

暖房用放熱器の二次的機能に関する考察

柚 本 玲

LEI YUMOTO

(お茶の水女子大学, 日欧室内気候研究室研究員)

平 山 禎 久

YOSHIHISA HIRAYAMA

(日欧室内気候研究室研究員)

田 中 辰 明

TATSUAKI TANAKA

(お茶の水女子大学 名誉教授,
日欧室内気候研究室室長)

はじめに

全室暖房の普及は近年著しいものがあり、快適志向の広がりとともに暖房環境の改善が見られるようになった。

その中でも冬期のキッチン、水廻りの熱環境は向上してきており、暖房方式も様々な機器が使われている。ここでは、暖房器具として、同時にキッチン、水廻りにおける湿ったタオル、布巾をかけておいて乾かすことができる、ラジエータ方式の暖房器の暖房以外の二次的機能について、食の衛生といった観点から述べる。

1. 食中毒

食中毒は生活上身近な危険のひとつである。厚生労働省白書によると、1998年をピークに事件数は減少しているものの患者数に大きな変化はない^{1) 2)}。しかし、中食や外食産業の進展に伴って食中毒発生の原因施設が家庭から食品など事業者へと外部化されていると報告されている¹⁾。また食品流通の多様化などによる被害の大規模化や広域化が懸念されており食中毒対策は引き続き重要課題であると報告されている^{1) 2)}。

厚生労働省の食中毒・食品監視関連情報による原因別の食中毒発生状況を表-1に示す³⁾。2004年、2005年ともに約1,500件前後の食中毒が発生

表-1 病因物質別食中毒発生状況(速報)(2004年および2005年)³⁾

原因	2004年			2005年		
	件数	患者数	死者	件数	患者数	死者
細菌	1,152	13,078	2	1,065	16,678	1
ウイルス	277	12,537	—	275	8,728	—
化学物質	12	299	—	14	111	—
自然毒	151	433	3	106	285	6
その他	5	8	—	8	8	—
不明	69	1,820	—	77	1,209	—
総数	1,666	28,175	5	1,545	27,019	7

し、細菌、自然毒(フグ、きのこなど)で死亡者が出ている。これらをさらに詳しく分類した表-2を参照すると、細菌ではサルモネラ菌で死亡例が認められる。自然毒のように特殊な食物を口にするわけではなく、卵や食肉が原因食品となるサルモネラ菌による食中毒は非常に身近な問題であるといえる。食中毒に関しては各自治体や厚生労働省がサイトなどで注意を喚起しており、その予防法などを公開している。

2. 食中毒への対策

一般に食中毒予防の三原則は、食中毒菌を「付けない、増やさない、殺す」といわれる。表-3に米国農務省食品安全検査局が作成した「Food Safety in Kitchen: a "HACCP" Approach」を参考に、食品衛生専門家により作成された食中毒予防を6つのポイントにまとめた概要を示す⁴⁾。ここでは「新鮮な生鮮食品を使う」「食品をよく

表-2 原因別食中毒発生状況(速報)(2004年および2005年)³⁾

原因	2004年			2005年		
	件数	患者数	死者	件数	患者数	死者
カンピロバクター	558	2,485	—	645	3,439	—
サルモネラ属菌	225	3,788	2	144	3,700	1
腸炎ビブリオ	205	2,773	—	113	2,301	—
ぶどう球菌	55	1,298	—	63	1,948	—
ウェルシュ菌	28	1,283	—	27	2,643	—
その他の病原大腸菌	27	869	—	25	1,734	—
セレウス菌	25	397	—	16	324	—
腸管出血性大腸菌	18	70	—	24	105	—
その他	9	61	—	8	484	—
エルシニア	1	40	—	—	—	—
赤痢菌	1	14	—	—	—	—
ボツリヌス菌	—	—	—	—	—	—
ナグビブリオ	—	—	—	—	—	—
コレラ菌	—	—	—	—	—	—
チフス菌	—	—	—	—	—	—
バラチフスA菌	—	—	—	—	—	—
ノロウイルス	277	12,537	—	274	8,727	—
その他のウイルス	—	—	—	1	1	—
植物性自然毒	99	354	1	58	210	4
動物性自然毒	52	79	2	48	75	2

表-3 家庭でできる食中毒予防の6つのポイント(厚生省; 1997)¹⁾

項目	内容
(1) 購入	新鮮な生鮮食品の購入。消費期限を守る。肉汁や魚の水分が漏れないようにする。温度管理の必要な食品は移動時間にも配慮する
(2) 保存	すぐに冷蔵庫や冷凍庫で保存する。冷蔵庫(10℃以下)・冷凍庫(-15℃以下)は適温で使用する。冷凍・冷蔵を過信せず早目に使い切る。肉汁や魚の水分が他の食品に触れないようにする。生物を扱う前に手を洗う。微生物に汚染されにくい場所に保存する
(3) 下準備	調理台を清潔にする。きれいな調理器具等(包丁、食器、まな板、布巾、たわし、スポンジ)を使う。調理前・調理中に手を洗う。食材をよく洗う。肉や魚の汁が他の食品にかからないように注意する。冷凍食品は室温で解凍しない。冷・解凍を繰り返さない。調理器具などは使用後すぐに洗う(必要に応じて漂白、熱湯、煮沸により消毒)
(4) 調理	タオル・布巾を乾いた清潔なものに交換する。食品の内部まで十分に加熱する(75℃、1分以上)。長時間室温で放置しない
(5) 食事	手を洗う。清潔な調理器具・食器を使う。温かい料理は65℃以上。冷やす料理は10℃以下を目安に温度を保つ。料理を室温に長く放置しない
(6) 残った食品	きれいな器具・容器で保存する。早く冷やすように工夫(浅い容器、小分け)。食べる前に十分に再加熱する

洗う」「肉や魚の汁が他の食材につかないようにする」など、食品そのものの扱いだけでなく、調理台、調理器具、食器など周辺の道具類を清潔にすることに言及されている。それらの中でも、タオルや布巾のような布製品は清潔に洗浄することに加えて、乾燥させることが大切であるとされている。微生物の生存や増殖に水は必須であるので、乾燥させることにより「食中毒菌を増やさない」という予防の原則を実現することができるからである。

食品保存の領域では、食品の水分を制御することにより食品の保存性を高めてきた。乾燥、塩漬、砂糖漬、冷凍などの加工処理がそうである⁵⁻⁷⁾。厳密に言えば食品に含有される水分は、食品成分と結合した結合水および、そうでない自由水に分けられる。これらのうち微生物が利用できるのは自由水である⁵⁾。この自由水の割合を示す値を水分活性という。前述のような加工処理で保存に効果が上がるのは、単に食品の水分含量の減少によるだけではない。食品中で塩や糖と水分が結びつくことにより自由水が減り、水分活性が低下するためでもある⁵⁻⁸⁾。食品の水分活性が低下するにつれて、大部分の細菌→酵母→カビの順に発育が抑制される。

表-4に微生物増殖に必要な最低水分活性値(抜粋)、表-5に水分活性と阻止される微生物を示す^{8) 9)}。一般に真菌類は水分活性の発育下限値が細菌と比較して低いため、乾燥食品であっても

表-4 微生物増殖に必要な最低水分活性⁸⁾

菌種	一般名	水分活性
細菌		
<i>Clostridium perfringens</i>	ウェルシュ菌	0.945
<i>Staphylococcus aureus</i> (好氣的)	黄色ブドウ球菌	0.860
<i>S. aureus</i> (嫌氣的)	黄色ブドウ球菌	0.910
<i>Campylobacter jejuni</i>	カンピロバクター	0.990
<i>Salmonella oranienburg</i>	サルモネラ菌	0.957-0.948
<i>Salmonella newport</i>	サルモネラ菌	0.940
<i>Bacillus cereus</i>	セレウス菌	0.930
<i>B. cereus var. mycoides</i>	セレウス菌	0.990-0.970
<i>Vibrio Parahaemolyticus</i>	腸炎ビブリオ	0.932
<i>Clostridium botulinum A, B</i>	ボツリヌス菌	0.940
<i>C. botulinum E</i>	ボツリヌス菌	0.966
		大部分は0.950
真菌		
<i>Penicillium citrinum</i>	アオカビ	0.843*
<i>P. rugulosum</i>	アオカビ	0.860-0.840*
<i>Rhizopus nigricans</i>	クモノスカビ	0.930-0.900*
<i>Aspergillus niger</i>	クロコウジカビ	0.850-0.840*
<i>Mucor spinosus</i>	ケカビ	0.900-0.930*
<i>Botrytis cinerea</i>	ハイイロカビ	0.903-0.900

* 胞子の発芽に必要な水分活性

表-5 水分活性と阻止される微生物

水分活性	範囲内最低値で阻止される微生物
1.00-0.95	グラム陰性桿菌、細菌胞子、ある種の酵母
0.95-0.91	多くの球菌、乳酸菌、 <i>Bacillus</i> 属の栄養細胞、ある種のカビ
0.91-0.87	多くの酵母
0.87-0.80	多くのカビ、ブドウ球菌
0.80-0.75	多くの好塩細菌
0.75-0.65	耐乾性カビ
0.65-0.60	耐浸透性酵母
0.50	微生物の増殖を許さない水分活性

真菌が認められる場合がある。しかし、その場合でも水分活性が0.60以下になると発育できなくなる。水分活性に100をかけるのと相対湿度となり、ほぼ各菌の生育至適湿度ととらえることができる¹⁰⁾。つまり、一般の認識と同様、相対湿度を下げる(たとえば60%RH以下)ことで菌の繁殖を抑える一助となるのがわかる。

相対湿度は飽和水蒸気圧に対する空気中の実際の水蒸気圧の比である。飽和水蒸気圧は温度が高くなるほど大きくなるので、ある状態から加湿せずに温度を上げれば相対湿度が低下する。放熱器で布巾を乾燥した状態で保つことにより菌の増殖を抑える効果が期待できる。

3. 台布巾における細菌実測例¹³⁾

本研究室で、台布巾における細菌数の推移を調べた結果がある。洗濯機で洗濯し、乾燥させた台布巾(新品ではなく使用中のもの)を、台所、ダイニングテーブルで1日間3食、食前食後日常で使用する範囲で使用し、菌数を調査した(表-6)。

例数が1件と限られた結果ではあるが、この実験では生菌数は1日間使用した直後と24時間培養

表一六 布巾の菌数確認実験方法 (n = 1)¹³⁾

項目	内容
対象試料	使用中の布巾を洗濯機で洗濯後乾燥したものを使用、レーヨン100% (T社製)
場所 方法	台所、ダイニングテーブル 日常使用する範囲で使用 (毎回、使用後すすいで使用)
回数	3食食前、食後(1日間)
試験液	滅菌袋に使用後の布巾と20mlの滅菌水を密封しよく均質化させた
培養・計数	100倍希釈系列で希釈した試験液をニュートリエント培地に塗抹、30℃で48時間培養、コロニー数を計数

表一七 細菌と真菌¹⁰⁾

	細菌	真菌	
		糸状菌(カビ)	酵母
種類	大腸菌 黄色ブドウ球菌 など	クロカビ アオカビなど	赤色酵母など
場所	水のある場所	高湿な場所	水のある場所
乾燥に	弱い	死ににくい	弱い
増殖	速い	遅い	速い
増殖	細胞分裂	胞子から菌糸を 成長させる	出芽

後を比較すると約107倍に増殖した¹³⁾。このとき、特に汚れたままにしたり、ひどい汚れをふき取ったりしたわけではなく、使用するたびに手ですぎ絞ったものを1日間使用した。したがって、台布巾は一般に使用されるようにすすぎながら使用していても、ある条件下で放置すると1~2日で菌が大幅に増殖するということである。

4. ラジエータ型放熱器の二次的応用

ラジエータ型放熱器は、ドイツで伝統的に使用されており、中には陶製の凝った意匠の放熱器なども見られる(図一1)。放射により温める放熱器は、不快な気流(ドラフト)が無く快適な環境を実現できる¹⁴⁾。

図一2にドイツで用いられた第一次大戦後の実用主義放熱器を示す。これらでは、弁当などを温める二次的な機能をもたせている。

かつてのドイツの規格では、放熱器入り口温水温度90℃、出口温水温度70℃で室温を20℃に保てる放熱性能を持つように放熱器が設計され、検査を受けて出荷された。しかし1973年に起こった石油危機以来、住宅の断熱化が進むと、従来の放熱器を室内に設置したのでは、ボイラーがオン・オフを繰り返すなど不都合が生じるようになった。同時に、ヒートポンプの技術や代替エネルギー利用熱源が応用されるようになり、放熱器の出入口温度に幅が求められるようになった。そこで、高めの温度の温水を流す小さめの放熱器ではなく、



図一1 凝った意匠の陶製放熱器(ドイツ)



図一2 第一次大戦後の実用主義放熱器(ドイツ)

より適切に低めの温水温度で運転する放熱器を用いることが、質の高い暖房技術とされるようになった。こうして送水温度を下げた中温式暖房が主流となってきた。こういった技術革新とともに、デザイン性やインテリアとの調和といった意匠性も追求されるようになり、浴室のタオルかけや玄関のコートかけといった二次的機能を持たせた暖房器が設計された。

図一3はタオルかけがついている放熱器であり、脱衣室などに設置すればタオルが乾燥した状態で暖かく、入浴後の体を拭くのに快適である。これはシュツットガルト(Stuttgart)郊外のフェルバッハ(Fellbach)の住宅展示場で展示されていたものを撮影したものである。

図一4には台所に設置し、布巾をかけられる放熱器を示す。ラジエータに水と不凍液を入れ、下

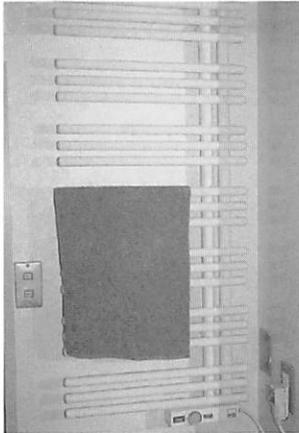


図-3 脱衣室でタオルなどをかけられる放熱器



図-4 台所で布巾をかけられる放熱器

部の電気ヒータエレメントで昇温し、自然対流で循環させる仕組みである。最高温度は80℃程度となるが、ラジエータ表面の実用温度は30～50℃程度となる。前述のように台所で使用するタオルや布巾は清潔で乾燥していることが大切である。布巾やタオルをかけて乾燥させることを付加機能として設計されたこの放熱器に布巾をかけておくことにより、布巾近傍の相対湿度が下がり、菌の増殖をより抑えることができる。各菌の生育温度域は、細菌で30℃から37℃、カビで20℃から30℃、酵母で25℃から35℃であるが¹⁰⁾、短い時間で布巾を乾燥させられることによって、菌の増殖を抑制させることができる。

まとめ

タオルや布巾をかけることを想定した放熱器の

二次的機能について、布巾の乾燥により微生物増殖を防ぐという観点から本稿をまとめた。住まい手が様々な種類の空調器から住まい方にあった機器を選択するための情報のひとつとなればと考える。

参考文献

- 1) 厚生労働省：平成16年版 厚生労働白書 現代生活を取り巻く健康リスクー情報と協働でつくる安全と安心 (2004)
- 2) 厚生労働省：平成17年版 厚生労働白書 地域とともに支えるこれからの社会保障 (2005)
- 3) 厚生労働省：食中毒・食品監視関連情報 速報 平成17年 (2005) 食中毒発生状況 (速報) (2006)
- 4) 厚生省：家庭でできる食中毒予防の6つのポイントー家庭で行うHACCP (宇宙食から生まれた衛生管理) (1997)
- 5) 小久保彌太郎：現場で役立つー食品微生物 Q & A：中央法規出版 (2005)
- 6) 伊藤武, 川本伸一, 杉山純一, 西島基弘：米谷民雄食品検査とリスク回避のための防御技術：シーエムシー出版 (2006)
- 7) 西田博：水と食品衛生 Q & A 中央法規出版 (1992)
- 8) 清水潮：食品微生物Iー基礎編ー食品微生物の科学：幸書房： (2001)
- 9) 西田博：着眼点ー食品衛生ー食品衛生関係者必携ー：中央法規出版 (1982)
- 10) 高鳥浩介監修：かび検査マニュアルカラー図譜 (2002)
- 11) 宇田川俊一, 椿啓介, 堀江義一, 三浦宏一郎, 箕浦久兵衛, 山崎幹夫, 横山竜夫, 渡辺昌平：菌類図鑑 (上)：講談社 (1993)
- 12) 宇田川俊一, 椿啓介, 堀江義一, 三浦宏一郎, 箕浦久兵衛, 山崎幹夫, 横山竜夫, 渡辺昌平：菌類図鑑 (下)：講談社 (1993)
- 13) 倉内清香：台布巾に繁殖する細菌と臭気の関係：お茶の水女子大学卒業論文 (2002)
- 14) 田中辰明, 平山禎久, 柚本玲：ヒポカウステン暖房 (Hypokaustenheizung) から近代的な冷暖房までー放射成分を中心とした冷暖房の考察：冷凍空調設備 (2006)

(平成18年8月7日 原稿受理)