

シックハウス症候群関連化学物質の食品への移行と飲食による摂取の可能性

石田 裕 ・ *八 藤 眞

(東京農業大学短期大学部栄養学科, *食と生活情報センター)

緒 論

今日我々は、「衣、食、住」のすべてにおいて様々な化学物質の中で生活している。そしてその中には体内に取り込むことが有益でないものも多く含まれている¹⁻⁴⁾。特に食品においてはこれらの有害化学物質の摂取による危害防止は重要な課題であり、規格基準等で、その安全性の確保が行われている。近年、家屋の壁や家具の接着等に防霉、抗菌の目的で用いられるホルムアルデヒドによる、シックハウス症候群が問題視されている^{5,6)}。ホルムアルデヒドは常温で無色透明の気体又は液体である。急毒性があり、発ガン性も疑われている⁷⁻⁹⁾。日本産業衛生学会で定められた大気中の許容濃度は0.5ppm、厚生労働省の指針値では0.8ppm(約0.1mg/m³に相当)とされている。また抗菌効果が高いため、過去には違反事例として食品への添加もみられた。

シックハウス症候群の場合、主に気道経路からの体内取り込みにより引き起こされると考えられるが、食品への吸着が速やかであれば、喫食による取り込みも経路として考えられる。また経口毒性も明らかにされている¹⁰⁾ことから、食品の保存時における、ホルムアルデヒドの食品への移行量を明らかにすることは公衆衛生上も意義がある。このことから食品成分として、炭水化物を主成分とするデンプン、タンパク質を主成分とするカゼイン、脂質を主成分とする大豆油を用いて¹¹⁾、

ホルムアルデヒドの吸着活性について検討を行い、さらに実際の食品への吸着および調理加工による消長、並びに包材の透過性について検討し若干の知見を得たので報告する。

実験方法

1. 吸着試験用試料

食品対照標準試料としてカゼイン(乳製)関東化学株式会社製(以下、関東製)試薬、デンプン(ばれいしょ)関東製1級、局方ダイズ油小塚製薬株式会社製、それぞれ2.0gずつを20cm²のシャーレにほぼ均一に広げ吸着試験に用いた。また吸着および調理による消長に関する試験には、M社製乳児用粉ミルク(缶入り)、N社製乾燥スパゲッティ(直径1.6mm)、M社製乾麺(太うどん:3.5mm×1.8mm)、米(コシヒカリ)を用いた。

2. 試薬

ホルムアルデヒド溶液(ホルマリン)は和光純業工業株式会社製試薬特級、0.5mol/lヨウ素溶液、0.5mol/l硫酸、1mol/lチオ硫酸ナトリウムは関東製、水酸化カリウム、酢酸、酢酸アンモニウム、アセチルアセトン、リン酸は関東製試薬特級、可溶性デンプンは関東製試薬1級を用いた。比色定量用アセチルアセトン溶液は酢酸アンモニウム15gを水に溶かし、酢酸0.3mlおよびアセチルアセトン0.2mlを加え更に水を加えて100mlとし調製した。

3. 装置

比色計は島津製作所製 UV-1200 を用いた。ガスクロマトグラフは島津製作所製 GC-14B, カラムは APS-201 20% on Flusin T 60/80 Mesh, を 2.0m × 3mm ガラスカラムに充填したものをを用いた。測定条件はカラム温度 100℃, 注入口および検出器温度 200℃, キャリヤガスは窒素 50ml/min. とした。なお被曝ガス濃度の測定はガスタイトシリンジを用いヘッドスペースガス 100 μ l 直接注入法により行った。赤外分光光度計は日本分光株式会社製 A202 を用いた。

4. 方法

4.1 ホルムアルデヒド溶液の検定および標準液の調製

比色定量用標準溶液およびデシケーター中で所定濃度のホルムアルデヒドの雰囲気をつくるためホルムアルデヒド溶液の検定を行った。すなわちホルムアルデヒド溶液 (和光製試薬特級) 約 1g を, 水 5ml を入れた秤量びんに精秤, 水を加えて正確に 100ml とする。この溶液 10.0ml を取り, 0.1N ヨウ素溶液を 25ml, さらに 1N KOH 溶液 20ml を加える。15 分間常温で放置後, 10% 硫酸 15ml を加え, 1% デンブロン溶液を指示薬としてファクター既知の 0.1N チオ硫酸ナトリウム溶液で滴定する。別に水 10.0ml について同様に空試験を行い, ホルマリン中のホルムアルデヒド含有量 (%) を算出した¹²⁾。

比色定量用標準溶液の調製: 濃度検定した標準液をもとに 0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 および 10.0 μ g/ml のホルムアルデヒド標準溶液を作成した。

ガスクロマトグラフィー (GC) 用標準溶液の調製: 濃度検定した標準液をもとに 10, 40, 100, 500 μ g/ml の水溶液を調製し 1 μ l ずつを GC に供した。

4.2 試料へのホルムアルデヒド吸着に関する被曝濃度の検定と条件設定

予備実験として, 被曝濃度に関する検討を行った。10.0mg/ml (1%), 1.0mg/ml (0.1%), 0.1 mg/ml (0.01%) のホルムアルデヒド溶液 10ml (直径 9cm のガラスシャーレに入れたもの) を内容量 5 l のデシケーター内に静置し, この容器内気相をシリコンゴムセプタムを介してガスタイトシリンジで採取し, ヘッドスペース GC 法によりホルムアルデヒド濃度を経時的に測定した。

4.3 吸着試験用試料の調製

ついで, 4.1 および 4.2 に従い調製したホルムアルデヒド溶液 10ml ずつを入れたシャーレおよび, 食品対照標準試料 (カゼイン, デンブロン, 大豆油) ならびに市販食品 (乳児用粉ミルク, 乾麺, スパゲティー, 米) を 2g ずつシャーレに入れ, あらかじめ同温度でエージングしたデシケーターに Fig.1 に示すようにセットした。次いでこれを 20℃ および 30℃ の恒温インキュベーターに容器ごと入れ 24, 48, 96 時間後に取り出し吸着処理後の試料とした。なおそれぞれの試料については, あらかじめホルムアルデヒドが検出されないことを確認した。

4.4 食品対照標準試料および市販食品中のホルムアルデヒドの定量

デシケーターを用い, 所定温度で所定時間, 規定濃度の雰囲気中に放置した試料を容器から取り出し 150ml 容の蒸留用 2 口フラスコに移し, 水 20ml および 20% リン酸 1ml を注加後, 水 10ml を入れたメスシリンダーを受器として, 冷却器の

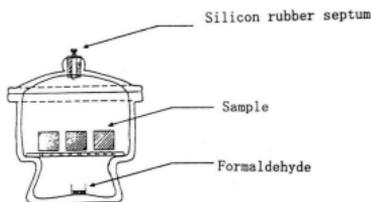


Fig.1 Formaldehyde adsorbing method for samples

ガラス管の先が浸るようにして留液が約 180ml になるまで水蒸気蒸留を行った¹²⁾。次いで水を加え 200ml に定容後、この溶液をホルムアルデヒド測定用試料溶液とした。その後この溶液 5ml を共栓試験管に採り、アセチルアセトン法¹³⁾で測定した。なおこの濃度で測定範囲を超えるものについては適宜水で希釈し測定した。

4.5 袋内食品の吸着量測定によるホルムアルデヒドのフィルム透過性試験

一般的に食品によく用いられるプラスチック包材としてポリエチレン (PE) とポリプロピレン (PP) があげられる。そこで厚さ 0.03mm の PE, PP を用い 10cm × 10cm の袋を作成しこの中に食品標準試料 2g ずつを封入し、水浸法でピンホールのないことを確認後表面の水を拭き取り風乾、所定のデシケーター中に静置し、所定放置時間毎 (24, 48, 96h) に取り出し吸着量の測定を行った。また使用した包材については赤外分光光度計を用いて測定し材質の確認を行った。

4.6 調理によるホルムアルデヒドの消長に関する試験

乳児用粉ミルクについては 14g を哺乳瓶にはかりとり、80℃の湯を 100ml まで加え溶解し調製した。また乾麺およびスバゲティーは 10g をとり重量比で 10 倍量 (100g) の水を沸騰させた中に投入し、かき混ぜながらいずれも 10 分間ゆで、ザルで湯を切り、室温放置 10 分後の太うどんおよびスバゲティーの重量を測定し、ゆであげ後試料とした。米については 20g をビーカーに移し 5 倍量の水で 3 回洗浄し、ビーカーに入れたまま全重量が 2.5 倍になるように水を加えて炊飯 (東芝 RCK-5JT-0.54L の内釜に水 60ml を入れ使用)、たきあがり後電源を切り 30 分間炊飯器内で放置したものを炊飯後の試料とした。ついでこれらの 5g ずつを採り、水蒸気蒸留法でホルムアルデヒドを回収し残存率を求めた。

結果および考察

1. デシケーター内気相ホルムアルデヒド (HCHO) 濃度の経時的変化

1.0%, 0.10%, 0.010% の HCHO 溶液 10ml を入れたデシケーター内気相中 HCHO 濃度を経時的に測定した。20℃ 放置時の 1.0% の HCHO 溶液 10ml を入れた 5 l 容デシケーター中の気相濃度は測定した範囲 (12 ~ 96 時間) では 20℃ 放置で $0.13 \pm 0.02\text{mg/l}$ で推移し、30℃ では $0.20 \pm 0.02\text{mg/l}$ であり、同様に 0.10% 溶液を用いた場合は、20℃ では $0.018 \pm 0.002\text{mg/l}$ 、30℃ では $0.028 \pm 0.003\text{mg/l}$ 、0.01% HCHO 溶液を用いた場合は 20℃ では $0.002 \pm 0.000\text{mg/l}$ 、30℃ では $0.004 \pm 0.001\text{mg/l}$ であった。また放置時間については 120 分を越えると、20℃、30℃ 放置のいずれの系列においてもほぼ一定の濃度を示し、被曝条件は同温度においては一定と見なすことができる。またデシケーター内に試料を静置した場合も試料を入れない場合と比較して、20℃ および 30℃ でいずれにおいても気相 HCHO 濃度に明らかな差は認められなかった。これは密閉された容器内において同一条件で放置された場合、同一組成の溶液の飽和水蒸気圧は一定となる¹⁴⁾ ことと関連するものと考えられ、また容器内に入れた HCHO 供給量が吸着性物質質量に較べ過量であることもその原因と考えられる。以上の結果から、放置温度の違いで気相中 HCHO 濃度が異なり、密閉された条件であれば HCHO の濃度は 20℃ と 30℃ で数倍の差があらわれることも明らかとなった。このことは接着剤等に HCHO を使用した家屋や戸棚など通気の悪い状態におかれれば人間ばかりでなく食品も常に一定濃度の HCHO にさらされることを示しており、夏場などの気温の高いときには環境中 HCHO 濃度の上昇と共に食品への移行も増大することが示唆された。

2. 被曝気相濃度を異にする食品対照標準試料のホルムアルデヒド吸着量

Table 1 に示すとおり、カゼインおよびデンプンは20℃、30℃いずれの条件においても放置時間の延長に伴い吸着量は増加した。しかし大豆油はHCHOをほとんど吸着せず、経時的な増加も

みられなかった。これは本実験で用いたカゼインとデンプンは粉末であり、大豆油は液体であり、形態の違いによる表面積の違い（吸着活性部分的量的違い）もその差の一つの要因と考えられるが、吸着量が全く異なることから、この違いについてはホルムアルデヒドが極性物質であることから、

Table1 所定濃度ホルムアルデヒド雰囲気中で被曝させた食品対象標準物質へのホルムアルデヒド吸着量mg/g

放置時間・温度	カゼイン		デンプン		大豆油	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
0時間	0	0	0	0	0	0
24時間	1.11	3.61	0.93	2.06	0.01以下	0.01以下
48時間	2.09	8.52	1.48	2.68	0.01以下	0.01以下
96時間	2.73	9.75	1.93	3.25	0.01以下	0.01以下

1% HCHO 溶液10mlを容量5lのデシケーターに静置（気相HCHO濃度：20℃ = 0.13mg/l, 30℃ = 0.20mg/l）

放置時間・温度	カゼイン		デンプン		大豆油	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
0時間	0	0	0	0	0	0
24時間	0.26	0.47	0.23	0.31	0.005以下	0.005以下
48時間	0.46	0.81	0.40	0.71	0.005以下	0.005以下
96時間	0.72	1.40	0.58	0.83	0.005以下	0.005以下

0.1% HCHO 溶液10mlを容量5lのデシケーターに静置（気相HCHO濃度：20℃ = 0.018mg/l, 30℃ = 0.028mg/l）

放置時間・温度	カゼイン		デンプン		大豆油	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
0時間	0	0	0	0	0	0
24時間	0.02	0.05	0.02	0.03	0.005以下	0.005以下
48時間	0.03	0.06	0.03	0.04	0.005以下	0.005以下
96時間	0.04	0.10	0.04	0.06	0.005以下	0.005以下

0.01% HCHO 溶液10mlを容量5lのデシケーターに静置（気相HCHO濃度：20℃ = 0.002mg/l, 30℃ = 0.004mg/l）

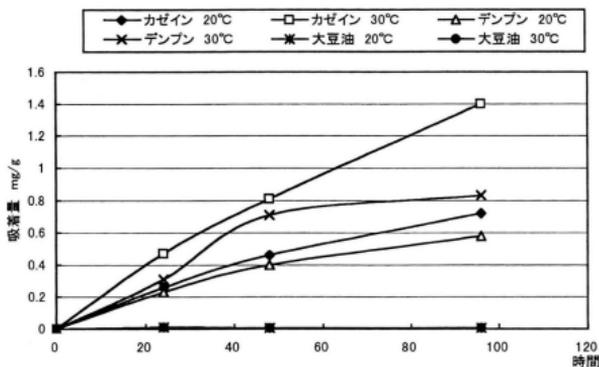


Fig.2 食品対照標準試料におけるホルムアルデヒド吸着量 (0.1% HCHO 使用時)

分子内に極性基であるアミノ基およびカルボキシル基を有するカゼインやアルコール基を有するデンプンとは水素結合で引き合い吸着が高まり、逆に極性基をほとんど持たない油脂は静電的に、分子同士が引き合う性質持つことから、極性基を有するHCHOとは相容れないためと考えることに合理性がある。以上の結果からカゼインおよびデンプンについては被曝濃度が高まっても吸着平衡には達せず、放置時間を延長することで吸着量はさらに上昇することが推測されその傾向をTable 1から抜粋しFig.2に示した。

3. タンパク質および糖質性保存食品のホルムアルデヒド吸着能

20℃, HCHO 気相濃度 0.018mg/l 中で被曝させた結果 Fig.3-1 に示すとおりタンパク質性保存食品として乳児用粉ミルクを用いた場合、24 時間で 0.12mg/g, 48 時間で 0.28mg/g, 96 時間で 0.53mg/g の吸着がみられ、糖質性食品としては乾麺が 24 時間で 0.10mg/g, 48 時間で 0.17mg/g, 96 時間で 0.49mg/g の吸着が、スパゲティーでは 24 時間で 0.07mg/g, 48 時間で 0.12mg/g, 96 時間で 0.42mg/g の吸着がみられ、また米では 24 時間で 0.09mg/g, 48 時間で 0.19mg/g, 96 時間で 0.39mg/g の吸着がみられた。さらに 30℃, 気相濃度 0.028mg/l 中で被曝させた場合は、Fig.3-2 に示すとおり粉ミルク

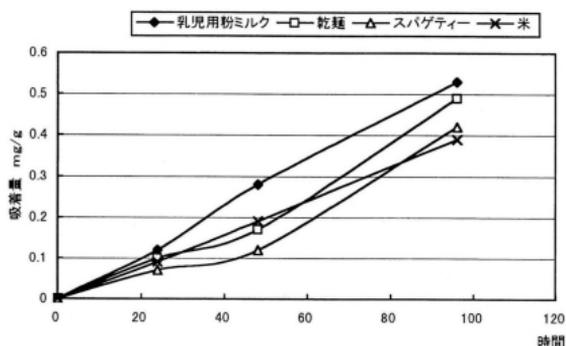


Fig.3-1 保存性食品のホルムアルデヒド吸着活性 20℃, 気相中 HCHO 濃度 0.018mg/l

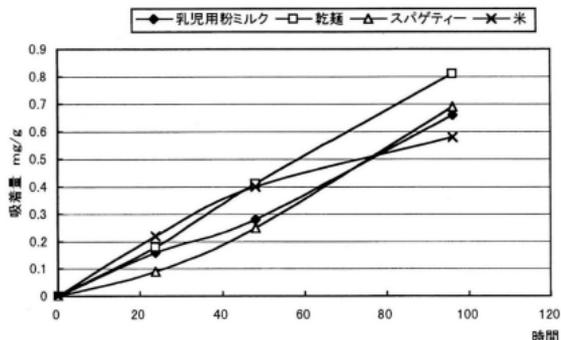


Fig.3-2 保存性食品のホルムアルデヒド吸着活性 30℃, 気相中 HCHO 濃度 0.028mg/l

Table2-1 ホルムアルデヒドのフィルム透過性 (0.03mmポリエチレン) mg/g
(フィルム内食品対象標準試料へのホルムアルデヒド吸着量測定による)

放置時間・温度	カゼイン		デンプン		大豆油	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
0時間	0	0	0	0	0	0
24時間	0.05	0.14	0.05	0.16	0.01以下	0.01以下
48時間	0.09	0.26	0.07	0.34	0.01以下	0.01以下
96時間	0.20	0.46	0.22	0.96	0.01以下	0.01以下

1%ホルムアルデヒド溶液10mlを容量5lのデシケーターに静置 (気相濃度: 20℃ = 0.13mg/l, 30℃ = 0.20mg/l)

放置時間・温度	カゼイン		デンプン		大豆油	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
0時間	0	0	0	0	0	0
24時間	0.02	0.02	0.01	0.02	0.005以下	0.005以下
48時間	0.03	0.04	0.02	0.03	0.005以下	0.005以下
96時間	0.03	0.04	0.03	0.06	0.005以下	0.005以下

0.1%ホルムアルデヒド溶液10mlを容量5lのデシケーターに静置 (気相濃度: 20℃ = 0.018mg/l, 30℃ = 0.028mg/l)

放置時間・温度	カゼイン		デンプン		大豆油	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
0時間	0	0	0	0	0	0
24時間	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.005以下
48時間	0.02	0.02	0.01	0.01	0.005以下	0.005以下
96時間	0.02	0.02	0.02	0.02	0.005以下	0.005以下

0.01%ホルムアルデヒド溶液10mlを容量5lのデシケーターに静置 (気相濃度: 20℃ = 0.002mg/l, 30℃ = 0.004mg/l)

Table2-2 ホルムアルデヒドのフィルム透過性 (0.03mmポリプロピレン) mg/g
(フィルム内食品対象標準試料へのホルムアルデヒド吸着量測定による)

放置時間・温度	カゼイン		デンプン		大豆油	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
0時間	0	0	0	0	0	0
24時間	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01以下	0.01以下
48時間	0.02	0.06	0.02	0.05	0.01以下	0.01以下
96時間	0.04	0.09	0.03	0.09	0.01以下	0.01以下

1%ホルムアルデヒド溶液10mlを容量5lのデシケーターに静置 (気相濃度: 20℃ = 0.13mg/l, 30℃ = 0.20mg/l)

放置時間・温度	カゼイン		デンプン		大豆油	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
0時間	0	0	0	0	0	0
24時間	0.01	0.02	0.01	0.01	0.005以下	0.005以下
48時間	0.02	0.02	0.01	0.01	0.005以下	0.005以下
96時間	0.02	0.02	0.02	0.02	0.005以下	0.005以下

0.1%ホルムアルデヒド溶液10mlを容量5lのデシケーターに静置 (気相濃度: 20℃ = 0.018mg/l, 30℃ = 0.028mg/l)

放置時間・温度	カゼイン		デンプン		大豆油	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
0時間	0	0	0	0	0	0
24時間	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.005以下	0.005以下
48時間	0.01	0.01	0.01	0.01	0.005以下	0.005以下
96時間	0.02	0.01	0.01	0.01	0.005以下	0.005以下

0.01%ホルムアルデヒド溶液10mlを容量5lのデシケーターに静置 (気相濃度: 20℃ = 0.002mg/l, 30℃ = 0.004mg/l)

は24時間で0.16mg/g, 48時間で0.28mg/g, 96時間で0.66mg/gの吸着がみられ, 乾麺は24時間で0.18mg/g, 48時間で0.41mg/g, 96時間で0.81mg/gの吸着が, スパゲティーでは24時間で0.09mg/g, 48時間で0.25mg/g, 96時間で0.69mg/gの吸着がみられ, 米では24時間で0.22mg/g, 48時間で0.40mg/g, 96時間で0.58mg/gの吸着がみられた。この傾向は食品対照標準試料に対応した値であり, 保存食品もどのような形態であれ, タンパク質および糖質を主成分とする食品であれば十分ホルムアルデヒド吸着

物質になりうることが示唆された。

4. フィルム内食品へのホルムアルデヒドの移行

フィルム内食品中のHCHO吸着量測定によるHCHOのフィルム透過性試験を行った。包材は一般的に食品用によく用いられる厚さ0.03mmのポリエチレン(PE)とポリプロピレン(PP)単層フィルムを用いた。また使用した包材については赤外分光光度計で測定した結果, 既報¹⁵⁾と同様の赤外吸収が示されPEとPPであることが確認された。ついてPEとPPのそれぞれについて

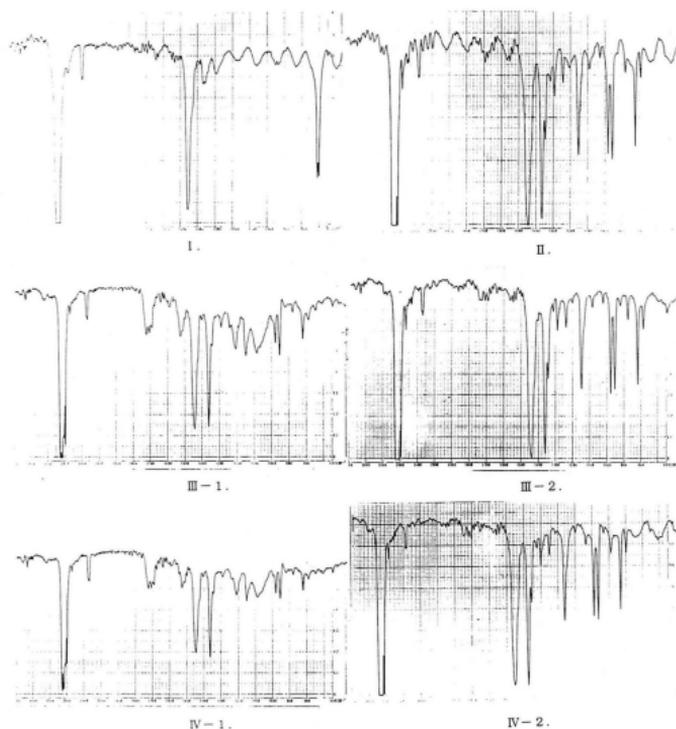


Fig.4 赤外分光光度計による包材の鑑別

- I. ホルムアルデヒド透過試験に用いたポリエチレン袋
 II. ホルムアルデヒド透過試験に用いたポリプロピレン袋
 III-1. 乾麺の包材・内側 III-2. 乾麺の包材・外側
 IV-1. スパゲティーの包材・内側 IV-2. スパゲティーの包材・外側

10cm × 10cmの袋を作成しこの中に食品標準試料2gずつを封入後、所定濃度のHCHO雰囲気中に静置し、所定時間毎(24, 48, 96h)に取り出し吸着量の測定を行った。その結果 Table 2-1.2 に示すとおり、カゼイン、デンプンともに吸着はみられるものの、20℃、96時間、HCHO濃度0.18mg/l中でカゼイン、デンプンのいずれも、PE包装品は0.030mg/gでカゼインは無包装のもの約4%、デンプンは約5%であり、PPではいずれも約3%とわずかな吸着がみられた。この結果は包装がホルムアルデヒドの侵入を防ぐのに有効であることを示しており、特にPPは1.3mg/lの高濃度の被曝においても有効であり、この違いは既報¹⁶⁾のガスバリアー性とも一致していた。なお市販の乾麺およびスパゲティーの袋は赤外分光光度計で測定した結果 Fig.4 に示すとおりいずれも外層、内層ともにポリプロピレンの複層フィルム(乾麺の袋:外層0.033mm,内層0.025mm,スパゲティーの袋:外層0.030mm,内層0.020mm)であった。

5. ホルムアルデヒドの調理による消長

市販の乾麺、スパゲティー、米、乳児用粉ミルクを試料調製の項に従い調理操作を行い残存量を測定した結果、乾麺では約40%、スパゲティーでは約30%が、米では約60%が残存した。また乳児用粉ミルクについては14gを80℃の湯で

100mlになるよう溶解したものを試料とし、ホルムアルデヒド量を測定した結果、約85%が残存することが明らかとなった。(Fig. 5)

以上の結果からタンパク質や糖質を主成分とする食品には被曝濃度の高低にかかわらず、ホルムアルデヒドは吸着され、特に乾物や穀類などのように長期保存をする食品には継続的に蓄積されることが明らかとなった。またホルムアルデヒドはポリエチレンフィルムでは進入を防ぐことは困難であるが、ポリプロピレンフィルムなどの容器に密封された状態であればかなり進入を阻止できることが明らかになった。しかしこのことは開封後、再度密封されなければ開放状態で吸着が行われるということであり、例えば密封性のない容器であるいはふたをしめずに粉ミルクや米などを保管すれば室内あるいは戸棚内のホルムアルデヒドを長期にわたって吸着することになる。さらに調理法によっては高い残存もみられることから、保存には密封容器を用い低温で保管することがホルムアルデヒドの食品への吸着を防ぐのに有効である。また調理法としては多量の湯を用いて、ゆでこぼすことなどが有効であることが示唆された。

ま と め

カゼイン、デンプン、大豆油にホルムアルデヒドを被曝させた結果、吸着量はカゼイン、デンプ

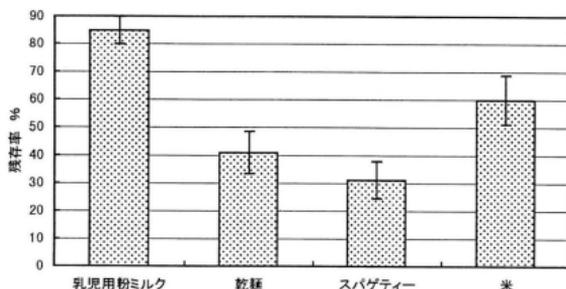


Fig.5 調理後のホルムアルデヒド残存率

ン、大豆油の順で高く、大豆油についてはホルムアルデヒドの吸着はほとんどみられなかった。カゼイン、デンプンのホルムアルデヒド吸着は少なくとも96時間までは増加傾向が続き、限界点には達せず、保存が長期間にわたるとさらに吸着され続ける可能性がある。また保存温度とホルムアルデヒド吸着量の関係では、温度の上昇に伴い雰囲気中のホルムアルデヒド濃度も上昇し、吸着量に関しても温度の上昇は測定範囲内において正の相関を示した。また吸着活性の高かった粉乳はカゼインと、乾麺はデンプンと同様の傾向を示し、低濃度のホルムアルデヒド中でも吸着がみられた。包装との関連では、むき出しのものより明らかに吸着は押さえられ、特にポリプロピレンはポリエチレンよりホルムアルデヒドに対するバリアー性が高かった。調理による消長ではゆでることにより約70%が除去されるが、粉ミルクのように、溶かして全量摂取するものでは、ほとんどが残留する。これはセンベイなどのように直接食べるものについても同様と考えられる。なお本研究では吸着状況を明確にするため実際に危害の引き起こされた気相濃度および指針値より、数倍から数百倍高い濃度で被曝実験を行ったがいずれも経時的に吸着量の増加がみられ、96時間では飽和量に達しないことから長期にわたって保存が可能な食品はホルムアルデヒド含有量が実態として食品100g～1kg中に数mg含まれてくる可能性はある。経口による毒性試験では数十mg以上の摂取で何らかの異常を認めるとの記載⁷⁾もあるが、この点では安全係数を考慮しなければ問題はないと考えられる。しかしその他の化学物質との複合的な摂取を考えると全く問題がないとも言切れない。これらのことからホルムアルデヒドの食品への移行を防ぐことは公衆衛生上意義があり、保存性食品はポリプロピレン、あるいはそれ以上のガスバリアー性の高い容器に密封し、冷蔵保管す

ることが食品側からみた汚染を低減させる有効な手段といえる。

最後に本研究を行うにあたり、多大なる研究助成を賜りました浦上食品・食文化振興財団ならびに関係者各位に心より御礼申し上げます。

文 献

- 1) 石田裕 杉山法子 高畑薫 八藤眞：p-ジクロロベンゼンの食品への移行及び調理後の残存について、食品衛誌 35,3,305～309 (1994)
- 2) 平山晃久、加島淳子、渡辺徹志：水道水及び市販ミネラルウォーター中のホルムアルデヒドの含量、食衛誌、34,3,205～210 (1993)
- 3) 岩間雅彦ら：洗濯および保管によるノーアイロンシャツ中の遊離ホルムアルデヒド量の変化、J. of Health Science,45,6,412～417 (1999)
- 4) 西川治光、高原康光、森等、早川友邦：o-2,3,4,5,6-ペンタフルオロベンジルオキシアミンを用いた大気中微量ホルムアルデヒドのガスクロマトグラフ定量、大気汚染学会誌 19,5,387～391 (1984)
- 5) アトピー環境研究会編：1999年度調査研究中間報告書シックハウス等症例集アトピー環境研究会 (1999)
- 6) シックハウス完全対策：建築知識、43,3,124～196 (株) エクスタレージ (2001)
- 7) 後藤潤、池田直之、原一郎：産業中毒便覧、1089～1096 (株) 医歯薬出版 (1981)
- 8) Kamata,E., Nakadate M., Uchida,O., Ogawa,Y., Kanako, T. and Kurokawa,Y. : Effect of Formaldehyde Vapor on the Nasal Cavity and Lungs of F-344 Rats, J. Environ. Path. Toxicol. Oncol,15,1～8 (1996)
- 9) Kamata,E., Nakadate M., Uchida,O., Ogawa,Y., Suzuki,S., Kanako,T., Saito,M.and Kurokawa,Y. : Resultu of a 28-month Chronic Inhalation Toxicity Study of Formaldehyde in Male Fisher-344 Rats. J. ToxicolSci,22,239～254 (1997)
- 10) Williams, R.T: Detoxiation Mechanisms 2nd.edi., 334～335,467 Chapman and Hell London. (1959)
- 11) 科学技術庁食品資源調査会編：五訂日本食品標準成分表
- 12) 日本薬学会編：衛生試験法注解、108～110、金原出版株式会社 (1990)
- 13) 日本薬学会編：衛生試験法注解、616～617、金原出版株式会社 (1990)

-
- 14) John A. Trlter, J.H.B.Christian (平田学, 林徹訳): 食品と水分活性, 3 ~ 5, 株式会社学会出版センター (1993)
- 15) 依田隆一郎, 大見俊彦, 模擬幸夫, 小西昭夫, 山本清史, 藤井正美, 村上貴久: 食品用プラスチック別鑑別の科学, 食品衛生研究, 30.10.61 ~ 70 (1980)
- 16) 葛良忠彦, 平和雄: 新しい包装材料, 4 ~ 15, 共立出版 (1991)

Transfer of sick house syndrome-related chemicals to food and the probability of intake by drinking and eating

Hiroshi Ishida and * Makoto Hatto

(Junior College Department of Nutrition, Tokyo University of Agriculture and * Food and Life Information Center)

Recently, sick house syndrome caused by formaldehyde has been gaining attention in Japan. Disorders from formaldehyde are considered to be caused by its intake mainly through the airways, but if formaldehyde is rapidly adsorbed to food, its intake by drinking and eating is possible. Therefore, evaluation of the transfer of formaldehyde to food and its amount is important for public hygiene. When casein, starch, and soybean oil were exposed to formaldehyde, the amount of adsorbed formaldehyde was the largest in casein, followed by starch, while it was very small in soybean oil. The adsorption of formaldehyde to casein and starch increased over 96 hours without reaching the maximum, suggesting that their adsorption continue during long-term storage. The concentration of formaldehyde in air increased with elevation of temperature, and the amount of adsorbed formaldehyde was positively correlated with elevation of temperature within the measurement range. High adsorption by powdered milk samples was similar to that of casein, whereas adsorption by dried noodles, which are preserved starch food, was similar to that of starch. In both samples, adsorption of formaldehyde was observed at low concentrations. The adsorption of formaldehyde was less in the wrapped samples than in the unwrapped samples. Polypropylene-wrapping provided higher protection against formaldehyde than polyethylene-wrapping. About 70% formaldehyde was removed by boiling, but almost all formaldehyde remained in the samples that are dissolved, such as powdered milk.