

酒類の安全性に関する調査

—アクリルアミドの分析—

向井 伸彦・木曾 邦明

Analysis of Acrylamide in Alcoholic Beverages

Nobuhiko MUKAI and Kuniaki KISO

緒 言

平成14年4月、スウェーデン食品庁 (National Food Administration: NFA) より、油で揚げたり、オーブンで焼いたりした、じゃがいもや穀物食品中に発がん性の疑いがあるアクリルアミド (AA) が高濃度で含まれている可能性があるとの発表があった¹⁾。食品中に高濃度に AA が含まれるという発表は、世界各国に驚きを与えた。なお、この発表において茹でた食品からは検出されなかった。このことから、高温調理の際に生成することが考えられたが、当初は生成機構が不明であった。

AA (示性式: $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$, 分子量: 71.08) は、土壌改良剤や水処理剤 (凝集剤) などの用途で使用されるポリアクリルアミドの原料として、主に利用されている。ポリアクリルアミドが水処理剤として使用されることから、飲料水に関して AA 含有量の基準値として、世界保健機関 (World Health Organization: WHO) ガイドラインとして $0.5 \mu\text{g/l}$ が設定されており、EU では $0.1 \mu\text{g/l}$ が基準値として設定されているが、日本では設定されていない。食品中に含まれる AA 含有量の基準値は現在ない。

ここで、AA は国際がん研究機関 (International Agency for Research on Cancer: IARC) による発がん性分類において、グループ2A (ヒトに対しておそらく発がん性がある) に分類されている。

しかしながら、ヒトにおける発がんについては、現在確認されていない。

スウェーデンでの発表の後、平成14年6月25日~27日の3日間、スイス・ジュネーブでアクリルアミドに関する FAO/WHO 合同専門家会議が開催された²⁾。また、加工食品中に含まれる AA 含有量の分析が進められている。我が国における加工食品中の AA 分析は、国立医薬品食品衛生研究所 (国内加工食品179試料を測定) および、独立行政法人食品総合研究所 (日本で市販されている加工食品32品目63製品を測定) から報告されている^{3, 4)}。結果の概要は、厚生労働省ホームページおよび食品総合研究所ホームページにて公開されている^{5, 6)}。厚生労働省ホームページの「加工食品中アクリルアミドに関するQ&A」に公表されている AA 含有量を表1に示す。ポテトチップス等の菓子類やフレンチフライなどから AA が検出され、最高値はポテトチップス製品の $3544 \mu\text{g/kg}$ であった。また、食品総合研究所においても、じゃがいもを主原料としたポテトチップスやスナック菓子で $1000 \mu\text{g/kg}$ を超える AA が検出されている。

加工食品中の AA の生成機構についても精力的に研究が進められている。現在、AA の生成機構として、 120°C 程度以上の高温条件で、アミノ酸の一種であるアスパラギンとグルコース (糖) によるメイラード反応により、AA が生成されることが解明されている^{7, 8)}。ここで、メイラード

表1 加工食品に含まれるアクリルアミド含有量

	国立医薬品食品衛生研究所調査		海外5カ国調査	
	試料数	検出値	試料数	検出値
ポテトチップス	7	467~3544	38	170~2287
フレンチフライ	4	512~784	39	<50~3500
ビスケット、クラッカー	6	53~302	58	<30~3200
朝食用シリアル	2	113~122	29	<30~1346
とうもろこしチップス類	4	117~535	7	34~416
食パン、ロールパン	3	<9~<30	41	<30~162
チョコレートパウダー	2	104~141	2	<50~100
コーヒーパウダー	3	151~231	3	170~230
ビール	2	<3	1	<30

(単位: $\mu\text{g}/\text{kg}$)

(注) 文献4のデータをもとに、文献9のデータ(試料数)を追加して作成した。

反応は酒類も含めて食品の色調や香味の形成に重要な役割を果たしている。

酒類中のAA含有量に関しては、表1に挙げられたビールの含有量が調べられている他、Health Canadaによる報告などがある。Health Canadaの報告⁹⁾では、ビール5試料を調べ、いずれも6ppb未満であった。今回、ビール以外の酒類も対象とし、国内で販売されている酒類中に含まれるAA含有量の実態を調査することとした。

試料

平成16年3月に、東広島市内および広島市内の酒類販売店より買い上げた、酒類68点を試料とした。内訳としては、清酒22点(古酒(3年以上蔵元にて熟成した製品を選んだ)2点を含む)、焼酎17点(麦焼酎4点(樽貯蔵品1点を含む)、米焼酎3点、芋焼酎3点、黒糖焼酎3点、泡盛4点(古酒1点を含む))、ビール(淡色)8点、ビール(濃色)2点、発泡酒4点、ワイン(白)6点、ワイン(赤)6点、ウイスキー3点である。これらは、いずれも国内メーカーで製造されたものである。

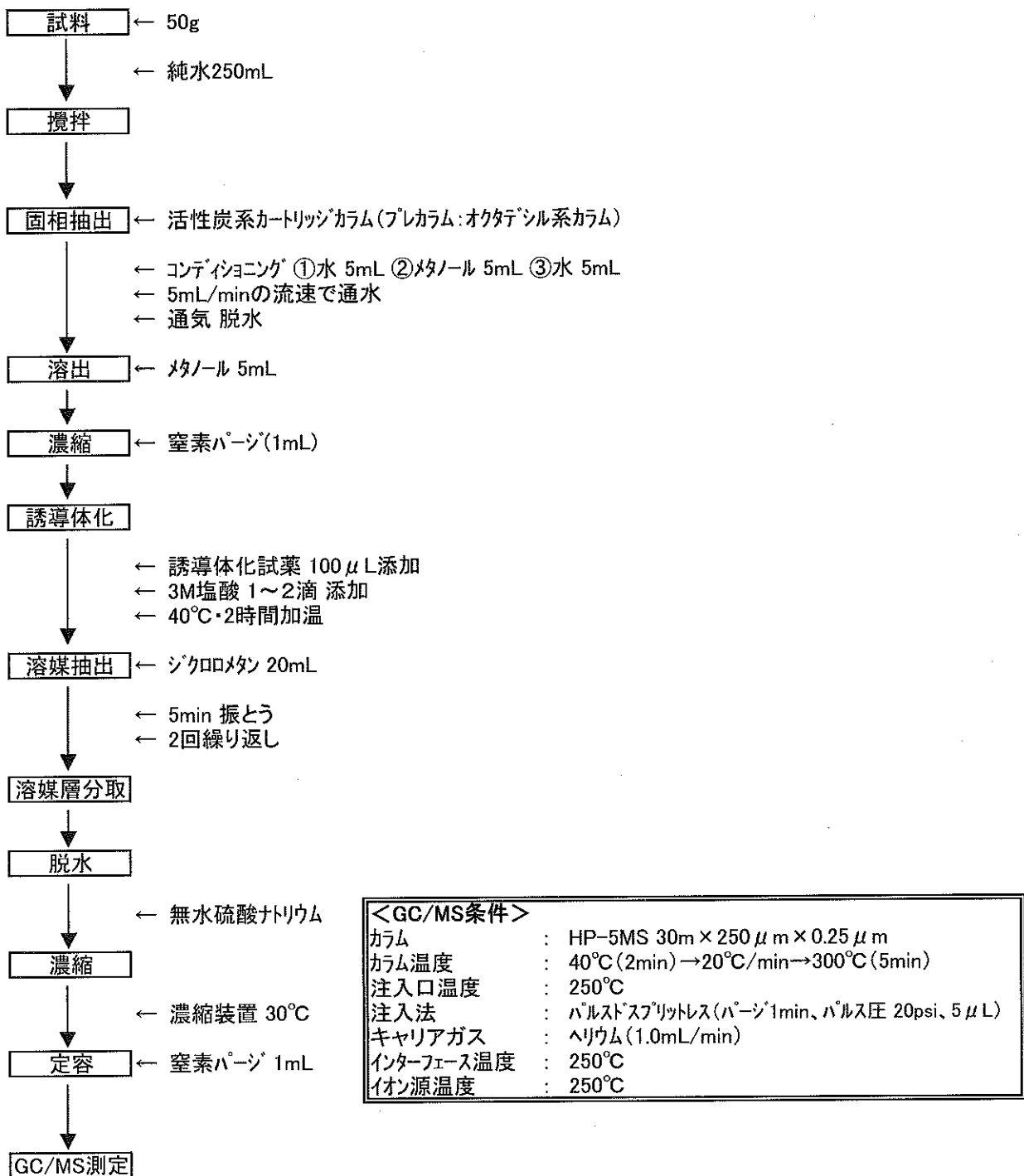
分析手法

株式会社住化分析センター大分事業所に依頼して実施した。試料50gに水250mlを加え十分に攪拌した。それを固相抽出し誘導体化した後水洗、溶媒抽出を行い、ガスクロマトグラフ-質量分析計にて定量を行った。分析のフローシートを図1に示す。なお、定量下限値は $0.2\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。ただし、ビール(濃色)については、試料50gの分析では添加回収試験での回収率が低かったため、試料を1/10量の5gとして分析した。このため、定量下限値は $2\mu\text{g}/\text{kg}$ となった。

分析結果

市販酒類68点中のAA含有量の分析結果を表2に示した。検出された試料について分析値の範囲は、清酒では $0.3\sim 29\mu\text{g}/\text{kg}$ 、焼酎では $0.4\sim 4.6\mu\text{g}/\text{kg}$ 、ビール(淡色)では $0.5\sim 9.7\mu\text{g}/\text{kg}$ 、発泡酒では $0.7\mu\text{g}/\text{kg}$ 、ワイン(白)では $0.2\sim 38\mu\text{g}/\text{kg}$ 、ワイン(赤)では $1.5\sim 20\mu\text{g}/\text{kg}$ 、ウイスキーでは $0.2\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。分析した68点のうち、17点(清酒1点、焼酎4点、ビール(淡色)5点、発泡酒3点、ワイン(赤)2点、ウイスキー2点)は定量下限($0.2\mu\text{g}/\text{kg}$)未満であった。清酒の古酒は、分析値が2.4及び $0.3\mu\text{g}/\text{kg}$

図1 酒類中のアクリルアミド分析フローシート



であった。なお、ビール（濃色）については、いずれも定量下限（2 μg/kg）未満であった。

なお、ポテトチップス等で報告されている1000 μg/kg を超える製品は、今回分析した酒類の中ではみられなかった。

考 察

市販酒類中の AA 含有量に関して、従来ビールに関する報告はあったが、今回ビール以外の酒類も含めた様々な酒類について、より多くの試料を分析することで市販酒類中の AA 含有量の実態を明らかとした。今回分析した市販酒類は合計

表2 市販酒類のアクリルアミド分析結果

	試料数	定量下限未満 定量された		定量された試料の分析値の分布 (試料数)					定量された試料について	
		試料数 (<0.2)	試料数	0.2以上	1.0以上	4.0以上	10以上	40以上	分析値の範囲	平均値
				1.0未満	4.0未満	10未満	40未満			
清酒	22	1	21	4	7	2	8	0	0.3~29	9.8
焼酎	17	4	13	6	7	0	0	0	0.4~4.6	1.5
ビール(淡色)	8	5	3	1	0	2	0	0	0.5~9.7	4.9
ビール(濃色)	2	2※	0	-	-	-	-	-	-	-
発泡酒	4	3	1	1	0	0	0	0	0.7	0.7
ワイン(白)	6	0	6	1	0	1	4	0	0.2~38	16.6
ワイン(赤)	6	2	4	0	1	2	1	0	1.5~20	7.7
ウイスキー	3	2	1	1	0	0	0	0	0.2	0.2

(単位 $\mu\text{g}/\text{kg}$)
 (定量下限 $0.2 \mu\text{g}/\text{kg}$)
 (※ビール(濃色)における定量下限は、 $2 \mu\text{g}/\text{kg}$)

68点であったが、分析値の最高値は、 $38 \mu\text{g}/\text{kg}$ であった。

ビール(濃色)の製造では、淡色麦芽に比べより高い温度で焙燥させた色の濃い麦芽(濃色麦芽)が原料の一部に使用される。アクリルアミドは、 120°C 程度以上の高温でメイラード反応により生成されることが明らかとなっていることから、麦芽製造において焙燥工程ではアクリルが生成されることも考えられる。しかし今回、ビール(濃色)を分析したところ、いずれも定量下限($2 \mu\text{g}/\text{kg}$)未満であった。

平成14年4月のスウェーデンでの発表以来、加工食品中のAA含有量が次々と明らかとなってきたが、これ以前には加工食品中に高濃度のAAが含まれる可能性があることは知られていなかった。加工食品中のAAは、通常の加工処理の工程で生成したものであり、従来存在が知られていなかったものの、その加工食品中に本来含まれていたものである。従来から含まれていた化学物質であり、従来から摂取されていたものである。新たにリスクとして発生したものではない。酒類中のAAに関しても、従来から含まれていたものと考えられる。

FAO/WHO 合同専門家会議報告によると²⁾、一

般的な人のAAの平均摂取量は、 $0.3\sim 0.8 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/dayと見積もられており、子供は体重当たりでは大人の2~3倍摂取していると考えられ、消費者によっては、平均摂取量の数倍の摂取をしていると考えられている。AAの神経毒性を指標とした無毒性量(NOAE)として、 $0.5\text{mg}/\text{kg}$ 体重/dayが設定されている。摂取量を $1 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/dayとした場合、NOAEの500分の1と計算される。

また、環境省の平成14年1月28日付報道発表資料、「化学物質の環境リスク初期評価(平成9年度~12年度、パイロット事業)の結果について」によると、ネコを対象とした経口暴露試験における歩行機能への一過性の影響を評価指標とした無毒性量等として $0.2\text{mg}/\text{kg}$ 体重/dayが設定されている。

AAは広く加工食品中に存在することから、摂取量は食品、飲料について広く考慮する必要がある。今後とも世界各国の行政機関、国連機関の動向や、研究動向等に注目したい。

ま と め

酒類中のアクリルアミド(AA)含有量の実態を調査するため、市販酒類68点(清酒、焼酎、ビ

ール（淡色）、ビール（濃色）、発泡酒、ワイン、ウイスキー）を買い上げ、AA を分析した。この中で、分析値の最高値は $38 \mu\text{g}/\text{kg}$ であった。酒類中の AA は、従来から含まれていたものと考えられる。食品中の AA に関して、今後とも行政機関の動向や、研究動向等に注意を払う必要がある。

文 献

- 1) スウェーデン食品庁ホームページ，「Acrylamide in food」：
<http://www.slv.se/engdefault.asp>
- 2) 世界保健機関（WHO）ホームページ，「Acrylamide in food」，FAO/WHO合同専門家会議報告，スイス・ジュネーブ（2002. 6. 25-27）
http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/acrylamide_june2002/en/
- 3) 米谷：加工食品中のアクリルアミド，食品衛生研究，53(10)，7-14 (2003)
- 4) 吉田：日本の市販加工食品中のアクリルアミド分析，食品総合研究所ニュース，6，2-3 (2003)
- 5) 厚生労働省ホームページ，「加工食品中アクリルアミドに関するQ&A」：
<http://www.mhlw.go.jp/topics/2002/11/tp1101-1.html>
- 6) 独立行政法人食品総合研究所ホームページ「食品中のアクリルアミドについて」：
<http://aa.iacfc.affrc.go.jp/>
- 7) Donald S. Mottran et al. : Acrylamide is formed in the Maillard reaction, Nature, 419, 448-449 (2002)
- 8) Richard H. Stadler et al. , Acrylamide from Maillard reaction products, Nature, 419, 449-450 (2002)
- 9) Health Canadaホームページ，「ACRYLAMIDE AND FOOD」：
http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/cs-ipc/chha-edpcs/e_acrylamide_and_food.html