

ベンゾ[a]ピレンなどの多環芳香族炭化水素 (PAHs) について

はじめに

多環芳香族炭化水素 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons ; PAHs) は、ベンゼン環が複数個結合した比較的安定な脂溶性物質の総称です。PAHs の基本骨格を図-1 に示します。ベンゼン環が 2 個のナフタレン、3 個のアントラセンも PAHs ですが、通常、環が 4 個~5 個の化合物を対象 PAHs とすることが多いようです。さらに、フルオランテンのように 5 員環を含む化合物も PAHs に含まれます。

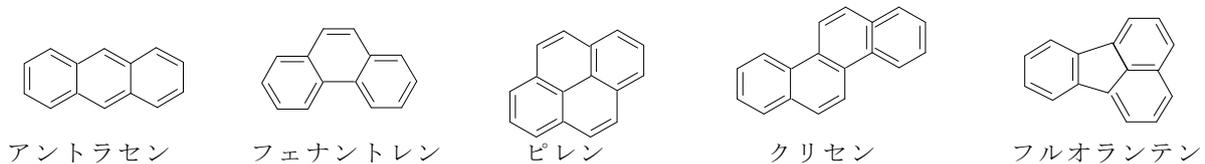


図-1 PAHs の構造 (基本骨格)

PAHs の名称について、図-1 のアントラセンを例に説明します。アントラセン基本骨格の外周の右上辺を a とすると、時計回りに b, c, d... の記号がつけられ結合位置を示します。a の位置にベンゼン環が結合した化合物は、ベンゾ[a]アントラセンと呼ばれ、a の位置及び左下の 8 番目 (h の位置) にベンゼン環が結合した化合物はジベンゾ[a, h]アントラセンと呼ばれます。同様に、ピレンの a の位置にベンゼン環がついたものがベンゾ[a]ピレン (BaP) です (図-2)。

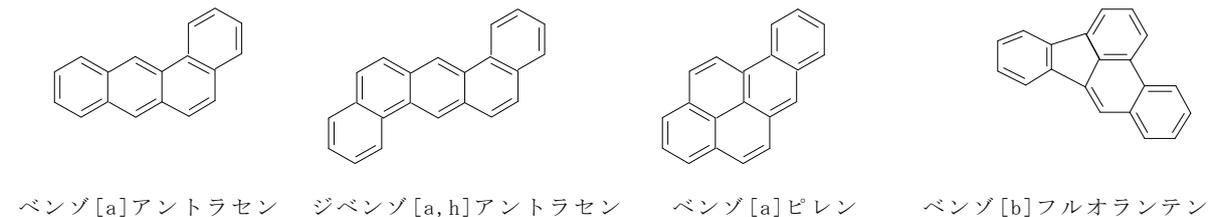


図-2 PAHs の構造 (2)

PAHs は石炭、石油などの化石燃料に含まれますが、そのほかにごみの焼却、排気ガス、直火での調理など、有機物が燃焼する様々な場面で非意図的に生成します。そのため PAHs は火山の噴火や排気ガスなどによる大気汚染、石油流出による海洋汚染等において、環境汚染物質の指標となることがあります。国内では 2008 年に築地市場移転予定地の豊洲地区の土壌から BaP が高濃度検出されたことが報道されており、東日本大震災における津波による災害調査では、海水中の PAHs がモニターされています。

食品中の PAHs

PAHs は環境中の汚染が懸念される物質群ですが、一般に食品では汚染量が少ないと考えられます。しかしながら、燻製等食品加工の際に不完全燃焼による煙が接触する場合は PAHs の混入が起こります。従って、燻製食品が多く利用される地域、あるいは直火乾燥を用いた加工が行われる地域では、食品中の PAHs 汚染に関する関心が高くなります。このような背景から、欧州では、燻製チーズ、燻製魚などの食品の PAHs 汚染が比較的多く調査されてきました。一方、わが国では、これまで PAHs の食品汚染についてあまり問題視されてきませんでした。しかし、削りぶしや直火調理される焼肉、焼き鳥、焼き魚等では懸念されるどころです。また、直接食べる食品ではありませんが、燻煙処理で製造される木酢液が食品原料になる場合には、PAHs 混入の恐れがあります。

健康リスクについての国際的な議論

PAHs は急性毒性がそれほど強くなく、人が摂取する量も多くないため、もっぱら発がん性リスクが問題視されます。1930 年代にコールタール中の発がん性物質として単離されて以来、PAHs の代表的な物質とされる BaP は、国際がん研究機関 (IARC) による発がん性評価において、グループ 1 (ヒトに対して発がん性がある) と評価されており、他の PAHs も 14 種類がグループ 2A (恐らく発がん性がある) またはグループ 2B (発がん性があるかもしれない) に分類されています。また、BaP の発がん性は、遺伝子に作用するもの (遺伝毒性または変異原性という。) であることから、長期間摂取しても健康に悪影響を及ぼさないとされる耐容摂取量は設定されていません。

表-1 主な多環芳香族炭化水素 (PAHs)

英名	和名	略号	IARC 分類
benz[a]anthracene	ベンゾ[a]アントラセン	BaA	グループ 2B
benzo[b]fluoranthene	ベンゾ[b]フルオランテン	BbFA	グループ 2B
benzo[j]fluoranthene	ベンゾ[j]フルオランテン	BjFA	グループ 2B
benzo[k]fluoranthene	ベンゾ[k]フルオランテン	BkFA	グループ 2B
benzo[a]pyrene	ベンゾ[a]ピレン	BaP	グループ 1
chrysene	クリセン	CHR	グループ 2B
dibenz[a, h]anthracene	ジベンゾ[a, h]アントラセン	DBahA	グループ 2A
dibenzo[a, e]pyrene	ジベンゾ[a, e]ピレン	DBaeP	グループ 2B
dibenzo[a, h]pyrene	ジベンゾ[a, h]ピレン	DBahP	グループ 2B
dibenzo[a, i]pyrene	ジベンゾ[a, i]ピレン	DBaiP	グループ 2B
dibenzo[a, l]pyrene	ジベンゾ[a, l]ピレン	DBalP	グループ 2A
indeno[1, 2, 3-cd]pyrene	インデノ[123-cd]ピレン	IP	グループ 2B
5-methylchrysene	5-メチルクリセン	5-MCH	グループ 2B

食品添加物や食品中の汚染物質の国際的な評価機関である FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議 (JECFA) は、2005 年の評価において 13 種の PAHs (表-1) について遺伝毒性発がん物質として指定し、調査研究の必要性を推奨しました。一方で、これらの PAHs は、人の

摂取量（曝露量）がそれほど多くないため、緊急的な問題ではないようです。とはいえ、現時点では、BaP 以外の PAHs の存在量データが十分ではなく、食品中の汚染実態が完全に究明されているわけではないことから、さらに調査を進める必要があると考えられます。

各国の規制

わが国において、食品に含まれる PAHs の基準値は設定されていませんが、中国や韓国では一部の食品に BaP の基準値が設定されています（表-2 及び 3）。また EU では、従来 BaP だけであった食品の基準値が、2012 年 9 月からは BaP と BaP, BaA, BbFA 及び CHR の総量の 2 種類で設定されています（表-4）。

表-2 中国における食品の基準

食 品	BaP (µg/kg)
燻製肉	5
植物油脂	10
穀類	5

表-3 韓国における食品の基準

食 品	BaP (µg/kg)
食用油脂	2.0
熟地黄（スクジファン）及び乾地黄（ゴンジファン）	5.0
燻製魚肉（ただし乾燥製品を除く）	5.0
燻製乾燥魚肉（生鮮に基準適応適用。乾燥によって水分含有量に変化した場合は、水分量を考慮して適用する。）	10.0
魚類	2.0
軟体動物及び甲殻類	5.0
特別用途食品のうち乳児用調整乳，幼児用調整乳，乳幼児用穀類調整乳，その他ベビーフード	1.0
燻製食肉製品及びその加工品	5.0

分析法

食品中の PAHs 分析法は、蛍光検出-HPLC 法、または GC-MS 法が用いられ、使用される頻度は同程度です。蛍光 HPLC 法は感度が良く、最も毒性が高く検出頻度も高い BaP のモニタリングに適しており、一方、GC-MS 法は PAHs を一斉分析するのに適しています。弊財団では、いずれの手法にも対応しておりますが、PAHs は極めて種類が多く、標準品の入手が困難であるといった理由などから、対応できない項目もあります。

おわりに

日本国内では食品の PAHs の基準値は設定されていませんが、EU や隣国の中国、韓国などでは規制値が設定されており、輸出食品に関しては相手国の基準に合わせた管理が求められます。また、基準値が設定されていない日本においても、農林水産省、環境省で調査が進められています。さらに、韓国で即席めんが回収された際には、厚生労働省が該当品を積戻しするように指示を出しています。

このような状況をふまえると、PAHsの汚染リスクが懸念される食品においては、常日頃から汚染実態を把握しておくことが必要かもしれません。

弊財団では、食品中のBaP及びEUで規制の対象となっているPAHs等の試験を受託しております。お気軽にお問い合わせ下さい。

表-4 EUにおける食品の基準

No.	食 品	最大基準値(μg/kg)	
		BaP	PAH4*の総量
1	食用油脂(カカオバター及びココナツ油を除く)	2.0	10.0
2	カカオ豆及びその加工食品	5.0(脂肪あたり)	35.0(脂肪あたり, 2015.3.31まで) 30.0(脂肪あたり, 2015.4.1から)
3	ココナツ油(直接又は食品中の成分として)	2.0	20.0
4	畜肉の燻製及びその加工品	5.0(2014.8.31まで) 2.0(2014.9.1から)	30.0(2014.8.31まで) 12.0(2014.9.1から)
5	魚介類の燻製及びその加工品(6,7を除く)	5.0(2014.8.31まで) 2.0(2014.9.1から)	30.0(2014.8.31まで) 12.0(2014.9.1から)
6	燻製スプラット(ニシン属の小魚)及び缶詰の燻製スプラット,二枚貝(生鮮,冷蔵,冷凍),加熱処理肉及びその加工品	5.0	30.0
7	二枚貝(燻製)	6.0	35.0
8	乳幼児向け加工穀類食品	1.0	1.0
9	乳児向け調製乳及びフォローオン調製乳(乳児向けミルク及びフォローオンミルクを含む)	1.0	1.0
10	特に乳児用の特殊医療用途食品	1.0	1.0

* PAH4; BaP, BaA, BbFA, CHR

参考資料

- ・安井明美ら編：食品の化学物質危害防止ハンドブック，サイエンスフォーラム（2009）
- ・The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)：WHO Food Additives Series 55, 2006
- ・農林水産省：食品安全に関するリスクプロファイルシート（検討会用）（化学物質），作成日（更新日）：平成24年5月14日
- ・食品安全委員会：ファクトシート（科学的知見に基づく概要書）食品に含まれる多環芳香族炭化水素（PAHs），平成24年6月14日
- ・COMMISSION REGULATION (EU) No 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs
- ・「韓国産即席めんの取扱いについて」（食安輸発1026第1号，平成24年10月26日）