三九・日水誌，**31**，302 (1965)。
- 13) 岩谷昌子・小島義樹・田村盈之輔：栄養学雑誌，**35**，101 (1977)。
- 14) 小島義樹・印南 敏・岩谷昌子・田村盈之輔：栄養学雑誌，**37**，13 (1979)。
- 15) 田村盈之輔・新関嗣郎・東条仁美・森 雅央・鈴木秀人：栄養学雑誌，**39**，37 (1981)。
- 16) 荒井君枝・渡辺武彦・衣巻豊輔：東海区水研報，**85**，1 (1976)。
- 17) 小島義樹・石黒紀子・平原文子・印南 敏・西出英一：栄養学雑誌，**38**，311 (1980)。
- 18) 関 伸夫・小沢竜太郎・新井健一：日水誌，**41**，1287 (1975)。
- 19) 野口明德・柳本正勝・梅田圭司・木村 進・農化，**50**，415 (1976)。
- 20) 関 伸夫・酒谷博史・小野沢鉄彦：日水誌，**43**，955 (1977)。
- 21) KAWAMURA, Y., NISHIMURA, K., IGARASHI, S., DOI, E. and YONEZAWA, D.: *Agric. Biol. chem.*, **45**，93 (1981)。
- 22) KIMOTO, K., KUSAMA, S. and MURAKAMI, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **47**，529 (1983)。
- 23) NISHIMURA, K., KAWAMURA, Y., MATOBA, T. and YONEZAWA, D.: *Agric. Biol. Chem.*, **47**，2577 (1983)。
- 24) KIMOTO, K., THANH, V. V. and MURAKAMI, K.: *J. Food Sci.*, **46**，1881 (1981)。
- 25) KAWAMURA, Y., NISHIMURA, K., MATOBA, T. and YONEZAWA, D.: *Agric. Biol. Chem.*, **48**，923 (1984)。
- 26) KIMOTO, K., and MURAKAMI, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **48**，1819 (1984)。
- 27) KIMOTO, K., YOKOI, T. and MURAKAMI, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **49**，1599 (1985)。
- 28) 桑野和民・大沢良子・関山教子・津久井亜紀夫・三田村敏男：栄養と食糧，**29**，35 (1976)。
- 29) 松本恵子・一寸木宗一・浜倉大全・前川昭男・鈴木隆雄：栄養と食糧，**31**，129 (1978)。
- 30) 野口明德・菅原恵子・梅田圭司・木村 進：日食工誌，**26**，215 (1979)。
- 31) 水産庁研究部研究課：オキアミ食用化技術開発研究成果の概要，p. 15 (1981)。
- 32) 水産庁研究部研究課：オキアミ食用化技術開発研究成果の概要，p. 33 (1982)。
- 33) 柴田宣和：東海区水研報，**111**，63 (1983)。

- 34) NISHIMURA, K., KAWAMURA, Y., MATOBA, T. and YONEZAWA, D.: *Agric. Biol. Chem.*, **47**, 2881 (1983).
- 35) 山本 淳: 日特公, 昭 51-118866 (1976).
- 36) 萩原文二: 酵素研究法, 2巻, 赤堀四郎編 (朝倉書店, 東京) p. 237 (1956).
- 37) DOI, E., SHIBATA, D. and MATOBA, T.: *Anal. Biochem.*, **118**, 173 (1981).
- 38) HABEED, A. F. S. A.: *Anal. Biochem.*, **14**, 328 (1966).
- 39) NOGUCHI, M., YAMASHITA, M., ARAI, S. and FUJIMAKI, M.: *J. Food Sci.*, **40**, 367 (1975).
- 40) 岡井秀雄・三宅一三: 化学と生物, **20**, 709 (1982). (昭和60年9月12日受理)

新 刊 紹 介

卵—その化学と加工技術—光琳テクノブックス—③

浅野悠輔・石原良三編著

本書は、卵を利用加工する技術者や、調理に卵を使う人、栄養指導にたずさわる人達を対象とした書である。編者および著者は卵の加工技術開発に30年の歴史を持つ太陽化学株式会社の研究技術スタッフが中心になっている。実際に卵を加工している人達によって書かれているため卵を利用する上で大切な卵の機能特性や利用加工について、具体的にわかりやすく書かれている。

内容は、① 卵の需給、② 卵の化学、③ 卵の機能特性、④ 卵の一次加工、⑤ 卵の二次加工、⑥ 卵の利用、である。

卵の化学から利用加工、調理まで、卵の利用に関して必要な知識を得るために良い書である。

A5版 363ページ、定価 4000円

株式会社光琳 (〒110 東京都台東区入谷 1-27-4)