調味料中の 3-MCPD 含有実態調査の結果について（平成 23 年度）

平成 24 年 9 月 14 日
農林水産省消費・安全局

1　調査の背景と経緯

3-クロロプロパン-1,2-ジオール（3-MCPD）をはじめとするクロロプロパノール類は、植物たんぱくを塩酸で加水分解してアミノ酸液を製造する工程で、意図せず生成する有害化学物質である。中国・東南アジアから欧州へ輸出された調味料からしばしばクロロプロパノール類が検出されたことを受け、農林水産省は、クロロプロパノール類について、国内でのリスク管理措置の必要性やその方法等を検討するため、平成 16 年度以降含有実態調査を実施した。

平成 16 年度から 18 年度まで、アミノ酸液及びしょうゆについて、クロロプロパノール類の含有実態及び製品の製造実態を調査した結果、

① 本醸造方式のしょうゆにはクロロプロパノール類が検出されないこと
② 加工食品の原材料用としての製品販売を目的に、大規模に製造されているアミノ酸液は、アルカリ処理などクロロプロパノール低減のための対策が既に講じられており、それらを用いた混合醸造方式又は混合方式のしょうゆ中のクロロプロパノール類の含有濃度が低い傾向にあること
③ しょうゆ製造業者がしょうゆ等の原材料用に自ら調製したアミノ酸液（以下「自製アミノ酸液」という。）及びこれらのアミノ酸液を用いた混合醸造方式又は混合方式しょうゆの一部に、クロロプロパノール類の濃度が高いものがあること
④ 自製アミノ酸液であっても、アルカリ処理を実施したものでは、アルカリ処理を実施しないものと比較してクロロプロパノール類の含有濃度が極めて低いこと

等が分かった。

これらの結果を受けて、農林水産省は、平成 20 年 6 月に関係業界に対して、アミノ酸液調製工程へのアルカリ処理の導入、アルカリ処理が施されたアミノ酸液の購入・使用などクロロプロパノール類の低減対策に積極的に取り組むよう指導を行った。

平成 21 年度には、関係業界に対するこれまでの指導によって、アミノ酸液及びしょうゆ中のクロロプロパノール類の濃度が、平成 18 年度の調査結果と

比べて低下しているかどうかを確認し、当時のリスク管理措置の有効性を検証した。
その結果、

① アミノ酸液及びしょうゆ中のクロロプロパノール類の濃度が減少し、アルカリ処理の導入等の製造方法の改善による対策が、クロロプロパノール類の低減に有効であること

② 3-MCPD濃度が特に高いしょうゆだけを摂取し続けると想定した場合、日本人の 3-MCPD 摂取量は暫定耐容摂取量を下回るものの、暫定耐容摂取量の 75 %とやや高い水準であること

等が確認された。

２　調査の目的

前回調査（平成 21 年度）と同様に、アミノ酸液及びしょうゆ中の 3-MCPD の濃度が低下しているかどうかを確認し、食品事業者の低減対策への取組状況及び現行のリスク管理措置の有効性を検証するとともに、健康への影響を推定し、リスク管理措置の見直しの必要性を検討する。

３　調査及び解析の方法

（１）調査対象と試料点数

平成 18 年度の調査時点で自製アミノ酸液を調製し、混合醸造方式又は混合方式でしょうゆを製造していたしょうゆ製造業者（34 業者）を対象に、日本醤油協会、全国醤油工業協同組合連合会及び（財）日本醤油技術センターを通じて、アミノ酸液及びしょうゆ（混合醸造方式又は混合方式）の提供を依頼し、平成 23 年 11 月から平成 24 年 1 月にかけてアミノ酸液 44 点、しょうゆ 55 点が試料として提供された。

また、上記 3 団体を通じて、当該製造業者に対して、クロロプロパノール類の低減対策の実施状況、アミノ酸液の製造量等について、アンケート調査を行った。

（２）分析項目

3-MCPD

（３）3-MCPD の分析方法

①　試験溶液の調製

分析試料 4 g を 20 ml 試験管に採取し、3-MCPD-d_5 を 0.8 μg 添加した後、液量が 20 ml となるように水を加えて定容した。10 ml を分取し、多孔性ケイソウ土カラム（Extrelut® NT20）に負荷し、30 分間放置した後、酢酸

エチル 150 ml で 3-MCPD を溶出させた。溶出液を減圧濃縮し、酢酸エチルで 2 ml に定容した。この液 1 ml を分取し、2 w/v%フェニルホウ酸の酢酸エチル溶液 0.1 ml を加え、室温で 5 分間静置し誘導体化を行った。誘導体化後の液を減圧濃縮後、乾固させ、シリカベース順相カートリッジカラム（Inert Sep^{TM} FL-PR）にヘキサン 10 ml を用いて負荷し、流下液は捨て、エタノール及び酢酸エチルの混液（20 : 80）30 ml を用いて 3-MCPD のフェニルホウ酸誘導体化物を溶出させた。溶出液を減圧濃縮後、乾固させ、酢酸エチル 1 ml に溶解し試験溶液とした。

② 定量操作

試験溶液 1 μl をガスクロマトグラフ-質量分析計（GC/MS）に注入し、検量線から試料中の 3-MCPD 濃度を算出した。GC/MS 操作条件は以下のとおり。

機　　種：6890N/5975B inertXL [Agilent Technologies Inc.]
カ ラ ム：DB-5 MS [Agilent Technologies Inc.]
　　φ 0.25 mm×30 m，膜厚 0.25 μm
温　　度：試料注入口 240 ℃
カラム 70 ℃(1 min 保持)→10 ℃/min 昇温→190 ℃→15 ℃/min 昇温→280 ℃
注入方法：スプリットレス
ガス流量：ヘリウム(キャリヤーガス) 1 ml/min
イオン源温度：230 ℃
イオン化電圧： 70 eV
イオン化法：EI
設定質量数(m/z)：3-MCPD 誘導体化物 196（定量イオン），147（確認イオン）
　　3-MCPD-d_5 誘導体化物 150

③ 分析法の出典

食品衛生学雑誌　Vol. 36，No. 3，360-364（1995）

④ 分析法の妥当性確認

アミノ酸液及びアミノ酸液を含むしょうゆ中の 3-MCPD の分析法は、検量線の直線性、添加回収率による精度及び真度、測定の不確かさ、検出限界、定量限界が妥当かどうかを確認した上で採用した。

⑤　分析機関

（財）日本食品分析センター[1]

（４）定量限界及び検出限界

定量限界[2]及び検出限界[3]は、3-MCPD が検出されないしょうゆ試料に、予想される定量限界相当の濃度（0.004 mg/kg）相当の 3-MCPD を添加し、7 回繰り返し分析をしたときの測定値の標準偏差から次式により算出した。

計算式　検出限界＝2×t(n-1，0.05)×標準偏差

定量限界＝10×標準偏差

t(n-1，0.05)；自由度 n-1 のときの，危険率 5%(片側)の t-分布表の値（t=1.943）

この結果、検出限界は 0.002 mg/kg、定量限界は 0.004 mg/kg に設定した。

（５）添加回収率

3-MCPD が検出されないことを確認したしょうゆ試料に、定量限界及び検量線の中間値付近の濃度に相当する 3-MCPD を添加して、それぞれの濃度で各 3 回分析し、それぞれの濃度における回収率の平均値を求めた。平均添加回収率は 0.004 mg/kg 相当量の添加で 98 %、0.04 mg/kg 相当量の添加で 99 %と許容できる値であることを確認した。

（６）測定の不確かさ

3-MCPD が検出されないことを確認したしょうゆ試料に、定量限界及び検量線の中間値付近の濃度に相当する 3-MCPD を添加して、それぞれ 7 回の繰り返し試験を異なる 3 日間で実施し、一元配置の分散分析により室内再現精度を算出した。室内再現精度は、0.004 mg/kg 相当量の添加で 7.7 %、0.04 mg/kg 相当量の添加で 2.2 %となり、これを測定の不確かさとした。

---

[1] 適切な精度管理を実施し、分析の信頼性を客観的に保証できる体制が整っていることを要件に、一般競争入札により選定。

[2] 適切な正確さをもって定量できる測定対象成分の最低量または最低濃度。

[3] 試料に含まれる測定対象成分の検出可能な最低量または最低濃度。

（７）分析結果の解析

得られた分析値をもとに、GEMS/Food（Global Environment Monitoring System - Food Contamination Monitoring and Assessment Programme）[4]が示している方法に従い、アミノ酸液及びしょうゆのそれぞれの 3-MCPD 濃度の平均値を算出した。

また、日本人の平均的なしょうゆ消費量を用いて、我が国におけるしょうゆからの平均的な 3-MCPD 摂取量を試算し、国際的な専門機関が設定した耐容摂取量との比較を行った。さらに、これらの結果を、平成 18 年度及び平成 21 年度の調査結果と比較した。

[4] GEMS/Food　食品中の汚染物質濃度や傾向、ヒトの暴露への寄与、ヒトの健康や貿易における重要性等について、各国政府やコーデックス委員会、一般市民等への情報提供を行ってきた国際的プログラム。WHOによって運営されている。平均値は、GEMS/Foodの"INSTRUCTIONS FOR ELECTRONIC SUBMISSION OF DATA ON CHEMICAL CONTAMINANTS IN FOOD AND THE DIET"に示されている方法に従い算出した。

４　調査結果及び解析結果

（１）アミノ酸液中の 3-MCPD 濃度

平成 23 年度のアミノ酸液中の 3-MCPD 濃度の測定結果について、過去の調査結果（既報[5]）とともに、統計値を表 1 に、相対度数分布図を図 1 に示した。

表 1　調査対象アミノ酸液中の 3-MCPD 含有濃度の概要（単位：mg/kg）

調査年度	購入・自製の別	調査点数	定量限界未満の点数	最小値	中央値	最大値	平均値
H23	購入＋自製	44	0	0.009	0.070	5.0	0.67
	（うち購入）	26	0	0.009	0.054	0.21	0.061
	（うち自製）	18	0	0.023	0.63	5.0	1.5
H21	購入＋自製	48	0	0.017	0.14	10	1.3
	（うち購入）	18	0	0.017	0.06	0.42	0.085
	（うち自製）	30	0	0.033	1.3	10	2.0
H18	自製	81	0	0.009	2.2	57	6.6

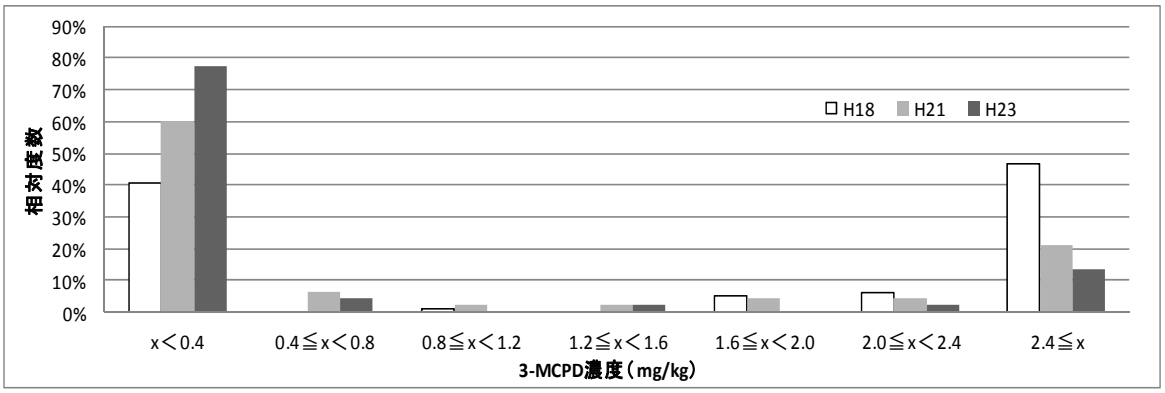

図 1　アミノ酸液中の 3-MCPD 濃度の相対度数分布図（平成 18、21、23 年度）

今回（平成 23 年度）及び前回（平成 21 年度）調査したアミノ酸液（購入アミノ酸液、自製アミノ酸液の合計）中の 3-MCPD 濃度に有意な差はなかった（マン・ホイットニーの U 検定（以下、「U 検定」という。）・有意水準 5 %）。また、その濃度分布を見ると、今回は前回と比べて、2.4 mg/kg 以上の試料の割合が減り、0.4 mg/kg 未満の試料の割合が増えているが、これらの割合に年度間で有意な差はなかった（フィッシャーの正確確率検定・有意水準 5 %）。

[5] 平成22年9月2日付け農林水産省プレスリリース「調味料中の3-MCPD含有実態調査の結果について」（http://www.maff.go.jp/j/press/syouan/seisaku/100902.html）

自製アミノ酸液に限った場合でも、今回と前回で 3-MCPD 濃度に有意な差はなく（U 検定・有意水準 5 %）、アミノ酸液中の 3-MCPD 濃度について、平成 21 年度と同程度であることが確認された。

また、今回、前回いずれの調査結果においても、自製アミノ酸液と比べ購入アミノ酸液中の 3-MCPD 濃度は有意に低かった（U 検定・有意水準 5 %）。

（２）しょうゆ中の 3-MCPD 含有濃度

平成 23 年度のしょうゆ中の 3-MCPD 濃度の測定結果について、過去の調査結果（既報）とともに、統計値を表 2 に、相対度数分布図を図 2 に示した。

表 2　調査対象しょうゆ中の 3-MCPD 含有濃度の概要（単位：mg/kg）

調査年度	調査点数	定量限界未満の点数	最小値	中央値	最大値	平均値
H23	55	0	0.008	0.087	3.4	0.45
H21	55	0	0.009	0.069	4.6	0.49
H18	54	0	0.010	0.83	20	2.2

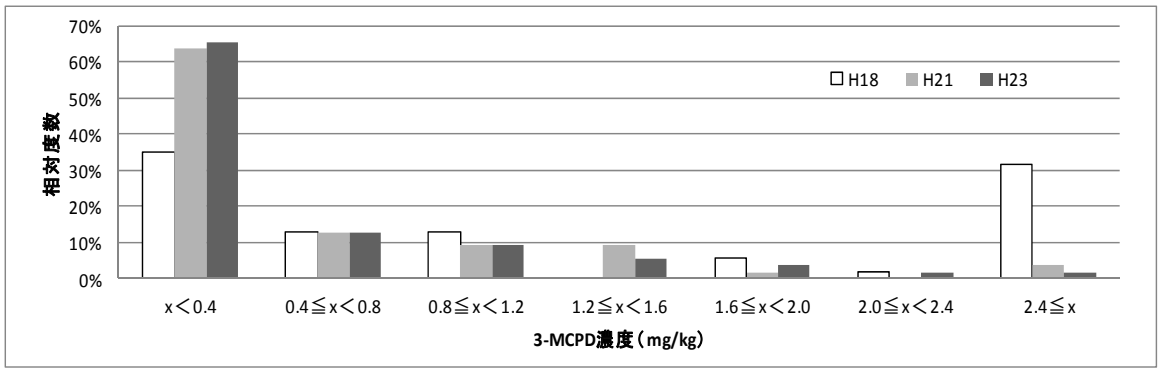

図 2　しょうゆ中の 3-MCPD 濃度の相対度数分布図（平成 18、21、23 年度）

今回（平成23年度）及び前回（平成21年度）調査したしょうゆ中の3-MCPD濃度に有意な差はなく（U 検定・有意水準 5 %）、関係業界への指導前である平成 18 年度と比べると、前回調査時から継続して低い水準にあることが確認された。また、その濃度の分布を見ると、今回は前回と比べて、2.4 mg/kg 以上の試料の割合が減り、0.4 mg/kg 未満の試料の割合が増えているが、これらの割合に年度間で有意な差はなかった（フィッシャーの正確確率検定・有意水準 5 %）。

（３）しょうゆからの 3-MCPD 摂取量の推定と健康影響に関する考察

①　しょうゆの平均消費量から推定した摂取量

本調査から得られたしょうゆ中の 3-MCPD 濃度、日本人の平均的な 1 日のしょうゆ消費量 15.2 g 及び日本人の平均体重 54 kg（消費量及び体重：平成 21 年国民健康・栄養調査）を用いて 3-MCPD の摂取量を推定し、FAO/WHO 合同食品添加物専門家委員会（JECFA）が設定した暫定耐容摂取量[6]に対する比率を計算し、表 3 に示した。

②　しょうゆの生産量から推定した摂取量

しょうゆは、そのまま消費されるだけではなく、他の調味料等の原材料としても使用され消費されている。他の調味料等から摂取するしょうゆの量も考慮するため、本調査から得られたしょうゆ中の 3-MCPD 濃度、しょうゆの生産量 867,934 kl（平成 21 年米麦加工食品生産動態等統計調査）、日本人の人口 1 億 2800 万人（平成 22 年国勢調査）及び日本人の平均体重 54 kg（平成 21 年国民健康・栄養調査）から、3-MCPD の摂取量を推定し、JECFA が設定した暫定耐容摂取量に対する比率を計算し、表 3 に示した。ただし、生産量には、廃棄等により実際には消費されないしょうゆの量が含まれていることから、生産量をもとに算出した 3-MCPD 摂取量は過大に見積もられている可能性がある。

表 3　しょうゆからの 3-MCPD の推定摂取量及び暫定耐容摂取量に対する比率

	平均消費量から推定		生産量から推定　※	
	推定摂取量（μg/kg 体重/日）	暫定耐容摂取量に対する比率(%)	推定摂取量（μg/kg 体重/日）	暫定耐容摂取量に対する比率(%)
中央値（0.087 mg/kg）を使用した場合	0.024	1.2	0.036	1.8
最大値（3.4 mg/kg）を使用した場合	0.96	48	1.4	70

※　しょうゆの比重は平均 1.17 前後であり、本試算では 1.2 として計算

③　健康影響に関する考察

3-MCPD 濃度が中央値（0.087 mg/kg）のしょうゆを摂取し続ける場合を想定すると、①及び②により推定された 3-MCPD 摂取量は、JECFA が設定した暫定耐容摂取量である 2 μg/kg 体重/日の 1.2 %及び 1.8 %に相当

[6] FAO/WHO合同食品添加物専門家委員会は、2002年、2006年に3-MCPDのリスク評価を実施し、動物試験において長期毒性として腎臓への影響が認められるとして、暫定耐容摂取量を2 μg/kg 体重/日とした。

し、耐容摂取量よりも十分小さい。このため、中央値付近の濃度の 3-MCPD を含むしょうゆを毎日平均的な量摂食し続けたとしても、3-MCPD により健康に悪影響が生じる可能性は小さいと考えられる。

また、3-MCPD 濃度が最大値（3.4 mg/kg）のしょうゆだけを摂取し続けるというワーストケースシナリオを想定したとしても、①及び②により推定された 3-MCPD 摂取量は、JECFA が設定した暫耐容摂取量の 48 %及び 70 %に相当すると試算され、平成 21 年度の平均消費量から推定した試算値（75 %）よりも低くなっているが、3-MCPD 濃度が高いしょうゆについては、引き続き低減が望まれる。

（４）製造業者の状況と 3-MCPD 濃度の低減効果

①　製造業者へのアンケート結果

製造業者（34 業者）に対して行ったアンケート調査では、28 業者から回答があり、クロロプロパノール類の低減のために行っている取組として主に以下の対策が挙げられた。（複数回答あり）

- 自製アミノ酸液を低減対策が取られた購入アミノ酸液へ変更（9 社）
- 自製アミノ酸液と低減対策が取られた購入アミノ酸液を混合して使用（8 社）
- 自製アミノ酸液の製造工程にアルカリ処理を導入（7 社）
- 自製アミノ酸液の製造における酸加水分解工程を見直し（反応時間、反応温度、使用する塩酸の分量の変更等）（6 社）

前回調査の時点で既に多くの製造業者が上記の取組を進めており、アミノ酸液及びしょうゆ中の 3-MCPD 濃度の低減が確認されていた。今回のアンケート調査では、各製造業者がこれらの取組を継続的に行っている、または、平成 21 年度以降さらなる取組を進めていることが確認され、上記の取組が継続的に実施可能であることが示された。また、今後さらなる低減対策の実施を予定している製造業者があったことから、今後も低減が進む可能性がある。

②　製造業者の状況とアミノ酸液及びしょうゆ中の 3-MCPD 濃度

アンケート結果によると、低減対策を取って自製アミノ酸液を製造している製造業者のうち、平成 22 年のアミノ酸液の製造量が 100 kl 以上の製造業者ではアルカリ処理を行っている業者が多いが、製造量が 100 kl 未満の製造業者ではアルカリ処理以外の低減対策（酸加水分解工程の見直し等）を取っている業者が多く、製造規模と取り組んでいる低減対策

との間に有意な関連があることが確認された（フィッシャーの正確確率検定・有意水準 5 %）。

製造規模により、取り組みやすい低減対策が異なる可能性があることから、製造業者の製造規模又は低減対策の実施状況で分類し、アミノ酸液及びしょうゆ中の 3-MCPD 濃度について比較を行った。

自製アミノ酸液

○　製造規模と 3-MCPD 濃度について

平成 22 年のアミノ酸液製造量が 100 kl 未満の製造業者が作ったアミノ酸液（10 点）と 100 kl 以上の製造業者が作ったアミノ酸液（8 点）中の、3-MCPD 濃度に関する統計値を表 4 に示した。製造量 100 kl 未満の製造業者が作ったものと比べて、製造量 100 kl 以上の業者が作ったアミノ酸液中の 3-MCPD 濃度は有意に低く（U 検定・有意水準 5 %）、自製アミノ酸液の製造量が多い業者の方がアミノ酸液中の 3-MCPD 濃度の低減がより進んでいた。

表 4　製造規模別アミノ酸液中の 3-MCPD 含有濃度の概要（平成 23 年度、単位：mg/kg）

H22アミノ酸液製造量	調査点数	定量限界未満の点数	最小値	中央値	最大値	平均値
100 kl未満	10	0	0.11	2.5	5.0	2.4
100 kl以上	8	0	0.023	0.080	3.2	0.51

○　製造業者の取組状況と 3-MCPD 濃度について

アルカリ処理を行っている製造業者が作ったアミノ酸液（7 点）、アルカリ処理以外の低減対策（酸加水分解工程の見直し等）に取り組んでいる製造業者が作ったアミノ酸液（6 点）、低減対策に取り組んでいない業者が作ったアミノ酸液（5 点）中の 3-MCPD 濃度に関する統計値を表 5 に示した。

表 5　取組状況別アミノ酸液中の 3-MCPD 含有濃度の概要（平成 23 年度、単位：mg/kg）

製造業者の取組状況	調査点数	定量限界未満の点数	最小値	中央値	最大値	平均値
実施	13	0	0.023	0.27	4.0	0.89
アルカリ処理実施	7	0	0.023	0.071	0.27	0.089
アルカリ処理以外の低減対策を実施	6	0	0.39	1.1	4.0	1.8
実施せず	5	0	2.2	3.1	5.0	3.2

アミノ酸液の製造に際して何らかの低減対策に取り組んでいる製造業者のアミノ酸液中の 3-MCPD 濃度（13 点）は、低減対策に取り組んでいない製造業者のアミノ酸液（5 点）と比べて、3-MCPD 濃度は有意に低かった（U 検定・有意水準 5 %）。

低減対策に取り組んでいる製造業者が製造したアミノ酸液のうち、アルカリ処理を行っている製造業者のアミノ酸液（7 点）中の 3-MCPD 濃度は、それ以外の低減対策に取り組んでいる製造業者のアミノ酸液（6 点）と比べて有意に低く、購入アミノ酸液（26 点）と比べて有意差はなかった（U 検定・有意水準 5 %）。

以上のことから、何らかの低減対策に取り組むことにより自製アミノ酸液中の 3-MCPD 濃度を低減することができ、特にアルカリ処理による低減効果が大きいことが確認された。ただし、アルカリ処理以外の低減対策に取り組んでいる業者が作ったアミノ酸液の中には、低減対策に取り組んでいない業者のものより 3-MCPD 濃度が高いものもあった。

しょうゆ

○　製造業者の取組状況と 3-MCPD 濃度について

平成 23 年度に調査した 55 点のしょうゆについて、製造業者の 3-MCPD 低減に関する取組状況別に分類したときの 3-MCPD 濃度に関する統計値を表 6 に示した。

表 6　取組状況別しょうゆ中の 3-MCPD 含有濃度の概要（平成 23 年度、単位：mg/kg）

製造業者の取組状況	調査点数	定量限界未満の点数	最小値	中央値	最大値	平均値
自製アミノ酸液から購入アミノ酸液に変更	15	0	0.009	0.016	0.077	0.027
自製アミノ酸液を製造	40	0	0.008	0.35	3.4	0.61
うち低減対策実施	35	0	0.008	0.16	1.8	0.47
うちアルカリ処理実施	14	0	0.008	0.060	0.74	0.16
うちアルカリ処理以外の低減対策実施	21	0	0.032	0.48	1.8	0.67
うち低減対策未実施	5	0	0.71	1.0	3.4	1.6

平成 23 年度に調査したしょうゆのうち、使用するアミノ酸液を全て自製アミノ酸液から購入アミノ酸液に変更した業者のもの（15 点）の方が、自製アミノ酸液を作っている業者のもの（購入アミノ酸液を一部使用しているものを含む。）（40 点）と比べて、3-MCPD 濃度は有意に低かった（U 検定・有意水準 5 %）。

自製アミノ酸液を作っている業者のしょうゆ中の 3-MCPD 濃度について、低減対策実施の有無または低減対策の内容で分けて比べると、

ア）低減対策に取り組んでいない製造業者が作ったしょうゆ（5 点）と比べて、何らかの低減対策に取り組んでいる製造業者が作ったしょうゆ（35 点）の方が、3-MCPD 濃度は有意に低かった（U 検定・有意水準 5 %）。

イ）何らかの低減対策に取り組んでいる製造業者が作ったしょうゆのうち、アルカリ処理を行っている製造業者が作ったしょうゆ中の 3−MCPD 濃度は、アルカリ処理以外の低減対策（酸加水分解工程の見直し、購入アミノ酸液と自製アミノ酸液の混合使用等）に取り組んでいる製造業者が作ったしょうゆと比べて有意に低く、使用するアミノ酸液を全て自製アミノ酸液から購入アミノ酸液に変更した業者のものと比べると有意な差はなかった（U 検定・有意水準 5 %）。

以上のことから、何らかの低減対策に取り組むことによりしょうゆ中の 3-MCPD 濃度を低減することができ、特に、自製アミノ酸液から購入アミノ酸液への変更やアルカリ処理による低減効果が大きいことが確認された。ただし、自製アミノ酸液を作っている製造業者のうち、アルカリ処理以外の低減対策に取り組んでいる業者が作ったしょうゆの中には、低減対策に取り組んでいない業者のものより 3-MCPD 濃度が高いものもあった。

５　まとめ

今回の調査では、関係業界に対してクロロプロパノール類の低減対策に取り組むよう指導を行った平成 20 年度以降、

① 平成 18 年度時点で自製アミノ酸液を調製及び使用していた製造業者で継続的に低減対策が取られており、原料のアミノ酸液や製造したしょうゆ中の 3-MCPD 濃度が低い水準にあること

② 特に、アミノ酸液の中でも、購入アミノ酸液やアルカリ処理を実施している業者が製造したアミノ酸液中の 3-MCPD 濃度がより低く、しょうゆの中でも、使用するアミノ酸液を全て購入アミノ酸液に変更した製造業者やアルカリ処理を実施している製造業者が製造したしょうゆ中の 3-MCPD 濃度がより低いこと

③ しょうゆ中の 3-MCPD 濃度の中央値を用いて 3-MCPD の摂取量を試算すると、平均的な食生活を送っている日本人では、アミノ酸液を使用したしょうゆを摂取することによって健康に悪影響が生じる可能性は低いこと

が示され、平成 20 年度に行った指導の効果が改めて確認された。

ただし、しょうゆ中の 3-MCPD 濃度の最大値を用いて 3-MCPD の摂取量を試算すると、最大で暫定耐容摂取量の 70 %であったことから、3-MCPD 濃度が高いアミノ酸液やしょうゆについては、さらなる低減が望まれる。

６　今後の対応

クロロプロパノール類について全体的には我が国のしょうゆの安全は確保されていることから、業界団体等と連携し、低減対策を実施していない製造業者に対して個別の指導を強化するとともに、低減対策を実施しているが 3-MCPD のさらなる低減が期待できる製造業者には、風味への影響や経済的コスト等も考慮しつつ、可能な限りより効果の大きい低減対策に取り組むよう促進し、さらなる安全性の向上を図る。