

魚醤油中の揮発性塩基窒素及び 不揮発性アミン類の分析

中里光男*, 小林千種**, 山嶋裕季子**,
立石恭也**, 川合由華***, 安田和男*

Determination of Volatile Basic Nitrogen (VBN) and Non Volatile Amines in Fish Sauce

Mitsuo NAKAZATO*, Chigusa KOBAYASHI**, Yukiko YAMAJIMA**,
Yukinari TATEISHI**, Yuka KAWAI*** and Kazuo YASUDA*

Keywords: 魚醤油 fish sauce, 調味料 seasoning, 揮発性塩基窒素 volatile basic nitrogen, 不揮発性アミン non volatile amine, ヒスタミン histamine, チラミン tyramine, カダベリン cadaverine, プトレシン putrescine, トリプタミン tryptamine, フェネチルアミン phenethylamine

はじめに

近年, 我が国ではエスニックブームにより, 世界各地の様々な伝統食品が輸入されるようになったが, 中でも東南アジアや中国産の調味料である魚醤油の需要が増えている。

醤油は東南アジア及び東アジアの伝統的な調味料であるが, 日本を含む東アジアでは主に大豆を原料とする醤油が一般化したのに対し, 東南アジアでは魚を原料とする魚醤油が旨味調味料として発展した。タイの「ナンプラー」, ベトナムの「ニョクマム」, フィリピンの「パティス」は特に有名である。我が国でも秋田の「しょつつる」, 能登の「いしる」等, 一部の地域に古来からの魚醤油が存在しているが, 生産量は少なく, 今日の魚醤油の需要を賄うほどではない。そこで, 近年の需要増に対応するため, 新たに魚醤油製造に参入する大手メーカーも増えている。

魚醤油は東南アジア諸国では, 家内工業的に製造されるものも多く, 保存料であるプロピオン酸の添加が疑われる等¹⁾, 食品衛生的な疑念を抱かせるような例もある。しかし, その実態について調査したデータは少ない。

そこで, 輸入魚醤油を中心に, 国産の「しょつつる」及び「いしる」等について衛生化学的な調査を行った。調査項目のうち食品添加物²⁾, 有害元素等³⁾についてはすでに報告したが, 今回は魚介類の腐敗の指標となる揮発性塩基窒素(VBN)及び不揮発性腐敗アミンについての結果をまとめたので報告する。

実験の部

1. 試料

東京都内のスーパー, デパート, 一般小売店から購入した各種魚醤油55検体について調査を実施した。それらの原

材料等は前報²⁾の通りである。

2. 試薬

1) アミン分析用混合標準溶液 A: プトレシン(Put), カダベリン(Cad), フェネチルアミン(Phe), トリプタミン(Try), スペルミジン(Spd)及びスペルミン(Spm)の濃度が各々10 µg/mlとなるように0.1 mol/L塩酸を用いて調製した。

2) アミン分析用混合標準溶液 B: ヒスタミン(Him)及びチラミン(Tyr)の濃度が各50 µg/mlとなるよう0.1 mol/L塩酸を用いて調製した。

3) 前処理用カートリッジ: Mega Bond Elut SCX (充填量1,000 mg, Varian社製)を用いた。

3. 装置

1) 高速液体クロマトグラフ A (Put, Cad, Phe, Try, Spd及びSpm分析用): 日本分光工業(株)製PU-980型ポンプ, 同LG-980-02型低圧グラジェントユニット, (株)島津製作所製RF-550型蛍光検出器, 同C-R7A型データ処理装置によって構成したものをを用いた。

2) 高速液体クロマトグラフ B (Him及びTyr分析用): 日本分光工業(株)製PU-980型ポンプ, 同UV-970型紫外外部吸収検出器, (株)島津製作所製RF-550型蛍光検出器, 同C-R7A型データ処理装置によって構成したものをを用いた。

4. 分析法

1) 試料溶液の調製

試料10 gを有栓メスシリンダーに採り, これに20%トリクロロ酢酸10 ml, さらに蒸留水を加え, 全量を100 mlとした。これを3分間よく振り混ぜ, 10分間放置した後, ろ紙でろ過したものを試料溶液とした。

2) VBNの分析

試料溶液の5 mlを取り, 水で100 mlとしたものを試験溶

* 東京都立衛生研究所多摩支所理化学研究科 190-0023 東京都立川市柴崎町3-16-25

* Tama Branch Laboratory, The Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health, 3-16-25, Shibasaki-cho, Tachikawa, Tokyo 190-0023 Japan

** 東京都立衛生研究所生活科学部食品研究科

*** 東京都立衛生研究所生活科学部栄養研究科

2) VBNの分析

試料溶液の5 mlを取り、水で100 mlとしたものを試験溶液とし、食品衛生検査指針⁴⁾に従って測定した。

3) Put, Cad, Phe, Try, Spd及びSpmの分析

試料溶液の0.5 mlを褐色の有栓試験管に取り、以下、著者らの前報⁵⁾の誘導体化操作に従って操作して試験溶液を調製した後、HPLC装置Aで測定した。

HPLC条件

カラム：Symmetry C18 (Waters社製、5 μ m, 4.6 mm i.d. \times 250 mm)、移動相：A液 アセトニトリル・水(6:4)、B液 アセトニトリル (A液を30分間送液した後、A液とB液の比率が20分間で0:100となるようにグラジエントを行い、さらに10分間0:100を保持した)、流速：1.3 ml/min、温度：40、測定波長：励起波長325 nm、蛍光波長525 nm、注入量：10 μ l

4) Him及びTyrの分析

試料溶液の10 mlをMega Bond Elut SCX カートリッジに負荷し、水10 ml及びメタノール・水(1:1)混液10 mlでカートリッジを洗浄した後、15%塩化ナトリウム・メタノール(1:1)混液10 mlを用いてアミン類を溶出した。得られた溶出液を試験溶液とし、UV検出器と蛍光検出器を直列に接続したHPLC装置Bによって測定した。

HPLC条件

カラム：L-column ODS (財)化学検査協会製、5 μ m, 4.6 mm i.d. \times 250 mm)、移動相：0.01 mol/Lのオクタンスルホン酸ナトリウムを含有するアセトニトリル・メタノール・水(20:5:75)混液をリン酸でpHを3.0に調整した。流速：1.3 ml/min、温度：40、測定波長：蛍光 励起波長270 nm、蛍光波長305 nm、UV 210 nm、注入量：10 μ l

結 果

1. 分析法の検討

不揮発性アミンの調査対象にはHim, Cad, Put, Tym, Try, Phe, Spd及びSpmの計8種を選んだ。

試料溶液中のアミン類は直接ダンシル化後、蛍光検出器付きHPLC装置で測定することにしたが、HimとTyrはダンシル化体の感度が他の6種のアミン類と比べ、1/5~1/10程度とかなり低かった。そこで、Tyr及びHimはUV吸収を持ち、さらに、Tyrは蛍光を発することから、これらの性質を利用し、UV検出器のあとに蛍光検出器を直列に接続して両者を同時分析することにした。しかし、Himについては、そのままでは夾雑ピークが極めて多く定量が不可能であったため、陰イオン交換タイプのMega Bond Elut SCXカートリッジでクリーンアップしたところ、良好な結果が得られた。

HPLCではカラムに逆相系のL-column ODSを用いたが、試験溶液中のアミン類は塩酸塩として存在するので移動相中にオクタンスルホン酸ナトリウムを添加し、イオン対として分析した。溶媒組成はアセトニトリル・メタノール・水の3成分系が夾雑ピークとの分離の点で優れており、特に20:5:75の比率の場合に最も効果的であった。リテンション

タイムはTyrで7.5分、Himで23分であった。なお、Tyrの測定波長はその極大波長である励起波長270 nm、蛍光波長305 nm、また、Himの測定波長は最も高感度で測定できる210 nmとした。なお、本法を用いた両者の回収率は90%以上であった。

2. 調査結果

輸入品41検体、国産品14検体の魚醤油を対象に、VBN及び不揮発性アミン類について調査を行った。さらに、これらのデータを解析する際の参考とするためにpH及び食塩濃度についても調査を行った。結果をまとめて表1に示した。

1) pH

各種輸入品におけるpHは、中国産2検体で6.4及び6.7とやや高い値を示した他は、5.1~6.2(平均5.54)と産地による差はほとんど認められなかった。一方、国産品は4.9~5.8(平均5.28)の範囲であり、輸入品の方がやや高い傾向がみられた。

2) 食塩濃度

食塩濃度は輸入品で18~24%(平均20.3%)、国産品で6.8~25%(平均15.2%)と輸入品の方が高い傾向があった。国産品のうち、「しょつつる」及び「いしる」は15~25%といずれも15%を越えていた。また、10%以下のものも4検体あった。これらは新開発品であり、近年の減塩の傾向を考慮して製造されたものか、あるいはブレンドして調整された結果であると思われる。

3) 揮発性塩基窒素 (VBN)

VBNは輸入品で140~480 mg%(平均259 mg%)、国産品では34~410 mg%(平均182 mg%)といずれも高い値を示した。図1に輸入品及び国産品の含有量別の分布を示した。

輸入品では約30%の試料が300 mg%以上の値であったが、400 mg%を越えるものも3検体あった。産地別では最も試料数の多いタイ産(25検体)は170~320 mg%であったが、ベトナム産(5検体)では310~480 mg%とすべての検体で極めて高い値を示し、その内2検体は400 mg%を越えていた。フィリピン産(2検体)及び韓国産(5検体)は比較的低いものが多かった。中国産(2検体)は350及び440 mg%と高く、産地不明の2検体は180及び190 mg%であった。

一方、国産品(14検体)では12検体が300 mg%以下であったが、390、410 mg%と極めて高い値を示したものもあり、これらはイワシあるいはサバを原料とした「いしる」であった。一方、100 mg%以下の試料も4検体あった。内訳は「しょつつる」2検体、また、他の2検体は調味料としてのブレンド品であった。

4) 不揮発性アミン類

ほとんどの試料から不揮発性アミン類が検出されたが、国産品の一部にPut, Cad, Tyrなどで高含有量のものが見られた。

Himについての輸入品と国産品の含有量分布を図2に示した。輸入品では全体の75%が100 μ g/g未満の含有量であり、最高値は310 μ g/gであった。国産品では不検出のものが6検体、100~200 μ g/gの範囲のものが5検体と含有量の

表 1 . 魚醤油中の揮発性塩基窒素(VBN)及び不揮発性アミン類の含有量

試料番号	品名	VBN (mg%)	Him (µg/g)	Cad (µg/g)	Put (µg/g)	Tyr (µg/g)	Spd (µg/g)	Spm (µg/g)	Try (µg/g)	Phe (µg/g)	原産国
Y-01	ナンブラー	250	94	390	200	190	17	14	5.2	28	タイ
-02	ナンブラー	320	29	83	47	20	20	13	ND	ND	タイ
-03	ナンブラー	290	30	110	56	20	21	14	9.3	2.7	タイ
-04	シャールー	300	58	210	110	51	14	9.4	46	3.6	タイ
-05	ナンブラー	250	98	560	330	170	16	11	2.2	20	タイ
-06	魚露	310	110	410	210	130	17	11	14	10	タイ
-07	ナンブラー	260	83	410	210	140	13	10	14	18	タイ
-08	魚露	250	110	530	270	170	17	12	11	19	タイ
-09	フィッシュソース	220	170	450	190	200	14	9.2	26	14	タイ
-10	ナンブラー	310	99	430	190	130	14	10	23	11	タイ
-11	魚露	190	89	240	140	99	9.8	7.2	5.2	10	タイ
-12	ナンブラー	210	45	140	56	37	11	6.2	ND	3.7	タイ
-13	ナンブラー	210	28	99	41	23	9.1	5.3	ND	3.6	タイ
-14	魚露	170	61	250	140	89	5.9	3.5	8.1	8.3	タイ
-15	ナンブラー	280	61	420	150	110	11	5.9	76	8.3	タイ
-16	ナンブラー	240	73	410	200	150	11	6.3	9.3	17	タイ
-17	ナンブラー	300	73	420	170	130	19	13	13	8.3	タイ
-18	ナンブラー	260	79	520	300	190	9.5	4.1	33	21	タイ
-19	ナンブラー	220	110	450	230	140	11	5.0	16	12	タイ
-20	ナンブラー	280	73	480	270	140	18	13	8.9	16	タイ
-21	シャールー	290	55	220	89	72	7.2	8.2	28	12	タイ
-22	ナンブラー	260	98	510	220	130	12	7.6	11	16	タイ
-23	ナンブラー	210	39	98	49	39	11	6.2	6.8	24	タイ
-24	ナンブラー	230	110	400	200	140	8.4	3.9	55	20	タイ
-25	ナンブラー	240	29	160	62	53	7.1	3.1	110	18	タイ
-26	ニョクナム	330	ND	79	17	27	21	14	14	15	ベトナム
-27	フィッシュソース	480	51	530	260	370	12	7.8	85	28	ベトナム
-28	ニョクナム	380	52	200	69	67	17	13	15	ND	ベトナム
-29	ニョクナム	310	ND	73	4.3	11	11	4.7	13	8.4	ベトナム
-30	ニョクナム	460	83	510	160	920	8.7	4.6	240	74	ベトナム
-31	パティス	170	22	34	19	26	5.9	5.3	7.8	ND	フィリピン
-32	パティス	150	ND	58	18	28	5.7	4.1	8.4	1.5	フィリピン
-33	アンチョビソース	180	220	160	110	370	7.8	5.6	150	39	韓国
-34	イワシエキス	170	240	180	120	430	7.6	5.6	140	41	韓国
-35	エビエキス	140	150	96	75	180	7.8	4.8	47	13	韓国
-36	イワシエキス	180	310	140	57	320	5.6	3.3	250	37	韓国
-37	魚醤	150	88	58	37	100	8.3	3.5	37	8.4	韓国
-38	魚露	440	46	1000	630	490	14	6.6	140	72	中国
-39	魚露	350	43	880	510	440	7.9	2.8	130	37	中国
-40	ガルム	180	95	21	11	100	15	6.9	ND	3.4	不明
-41	ガルム	190	180	360	86	490	6.0	2.8	2.3	20	不明
N-01	しょつつる	220	ND	2.0	6.0	ND	8.9	2.9	ND	ND	日本
-02	しょつつる	60	ND	24	9.2	14	5.1	3.5	ND	ND	日本
-03	しょつつる	200	ND	ND	ND	ND	6.8	2.0	5.0	ND	日本
-04	しょつつる	34	36	ND	ND	12	2.1	ND	ND	ND	日本
-05	いしる	150	ND	260	27	76	8.5	41	ND	1.5	日本
-06	いしる	410	380	2800	790	730	24	9.8	18	78	日本
-07	いしる	220	13	780	250	920	7.0	28	45	41	日本
-08	いしる	390	160	2400	1600	1700	22	65	130	77	日本
-09	魚醤	240	180	3300	1600	1000	12	7.4	ND	120	日本
-10	魚醤	150	130	33	820	980	4.0	1.2	93	170	日本
-11	魚醤	200	130	18	600	1200	6.0	3.1	99	270	日本
-12	魚醤	190	130	2500	990	850	4.8	2.3	35	85	日本
-13	調味料	50	25	31	8.3	48	2.6	2.4	ND	ND	日本
-14	調味料	34	12	ND	5.7	13	ND	ND	ND	ND	日本

ND : Not detected

多いものと少ないものに二分することが判明した。最高値は380 µg/gであった。

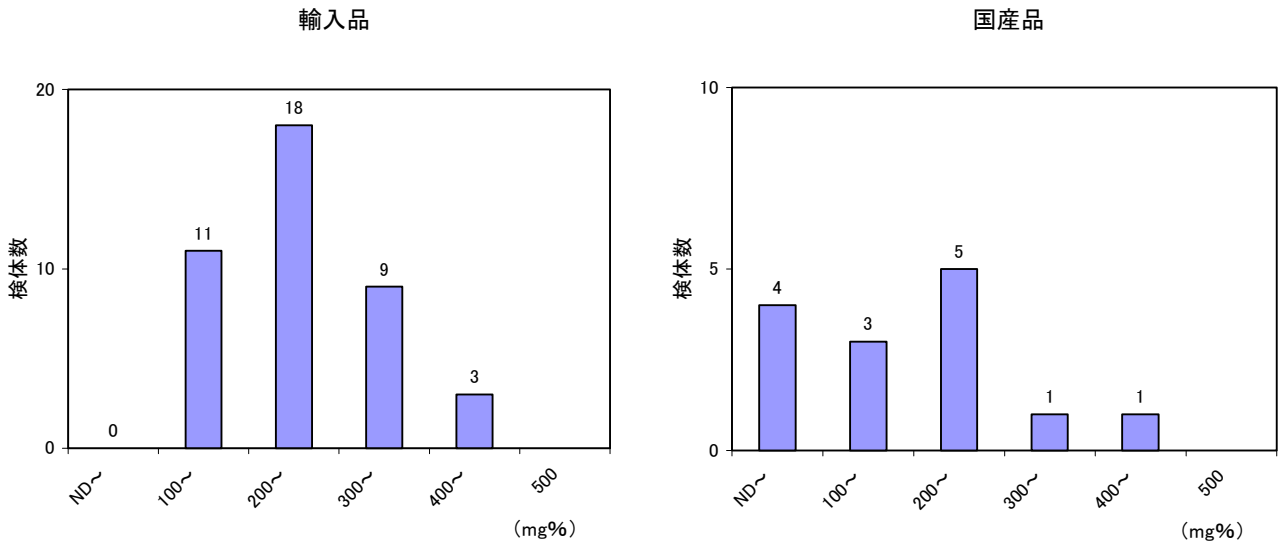


図1．輸入及び国産魚醤油のVBNの含有量別分布

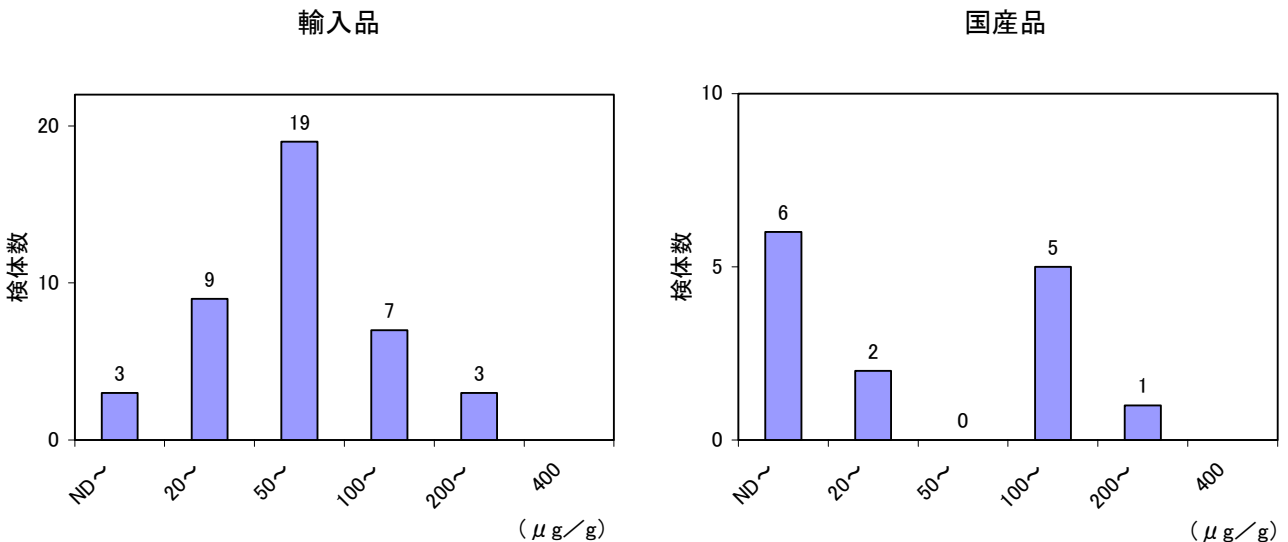


図2．輸入及び国産魚醤油のヒスタミンの含有量別分布

Cadの含有量は輸入品では21~1,000 μg/gであったが、国産品ではND~3,300 μg/gであった。特に国産品では半数以上(8検体)が50 μg/g未満と比較的低い含有量であったが、4検体は2,400 μg/g以上と輸入品に比べ極めて高い値を示した。

PutもCadと似たような傾向であり、輸入品では4.3~630 μg/gであったが、国産品では5.7~1,600 μg/gであり、そのうち6検体は10 μg/g未満と低く、6検体は600 μg/g以上と高かった。

Tyrは輸入品では11~920 μg/gであったが、約80%は200 μg/g以下であった。一方、国産品ではCad及びPutと同様にその半数が50 μg/g未満であったが、残りの半数の含有量は500 μg/gを越えるものであり、最高は1,700 μg/gであった。

Try及びPhelは他のアミンに比べて含有量は少なく、輸入品ではそれぞれND~250 μg/g及びND~39 μg/gであり、国産品ではそれぞれND~130 μg/g及びND~270 μg/gであった。

Spd及びSpmlは輸入品及び国産品とも極端に含有量の多いものはほとんどなく、おおむね2.0~20 μg/g前後のものが多かった。

このように国産品では比較的含有量の少ないグループと極めて高いグループに二分される傾向がみられた。含有量の少ないグループはいずれもハタハタ等を用いた「しょつつる」及び調味料タイプのブレンド品であり、含有量の高いものはイワシやサバあるいはイカの内臓を原料とした「いしる」の他、シャケ等を用いた新開発品であった。

なお、VBN及び不揮発性アミン類の値とpHあるいは食塩濃度との間には特に相関性は認められなかった。

考 察

食品中のVBN及び不揮発性アミン類は、主として腐敗細菌等の微生物によって生成されるタンパク質やアミノ酸の代謝物であり、これらの値は魚介類の鮮度の判定の指標とされる。また、微生物を利用するいわゆる発酵食品において

もこれらが比較的高濃度に検出されることが知られている⁶⁾。しかしながら、魚醤油の製造には麹菌や酵母、乳酸菌等のいわゆる発酵のための微生物は利用されない。また、塩分濃度も高いことからタンパク質の分解における微生物の役割は少なく、したがって、魚醤油中のVBN及び不揮発性アミン類は主として自己消化の過程で生成したものと考えられている⁷⁾。

魚醤油中のVBNの含有量については藤井らによる「しよつづる」⁸⁾及び「パティス」⁹⁾についての報告があり、VBNはそれぞれ36.2~170.3 mg%及び151 mg%であったと述べており、これは今回調査した製品の値とほぼ同様の傾向であった。さらに、黒川¹⁰⁾は中国福建省産の魚醤油3検体の化学成分について調査を行い、VBNは296.8~404.6 mg%と高濃度であったと報告している。今回の調査における中国産魚醤の値も極めて高く、同様の傾向であることが分かった。したがって、今回の調査で得られた値は東南アジア産も含めて魚醤油に含まれている一般的な量であると判断される。

一方、魚醤油中の不揮発性アミン類を調査した報告は、ほとんど見当たらないが、藤井ら⁸⁾は「しよつづる」4検体について調査を行っている。その結果、Himは2.0~165.7 µg/ml、PutはND~60.0 µg/ml、CadはND~48.7 µg/ml、Tyrは1.8~131.0 µg/ml、Tryは0.8~20.1 µg/ml、Spdは1.3~11.7 µg/mlであったと報告しており、今回調査した「しよつづる」の値と大きな差はみられない。また、今回調査した魚醤油のアミン類の値と井部ら^{6,11)}による醤油や味噌等の値とを平均値と比較してみると、Cadで5~10倍、Putでは約3~5倍と魚醤油からの検出量をはるかに高いことが分かった。

不揮発性アミン類のうち Himは魚介類を原因とするアレルギー性食中毒の原因物質としてよく知られている。魚肉によるHimの中毒量は個人差が相当にあるが、70~1,000 mgとされており¹²⁾、さらにPut、Cad、Spd、Spm等のアミン類が共存すると相乗作用を示し Himの発症量に影響を及ぼすといわれている¹²⁾。しかしながら、今回Himが最高値(380 µg/g)を示したものを100 g喫食した場合でも摂取量は38 mgであり、調味料として少量使用する限りは他のアミン類が共存してもこれが原因で中毒を起こすことはないと判断される。

また、今回の調査では血圧上昇や偏頭痛を起こす原因となることが知られているTyrも検出されている(最高値1,700 µg/g)。しかし、Tyrの血圧上昇作用を誘発して全身血圧を30 mmHg以上上昇させるためには空腹時で約500 mgの摂取が必要といわれていることから¹³⁾、今回の検出量は健康者については特に問題となる量ではないと考えられる。

しかし、モノアミン酸化酵素(MAO)の作用を阻害するような抗鬱剤、抗結核剤、降圧剤を服用中の人が多量のTyrを摂取すると、著しい血圧上昇をもたらすことが知られており^{13,14)}、このMAO阻害条件下ではTyr 6 mgの経口摂取によって深刻な血圧上昇がもたらされるとされている¹⁵⁾。これは最高値を示した魚醤油の3.5 g中の含有量に相当することか

ら MAO阻害剤を服用している人は十分に注意する必要がある。

次に魚醤油について微生物学的に考えると、食塩濃度が20%前後の魚醤油中では細菌が発育することはまずないと考えられる。しかし、藤井ら¹⁶⁻¹⁹⁾は「しよつづる」中から20%の塩分濃度でも十分増殖できる *Halobacterium* や *Bacillus* などの好塩性細菌をかなりの頻度で検出しており、また、これらの菌が保蔵中の「しよつづる」の腐敗の一因となっていると報告している。一方、魚介類によるHim中毒は、*Morganella morganii* 等の細菌によることがよく知られているが¹²⁾、これらの菌の耐塩性はさほど高くはないと考えられている。しかし、八並らは市販いわし糠漬²⁰⁾あるいは市販赤身魚加工品²¹⁾中から耐塩性及び好塩性Him生産菌が比較的高頻度で検出されることを報告している。これらは15%の食塩濃度でも十分に発育してHimを産生し、そのうちのかなりの株が20%でも良好に発育したと述べている。そして、5~30 の培養温度で十分に発育し、中には42 度でも良好に発育するものもあり、これら分離菌株の大部分は *Staphylococcus* 及び *Vibrio* であったと報告している²¹⁾。

また、村ら²²⁾はベトナム産魚醤から *Bacillus* 属のプロテアーゼ生産性の耐塩性細菌を分離しており、このことから熟成過程で細菌が関与している可能性が大きいと推定している。

これらのことから魚醤油の製造において、原料の魚がこのような耐塩性あるいは好塩性細菌に汚染されていたならば、魚醤油の熟成やVBN及び不揮発性アミン類の生成に大きく関与することが考えられる。また、魚醤油は陸上での熟成期間が1年以上と長いことから、VBNあるいはアミン類を生成する陸棲菌に汚染される可能性もある。今後の解明が待たれる。

また、国産のものでは不揮発性アミン含有量の少ないグループと多いグループに二分する傾向があることが見出されたが、これは原料魚の種類、使用部位あるいは熟成期間等の違いによる可能性が考えられる。国産魚醤油についても、さらに調査を継続して実態を把握する必要がある。

ま と め

輸入及び国産魚醤油中のVBN及び8種の不揮発性腐敗アミン類、Him、Try、Put、Cad、Tyr、Phe、Spd及びSpmの分析法を作成し、含有量調査を実施した。

Put、Cad、Try、Phe、Spd及びSpmの6種アミン類についてはダンシル化後、蛍光検出器付HPLCによって一斉分析を行った。Him及びTyrについてはSCXカートリッジでクリーンアップを行ったのち、誘導体化せず、そのまま蛍光及びUV検出器を接続したHPLCによって分析を行った。回収率はいずれも90%以上であった。

VBN及び一部の不揮発性アミン類が輸入品及び国産品のほとんどの魚醤油から比較的高い濃度で検出されることが判明した。これらの値は喫食量から推定して直ちに健康上問題となる量ではないと思われる。しかし、Tyr含有量が比

較的高いことから、MAO阻害剤を服用している場合注意が必要であると思われる。

魚醤油中のVBN及び揮発性アミン類は、主として魚体に本来含まれているタンパク分解酵素による自己消化の過程で生成されたものと思われるが、微生物の作用による生成の可能性も考えられる。

文 献

- 1) 立石恭也, 中里光男, 小林千種, 他: 東京衛研年報, 49, 77-83, 1998.
- 2) 中里光男, 小林千種, 山嶋裕季子, 他: 東京衛研年報, 50, 113-118, 1999.
- 3) 中里光男, 立石恭也, 小林千種, 他: 東京衛研年報, 51, 155-159, 2000.
- 4) 厚生省生活衛生局監修: 食品衛生検査指針理化学編, 269-271, 1991, 日本食品衛生協会, 東京.
- 5) 中里光男, 斉藤和夫, 諸角 聖, 他: 衛生化学, 40, 203-209, 1994.
- 6) 井部明広, 上村 尚, 田端節子, 他: 東京衛研年報, 46, 102-107, 1995.
- 7) 藤井健夫: 魚の発酵食品, 64-67, 2000, 成山堂書店, 東京.
- 8) 藤井健夫, 新国佐幸, 飯田 遙: 日食工誌, 39, 702-706, 1992.
- 9) 藤井健夫, Basuki, S. B., 戸沢晴巳: 日水誌, 46, 1235-1240, 1980.
- 10) 黒川孝雄: 日食工誌, 33, 144-148, 1986.
- 11) 井部明広, 田村行弘, 上村 尚, 他: 衛生化学, 37, 379-386, 1991.
- 12) 細貝祐太郎, 松本昌雄監修: 食品安全セミナー 1, 食中毒, 216-227, 2001, 中央法規出版, 東京.
- 13) Wunderer, H., (江戸清人, 金谷節子監訳): 医薬品と飲食物の相互作用, 71-75, 2002, じほう, 東京.
- 14) 飲食物・嗜好品と医薬品の相互作用研究班編: 改訂3版 飲食物・嗜好品と医薬品の相互作用, 180-183, 1998, じほう, 東京.
- 15) 藤原喜久夫, 栗飯原景昭監修: 食品衛生ハンドブック, 805-808, 1992, 南江堂, 東京.
- 16) 藤井健夫, 酒井久夫: 日水誌, 50, 1061-1066, 1984.
- 17) 藤井健夫, 酒井久夫: 日水誌, 50, 1067-1070, 1984.
- 18) 藤井健夫, 酒井久夫: 日水誌, 50, 1593-1597, 1984.
- 19) 藤井健夫, 酒井久夫: 日水誌, 50, 1599-1604, 1984.
- 20) 八並一寿, 越後多嘉志: 日水誌, 57, 1723-1728, 1991.
- 21) 八並一寿, 越後多嘉志: 日水誌, 58, 515-520, 1992.
- 22) 村 清司, 前田治子, 田中秀夫, 他: 日本食品保蔵科学会誌, 26, 307-313, 2000.