

食品に含まれる多環芳香族炭化水素(PAHs) (概要)

1. 食品に含まれる PAHs とは

多環芳香族炭化水素(PAHs: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)とは、炭素と水素原子から成る2つ以上の縮合芳香環を含む多くの種類の有機化合物です。これらの化合物は、有機物質の不完全な燃焼又は熱分解、そして各種の工業過程で生成されます。不完全な燃焼などによる場合には、数百の化合物からなる複雑な混合物として発生します。また、PAHsは火山活動、山火事、化石燃料の燃焼によっても生成します。環境由来(原油流出事故等が原因)のPAHsによる魚介類汚染も欧州では問題となっています。

食品に多く含まれるPAHsとしては、ベンゾ[a]ピレン(benzo[a]pyrene、以下BaPと記載)など30種類程度の化合物が様々な食品の分析結果により明らかとなっています。PAHsは食品を焼くなどの調理の過程や乾燥・加熱などの製造過程で生成されるので、肉・魚介類の燻製、直火(食品と炎が接触)で調理した肉(網焼き等)、植物油、穀物製品などに多く含まれます。

本ファクトシートでは、国際連合食糧農業機関(FAO)/世界保健機関(WHO)合同食品添加物専門家会議(JECFA)や欧州連合(EU)において食品の基準値が定められているBaPを中心にまとめています。

2. ヒトに対する影響

ヒトの暴露^{注1}経路はさまざまで、喫煙者は喫煙すること、非喫煙者であれば食品を食べることが主要な暴露源となります。国際がん研究機関(IARC)は60種のPAHsを評価し、PAHsの多くに発がん性や遺伝毒性があること、あるいは、ヒトに対する発がん性が疑われることを報告しています。

食品に含まれるPAHsについては、JECFAがBaPを指標として検討を行っており、ヒトが暴露される可能性の範囲と、食品を通じてヒトの体内に入る量(推定摂取量)をもとに暴露マージン(MOE)^{注2}を求め、PAHsによる健康への懸念は低いと結論を出しています。

3. 海外の状況

食品中のPAHsについては、BaPについての基準値が、欧州(食用油脂、乳幼児用食品、燻製等)、カナダ(オリーブポーマスオイル)、韓国(食用油脂、燻製魚等)、中国(食用油脂)等で設定されています。WHOでは、飲料水水質ガイドラインにおいて基準値が設定されています。

また、国際食品規格等を作成しているコーデックス委員会(FAO及びWHOにより設置され

注1 暴露(ばくろ):作業段階や、環境経由、製品経由、あるいは事故によって、ヒトが化学物質を吸ったり、食べたり、触れたりして、体内に取り込むこと、また、生態系が化学物質にさらされることの総称です。

注2 暴露マージン(MOE:Margin of Exposure):ある化学物質のヒト暴露量が動物実験で得られた無毒性量(NOEL)^{注8}又はベンチマーク用量信頼下限値(BMDL)に対してどれだけ離れているかを示す係数です。NOEL又BMDL/暴露量により算出します。この値が大きいくらい、現時点の暴露量はヒト又は環境中の生物に有害性を発現するまでの余裕が大きいことを示しています。

ている機関)では、「燻製及び直接乾燥による食品の PAH 汚染を低減するための実施規範」を 2009 年 7 月に採択しています。

JECFA は、BaP を遺伝毒性及び発がん性のある PAHs の暴露マーカーとして評価し、マウスによる 2 年間混餌投与試験に基づき BaP のベンチマーク用量信頼下限値(BMDL)^{注3}を 100,000 ng/kg 体重/日^{注4}とし、MOE を平均摂取群で 25,000、高摂取群で 10,000 としています。

欧州では、欧州食品安全機関(EFSA)がMOEによる評価手法を用いてBaP等の評価を行い、平均推定経口摂取量では消費者の健康への懸念が低いが、高摂取者のMOEは約10,000あるいは10,000未満であり、消費者の健康への懸念の可能性及びリスク管理が必要になる可能性を示しています。

欧州連合(EU)は、EFSAの結論に基づき、PAHsの唯一のマーカーとしてBaPを用いる現行システムは継続できないとし、委員会規則(EC)No 1881/2006を2011年に一部改正しました。BaPの基準値を別個に維持する一方、4種類のPAHs(PAH4)^{注5}の総量の基準値を新たに設定しています。

4. 国内の状況

日本では、食品中のPAHsについての基準値は設定されていません。

農林水産省や環境省等において、日本の食品中に含まれるPAHsについての研究が行われています。

農林水産省では、食品安全に関するリスクプロファイルシートとして「多環芳香族炭化水素(PAHs)」がとりまとめられ、ホームページに公表されています。また、環境省では、BaP等の個々の化合物について、健康リスクを含めた、化学物質の環境リスク初期評価を公表しています。BaPについては、経口暴露の非発がん影響は、ラットの中・長期毒性試験での前胃の過形成に係る無毒性量等^{注6}から、MOEを1,100~1,500とし、発がん性については、予測最大暴露量に対応する過剰発生率をスロープファクター^{注7}から求め、 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$ としています。

なお、食品安全委員会では、食品に含まれる多環芳香族炭化水素(PAHs)について、平成22年度に「自ら評価」の候補案件として審議し、その結果、ファクトシートを作成して情報提供を行うこととなりました。本ファクトシートは、平成23年度食品安全確保総合調査

注3 ベンチマーク用量信頼下限値(BMDL):毒性発現率と摂取量の相関性に数理モデルを適用し、ある確率で毒性(通常一般毒性では10%(BMDL₁₀)、発生毒性では5%)を発現(又は増加)すると推定される摂取量の信頼限界(通常95%)の下限値で、経験的にNOAELと近い値になると考えられています。この方法では、NOAEL法と違い、実験デザインを含めた推定が可能です。

注4 ng(ナノグラム):1mg(ミリグラム)の100万分の1の量です。1,000ナノグラム=1マイクログラム=1,000分の1ミリグラムです。

注5 BaP、ベンゾ[a]アントラセン、ベンゾ[b]フルオランテン、クリセンの4種類。

注6 原典記載どおり。「無毒性量(NOAEL)等とは、NOAEL(無影響量(NOEL))から、又は最小毒性量(LOAEL(最小影響量(LOEL)))を10で除して変換したNOAEL(NOEL)から求めた数値」とされています。

注7 スロープファクター(slope factor):体重1kg当たり1mgの化学物質を、毎日、生涯にわたって経口摂取した場合の過剰発がんリスク推定値。

$$\text{がんの過剰発生率} = \text{スロープファクター}(\text{mg/kg/日})^{-1} \times \text{経口暴露量}(\text{mg/kg/日})$$

注8 無毒性量(NOAEL: No Observed Adverse Effect Level):ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて毒性試験を行ったとき、有害影響が認められなかった最大の投与量のことです。通常は、さまざまな動物試験において得られた個々の無毒性量の中で最も小さい値を、その物質の無毒性量とします。

の結果を踏まえて取りまとめたものです。

ファクトシート(食品に含まれる多環芳香族炭化水素(PAHs))

※印は文末に用語解説あり

項目	内容	参考文献
1.名称/別名	<p>PAHs(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)/多環芳香族炭化水素(類)</p> <p>※PAHsは、有機物質の不完全な燃焼又は熱分解により精製する有機化合物の一群でありPAHと記す場合もあるが、本ファクトシート内では参考文献の表記にかかわらずPAHsと記載した。</p> <p>※上記のとおり、PAHsは化合物の一群のことを指すが、本ファクトシートでは、国際連合食糧農業機関(FAO)/世界保健機関(WHO)合同食品添加物専門家会議(JECFA)や欧州連合(EU)において食品の基準値が定められているベンゾ[a]ピレン(benzo[a]pyrene、以下BaPと記載)を中心にまとめた。</p> <p>※食品におけるBaPを含むその他の主要なPAHs(欧州委員会規則(EC) No 81/2006に定められた16種のPAHs)について、別添に一覧形式でまとめた。</p> <p>※PAHsは、環境汚染や職業性暴露※のハザードでもあるが、本ファクトシートは食品に含まれる汚染物質としてのPAHsについてまとめた。</p>	1,2,3,4
2.概要(用途、汚染経路、汚染される可能性のある食品等)	<ul style="list-style-type: none"> ・PAHsは、炭素と水素原子から成る2つ以上の縮合芳香環を含む多くの種類の有機化合物である。 ・食品の製造過程(乾燥や燻製など)や高温での食品の調理(グリル、ロースト、フライ)は、PAHsの主な供給源となる。 ・穀類、油糧種子(油脂含量の多い種子で、油をとるもの)/油、コーヒー及び茶(tea)へのPAHsの混入は、通常、直火での乾燥のような製造過程で生じ、加工品との接触により混入する可能性がある。 ・PAHsの摂取に主に貢献しているのは、穀物、穀物製品、植物油脂及び植物油であるとしている。 ・非喫煙者においては食品がPAHsの主要な暴露源である。喫煙者においては喫煙と食品からの寄与は同程度である。 	1, 2
3.注目されるようになった経緯	<ul style="list-style-type: none"> ・現在、BaPは、国際がん研究機関(IARC)の評価でグループ1(ヒトに対して発がん性がある)に分類されている(2012)。 ・BaPは一般的に他のPAHsとともに、網焼きや直火で焼いた食品に見られる(2007)。 ・欧州連合(EU)では、環境由来で高濃度に汚染される可能性がある食品、特に原油流出事故等が原因で汚染された魚介類に対し、PAHsの基準値(maximum level)が必要だとしている。 	5,6,7
4.毒性に関する科学的知見(国内/国際機関/諸外国)		
(1)体内動態(吸収～排出までの代謝)	<ul style="list-style-type: none"> ・食品から摂取する場合、その吸収は消化管から行われ、PAHsの水溶性や親油性※により決定される。(2006) ・ラットの腹腔内投与により、BaPは血中から速やかに排出される(半減期:1分以内)。(2006) ・雌ラットにBaP0.45mgを静脈内投与したところ、24時間以内に投与量の約65%が糞便に、18%が尿中に排出され、1.8%が肝臓中に残った。(1982) ・CYP(シトクロムP450)※により芳香族化合物※中の環が酸化され、グルタチオン※、グルクロン酸※、硫酸の抱合※を受ける。(2006) ・酸化により、核酸、タンパク質と共有結合する求電子性※の代謝物が生成する可能性がある。(2006) ・いくつかのPAHs及び代謝物はAh受容体※に結合する。(2006) 	1,8

項目	内容	参考文献								
①急性毒性	<p>環境省によるBaPの健康リスクの基礎評価(2006)によれば、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ヒトの急性毒性症状については知見はないが、動物実験では本物質の急性毒性は弱く、マウスでは、1,600mg/kgの経口投与でも死亡はみられていない。 ・ラットの経口投与では25mg/kg以上で自発活動量や神経運動機能の低下、100mg/kg以上で肝臓相対重量や平均赤血球ヘモグロビン濃度の増加、白血球の減少などが報告されている。 	9								
②遺伝毒性 (変異原性)	<p>JECFAは、33種のPAHsを評価し、動物試験から遺伝毒性があるとされるのはBaPを含む13種(別添参照)であると結論づけた。(2006)</p>	1								
(2)毒性	<p>IARCのPAHsに関する最新の評価書は2010年に発行されており、60種のPAHsと職業(石炭により生成されるPAHsに暴露される職業)について評価し、PAHsの多くに発がん性や遺伝毒性があること、あるいは、ヒトに対する発がん性が疑われることが報告されている。(注:IARCは物質でないものも評価する)</p> <p>以下には、欧州委員会規則(EC) No 1881/2006において定められた食品中の16種のPAHsのIARCによる評価を示す。</p> <table border="1" data-bbox="560 880 1291 1429"> <tbody> <tr> <td data-bbox="560 880 1002 945">グループ 1 (ヒトに対して発がん性がある)</td> <td data-bbox="1002 880 1291 945">BaP</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 945 1002 1041">グループ 2A (ヒトに対しておそらく発がん性がある)</td> <td data-bbox="1002 945 1291 1041">シクロペンタ[cd]ピレン ジベンゾ[a,h]アントラセン ジベンゾ[a,i]ピレン</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1041 1002 1330">グループ 2B (ヒトに対して発がん性の可能性がある)</td> <td data-bbox="1002 1041 1291 1330">ベンゾ[a]アントラセン ベンゾ[b]フルオランテン ベンゾ[j]フルオランテン ベンゾ[k]フルオランテン クリセン ジベンゾ[a,h]ピレン ジベンゾ[a,i]ピレン インデノ[1,2,3-c,d]ピレン 5-メチルクリセン</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1330 1002 1429">グループ 3 (ヒトに対する発がん性について分類できない)</td> <td data-bbox="1002 1330 1291 1429">ベンゾ[c]フルオレン ベンゾ[g,h,i]ペリレン ジベンゾ[a,e]ピレン</td> </tr> </tbody> </table>	グループ 1 (ヒトに対して発がん性がある)	BaP	グループ 2A (ヒトに対しておそらく発がん性がある)	シクロペンタ[cd]ピレン ジベンゾ[a,h]アントラセン ジベンゾ[a,i]ピレン	グループ 2B (ヒトに対して発がん性の可能性がある)	ベンゾ[a]アントラセン ベンゾ[b]フルオランテン ベンゾ[j]フルオランテン ベンゾ[k]フルオランテン クリセン ジベンゾ[a,h]ピレン ジベンゾ[a,i]ピレン インデノ[1,2,3-c,d]ピレン 5-メチルクリセン	グループ 3 (ヒトに対する発がん性について分類できない)	ベンゾ[c]フルオレン ベンゾ[g,h,i]ペリレン ジベンゾ[a,e]ピレン	3,10
グループ 1 (ヒトに対して発がん性がある)	BaP									
グループ 2A (ヒトに対しておそらく発がん性がある)	シクロペンタ[cd]ピレン ジベンゾ[a,h]アントラセン ジベンゾ[a,i]ピレン									
グループ 2B (ヒトに対して発がん性の可能性がある)	ベンゾ[a]アントラセン ベンゾ[b]フルオランテン ベンゾ[j]フルオランテン ベンゾ[k]フルオランテン クリセン ジベンゾ[a,h]ピレン ジベンゾ[a,i]ピレン インデノ[1,2,3-c,d]ピレン 5-メチルクリセン									
グループ 3 (ヒトに対する発がん性について分類できない)	ベンゾ[c]フルオレン ベンゾ[g,h,i]ペリレン ジベンゾ[a,e]ピレン									
③発がん性	<p>JECFAは、33種のPAHsを評価し、動物試験から発がん性があるとされるのはBaPを含む13種(別添参照)であると結論づけた。(2006)</p>	1								
	<p>・マウスでの試験: BaPと2種のコールタール混合物を雌マウスに2年間混餌投与した。BaP単独では、前胃、食道及び舌に乳頭腫及び/又は腫瘍を引き起こすのに対して、コールタール混合物は肝がんや肺がんも引き起こす。(1998)</p>	11								
	<p>欧州委員会(EC)の食品科学委員会(SCF)は33種のPAHsを評価し、BaPを含む14種のPAHs(別添参照)が明確に発がん性があると結論づけた。(2002)</p>	2								

項目	内容	参考文献
④生殖発生毒性	<p>環境省によるBaPの健康リスクの基礎評価(2006)によれば、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最小毒性量(LOAEL)*: 10mg/kg/日* (マウス雌30~60匹を1群とし、0、10、40、160mg/kg/日*を妊娠7日目から16日目で強制経口投与) 160 mg/kg/日*の親動物(F₀)*で妊娠率及び出産率の有意な低下、10 mg/kg/日*以上で生後のF₁*児動物の体重の低下、F₁児動物の繁殖試験では10 mg/kg/日*以上の群のペアで妊娠率低下、40mg/kg/日*以上でF₁児動物雌の不妊、160 mg/kg/日*でF₁児動物雄の不妊がみられた。10mg/kg/日*以上で、F₁児動物雌雄の生殖器官に病理学的有害影響が観察された。 ・LOAEL: 10mg/kg/日* (マウス雌9匹を1群とし、0、10mg/kg/日*を妊娠7日目から16日目まで強制経口投与) 一般状態、妊娠への影響はみられなかった。F₁児動物の繁殖試験では、10 mg/kg/日*で産児数、出産回数は減少し、F₁雌の卵巣重量、卵胞数、黄体数の減少がみられた。 *: 原典記載どおり。 	9
⑤その他の毒性(短期・長期毒性等)	<p>環境省によるBaPの健康リスクの基礎評価(2006)によれば、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無毒性量(NOAE L)*: 5mg/kg/日* (ラット雌雄各40匹を1群とし、0、5、50、100 mg/kg/日*を90日間混餌投与) ・NOAE L: 3mg/kg/日* (暴露状況で補正: 2.1mg/kg/日*) (ラット雄8匹を1群とし、0、3、10、30、90 mg/kg/日*を90日間(5日/週)強制経口投与) ・NOAE L: 3mg/kg/日* (暴露状況で補正: 2.1mg/kg/日*) (ラット雌雄各10匹を1群とし、0、3、10、30 mg/kg/日*を90日間(5日/週)強制経口投与) ・LOAE L: 3mg/kg/日* (ラット雌雄各52匹を1群として2年間投与) *: 原典記載どおり。 	9
5.食品の汚染実態		
(1) 国内	<p>精米前後の米について、10種のPAHsを測定。精米前では、合計PAHs量は58,000±9,500ng/kg乾燥重量、精米後では、19,000±2,600ng/kg乾燥重量であった。(原典単位はµg/kg)(2001)</p>	12
	<p>農林水産省により、かつお節及びかつお節加工品の含有実態調査(結果解析中)がなされている。</p>	13
(2)国際機関	<p>情報は見当たらない。</p>	
(3)諸外国等	<p>①EU 欧州食品安全機関(EFSA)は、EU加盟国18か国から提出された食品約1万件のデータを評価し、全検体の約50%からBaPが検出されることを示した。全検体の30%においては、BaPが検出されていなくても発がん性かつ遺伝毒性のあるPAHsが検出されている。クリセンが最もよくみられる物質で、最高濃度は242,000 ng/kgであった。(原典単位はµg/kg) (2008)</p>	14
	<p>アイルランド食品安全庁(FSAI)は、国内で入手した食品120サンプル中のPAHs28種類の含有量を調査した。一部のサプリメントを除きPAHs濃度は低かった。EU科学委員会が、モニタリング対象として推奨している15種類のPAHsの総量(SCF-15)の中央値上限(Median upper-bound levels)は以下のとおりであった。(原典単位はµg/kg)</p> <p>①チョコレート及びチョコレートビスケット: 2,260ng/kg、②ドライフルーツ: 1,110ng/kg、③油脂類: 2,310ng/kg、④貝類: 850ng/kg、⑤燻製魚製品: 600ng/kg、⑥燻製貝製品: 13,220ng/kg、⑦乳幼児用食品: 600ng/kg、⑧燻製の肉類: 650ng/kg、⑨サプリメント: 5,580ng/kg(2006)</p>	15

項目	内容	参考文献
	<p>フランス競争・消費・不正抑止総局(DGCCRF)は、燻製魚のオイル漬缶詰のPAHs含有量を調査した。(原典単位は $\mu\text{g}/\text{kg}$)</p> <p>2007年第4四半期に製造流通関連企業から13の食品サンプルを入手した。オイル切りした魚で最も高いBaP含有量は真空パックの燻製スプラット(ニシン属の小魚)のサンプル及び燻製ニシンのトマトソース漬サンプルで220ng/kgであった。採取したサンプル中のPAHsは、全てEUの規制に適合していた。(2009)</p>	16
②米国	<p>Kazerouniらは、ワシントンDC都市部の228食品を分析した。BaPが最も高かったのはウェルダンにグリル/バーベキューされたステーキやハンバーガー、皮付き鶏肉であった(調理肉で最高4,860ng/kgのBaP)。ミディアムに焼く、茹でるあるいは炒めた肉サンプルではBaPは焼き加減にかかわらず低めだった。肉以外のサンプルでは、BaPは一般的に低かったが、ある穀物や緑黄色野菜(例えば、ケール等)では、最大500ng/kgのレベルであった。(原典単位はng/g)(2001)</p>	17

項目	内容	参考文献																																																																																																																													
	<p>オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関(FSANZ)は、2004年に実施したオーストラリアトータルダイエツスタディ[※]のサンプルを用い、35の食品から20種類のPAHsを分析し700点のデータを得た。そのうち15%からは検出されず、合計PAHsレベルは最も高い順にハンバーガー、チョコレート(ミルク)、乾燥ココナツ、ポテトチップスであった。乳児用食品は相対的に低かった。オーストラリアの食品中のBaPのレベルは、食品の種類や分析方法に違いがあるために正確な比較は困難ではあるが、他の国よりも低いとみられた。(2010)</p> <p>特定の食品(PAHsレベルとして)を測定したBaPの多国間比較</p> <table border="1" data-bbox="560 651 1305 1503"> <thead> <tr> <th rowspan="2">食品</th> <th colspan="5">BaP 濃度(ng/kg 湿重量)^{※1}</th> </tr> <tr> <th>豪州</th> <th>米国</th> <th>英国</th> <th>スペイン</th> <th>イタリア</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>バター</td><td>0</td><td>nd^{※2}</td><td>450</td><td>N/A^{※3}</td><td>16</td></tr> <tr><td>マーガリン</td><td>0</td><td>120</td><td>190-6,000</td><td>272</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>チーズ</td><td>0</td><td>nd</td><td><40</td><td>78</td><td>14</td></tr> <tr><td>全乳</td><td>0</td><td>20</td><td><40</td><td>11</td><td>33</td></tr> <tr><td>調製粉乳</td><td>0</td><td>N/A</td><td><10-200</td><td>N/A</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>アイスクリーム</td><td>0</td><td>N/A</td><td><40</td><td>N/A</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>ヨーグルト</td><td>0</td><td>180</td><td><40</td><td>78</td><td>336</td></tr> <tr><td>卵</td><td>0</td><td>30</td><td><40</td><td>23</td><td>15</td></tr> <tr><td>生魚</td><td>0</td><td>150</td><td><80</td><td>235</td><td>27</td></tr> <tr><td>缶詰魚</td><td>0</td><td>10</td><td>N/A</td><td>272</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>ベーコン</td><td>0</td><td>200</td><td>50</td><td>98</td><td>34</td></tr> <tr><td>網焼き牛ステーキ</td><td>0</td><td>4,750</td><td>燻なし 10~40 燻あり 10~140</td><td>98</td><td>フライパン 613 BBQ 1,445</td></tr> <tr><td>網焼きラム</td><td>0</td><td>N/A</td><td><40</td><td>98</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>網焼きポーク</td><td>0</td><td>10</td><td><40</td><td>98</td><td>フライパン 35 BBQ 121</td></tr> <tr><td>鶏胸肉</td><td>0</td><td>390</td><td><40</td><td>98</td><td>15</td></tr> <tr><td>牛ソーセージ</td><td>0</td><td>20</td><td>30-260</td><td>98</td><td></td></tr> <tr><td>ハンバーガー</td><td>1,200</td><td>1,520</td><td></td><td>98</td><td></td></tr> <tr><td>パン</td><td>75</td><td>100</td><td>110</td><td>262</td><td>17</td></tr> <tr><td>ミルク チョコレート</td><td>290</td><td>180</td><td>N/A</td><td>N/A</td><td>332</td></tr> </tbody> </table> <p>※1 原典単位ng/gをng/kgに換算している。 注: 他国の食品中のPAHsレベルとの比較は、分析のために取り上げた食品、分析手法、数量化や報告の限界値、不検出値の取扱い、個別PAHの算出と記録手法がそれぞれ異なるため、限定的なものである。 ※2 nd: not detected ※3 N/A: not applicable</p>	食品	BaP 濃度(ng/kg 湿重量) ^{※1}					豪州	米国	英国	スペイン	イタリア	バター	0	nd ^{※2}	450	N/A ^{※3}	16	マーガリン	0	120	190-6,000	272	N/A	チーズ	0	nd	<40	78	14	全乳	0	20	<40	11	33	調製粉乳	0	N/A	<10-200	N/A	N/A	アイスクリーム	0	N/A	<40	N/A	N/A	ヨーグルト	0	180	<40	78	336	卵	0	30	<40	23	15	生魚	0	150	<80	235	27	缶詰魚	0	10	N/A	272	N/A	ベーコン	0	200	50	98	34	網焼き牛ステーキ	0	4,750	燻なし 10~40 燻あり 10~140	98	フライパン 613 BBQ 1,445	網焼きラム	0	N/A	<40	98	N/A	網焼きポーク	0	10	<40	98	フライパン 35 BBQ 121	鶏胸肉	0	390	<40	98	15	牛ソーセージ	0	20	30-260	98		ハンバーガー	1,200	1,520		98		パン	75	100	110	262	17	ミルク チョコレート	290	180	N/A	N/A	332	18
食品	BaP 濃度(ng/kg 湿重量) ^{※1}																																																																																																																														
	豪州	米国	英国	スペイン	イタリア																																																																																																																										
バター	0	nd ^{※2}	450	N/A ^{※3}	16																																																																																																																										
マーガリン	0	120	190-6,000	272	N/A																																																																																																																										
チーズ	0	nd	<40	78	14																																																																																																																										
全乳	0	20	<40	11	33																																																																																																																										
調製粉乳	0	N/A	<10-200	N/A	N/A																																																																																																																										
アイスクリーム	0	N/A	<40	N/A	N/A																																																																																																																										
ヨーグルト	0	180	<40	78	336																																																																																																																										
卵	0	30	<40	23	15																																																																																																																										
生魚	0	150	<80	235	27																																																																																																																										
缶詰魚	0	10	N/A	272	N/A																																																																																																																										
ベーコン	0	200	50	98	34																																																																																																																										
網焼き牛ステーキ	0	4,750	燻なし 10~40 燻あり 10~140	98	フライパン 613 BBQ 1,445																																																																																																																										
網焼きラム	0	N/A	<40	98	N/A																																																																																																																										
網焼きポーク	0	10	<40	98	フライパン 35 BBQ 121																																																																																																																										
鶏胸肉	0	390	<40	98	15																																																																																																																										
牛ソーセージ	0	20	30-260	98																																																																																																																											
ハンバーガー	1,200	1,520		98																																																																																																																											
パン	75	100	110	262	17																																																																																																																										
ミルク チョコレート	290	180	N/A	N/A	332																																																																																																																										
6.暴露情報(国内/国際機関/諸外国)																																																																																																																															
(1)推定一日摂取量	<p>日本: 亀山(2006) (マーケットバスケット方式[※]によるトータルダイエツスタディ) BaP 平均摂取量1.6~2.4ng/kg体重/日(lower bound-upper bound) (農林水産省高度化事業課題「食品中のフラン及びPAH類の実態調査」)</p>	19																																																																																																																													

項目	内容	参考文献
	<p>日本: 舘野(2005) (1年間36日分(3日×12か月)の食事試料と想定される昼食試料による分析) BaP 平均摂取量70.05ng/日</p>	20
	<p>日本: 環境省によるBaPの健康リスクの初期評価(2006) 食物からの暴露量 食物からの平均暴露量 BaP 0.44ng/kg/日 食物からの予測最大暴露量 BaP 1.4ng/kg/日 食物の実測値を用い、飲料水2L及び食事量を2,000g、体重を50kgと仮定して推定。(原典単位はμg/kg/日)</p>	9
	<p>JECFA: BaPの暴露推定(2006) 4.0ng/kg体重/日(平均摂取群)、10ng/kg体重/日(高摂取群) 子供は体重当たり大人の2~2.5倍と推定 バーベキューを食べる頻度の多い人や環境汚染のある地域に住んでいる人の暴露はより大きい可能性がある。(原典単位はμg/kg/日)</p>	1

項目	内容	参考文献																																																									
	<p>様々な国におけるBaP平均暴露</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="560 490 799 555">国</th> <th data-bbox="799 490 1007 555">集団</th> <th data-bbox="1007 490 1195 555">平均 BaP 暴露 (ng/人[※]/日)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td data-bbox="560 555 799 589">豪州</td><td data-bbox="799 555 1007 589">2才以上</td><td data-bbox="1007 555 1195 589">17~102</td></tr> <tr><td data-bbox="560 589 799 622">ベルギー</td><td data-bbox="799 589 1007 622">全人口</td><td data-bbox="1007 589 1195 622">232</td></tr> <tr><td data-bbox="560 622 799 656">ブルガリア</td><td data-bbox="799 622 1007 656">全人口</td><td data-bbox="1007 622 1195 656">209</td></tr> <tr><td data-bbox="560 656 799 689">チェコ</td><td data-bbox="799 656 1007 689">全人口</td><td data-bbox="1007 656 1195 689">239</td></tr> <tr><td data-bbox="560 689 799 723">デンマーク</td><td data-bbox="799 689 1007 723">全人口</td><td data-bbox="1007 689 1195 723">223</td></tr> <tr><td data-bbox="560 723 799 757">フィンランド</td><td data-bbox="799 723 1007 757">全人口</td><td data-bbox="1007 723 1195 757">185</td></tr> <tr><td data-bbox="560 757 799 790">フランス</td><td data-bbox="799 757 1007 790">全人口</td><td data-bbox="1007 757 1195 790">245</td></tr> <tr><td data-bbox="560 790 799 824">ドイツ</td><td data-bbox="799 790 1007 824">全人口</td><td data-bbox="1007 790 1195 824">255</td></tr> <tr><td data-bbox="560 824 799 857">ハンガリー</td><td data-bbox="799 824 1007 857">全人口</td><td data-bbox="1007 824 1195 857">231</td></tr> <tr><td data-bbox="560 857 799 891">アイスランド</td><td data-bbox="799 857 1007 891">全人口</td><td data-bbox="1007 857 1195 891">205</td></tr> <tr><td data-bbox="560 891 799 925">アイルランド</td><td data-bbox="799 891 1007 925">全人口</td><td data-bbox="1007 891 1195 925">238</td></tr> <tr><td data-bbox="560 925 799 958">イタリア</td><td data-bbox="799 925 1007 958">全人口</td><td data-bbox="1007 925 1195 958">255</td></tr> <tr><td data-bbox="560 958 799 992">オランダ</td><td data-bbox="799 958 1007 992">全人口</td><td data-bbox="1007 958 1195 992">239</td></tr> <tr><td data-bbox="560 992 799 1025">ノルウェー</td><td data-bbox="799 992 1007 1025">全人口</td><td data-bbox="1007 992 1195 1025">252</td></tr> <tr><td data-bbox="560 1025 799 1059">スロバキア</td><td data-bbox="799 1025 1007 1059">全人口</td><td data-bbox="1007 1025 1195 1059">244</td></tr> <tr><td data-bbox="560 1059 799 1093">スペイン</td><td data-bbox="799 1059 1007 1093">成人(20~65才)</td><td data-bbox="1007 1059 1195 1093">97~128</td></tr> <tr><td data-bbox="560 1093 799 1126">スウェーデン</td><td data-bbox="799 1093 1007 1126">全人口</td><td data-bbox="1007 1093 1195 1126">230</td></tr> <tr><td data-bbox="560 1126 799 1160">英国</td><td data-bbox="799 1126 1007 1160">全人口</td><td data-bbox="1007 1126 1195 1160">188</td></tr> </tbody> </table> <p>※一人当たりの体重値は不明。</p>	国	集団	平均 BaP 暴露 (ng/人 [※] /日)	豪州	2才以上	17~102	ベルギー	全人口	232	ブルガリア	全人口	209	チェコ	全人口	239	デンマーク	全人口	223	フィンランド	全人口	185	フランス	全人口	245	ドイツ	全人口	255	ハンガリー	全人口	231	アイスランド	全人口	205	アイルランド	全人口	238	イタリア	全人口	255	オランダ	全人口	239	ノルウェー	全人口	252	スロバキア	全人口	244	スペイン	成人(20~65才)	97~128	スウェーデン	全人口	230	英国	全人口	188	14,18
国	集団	平均 BaP 暴露 (ng/人 [※] /日)																																																									
豪州	2才以上	17~102																																																									
ベルギー	全人口	232																																																									
ブルガリア	全人口	209																																																									
チェコ	全人口	239																																																									
デンマーク	全人口	223																																																									
フィンランド	全人口	185																																																									
フランス	全人口	245																																																									
ドイツ	全人口	255																																																									
ハンガリー	全人口	231																																																									
アイスランド	全人口	205																																																									
アイルランド	全人口	238																																																									
イタリア	全人口	255																																																									
オランダ	全人口	239																																																									
ノルウェー	全人口	252																																																									
スロバキア	全人口	244																																																									
スペイン	成人(20~65才)	97~128																																																									
スウェーデン	全人口	230																																																									
英国	全人口	188																																																									
7.リスク評価(ADI、TDI、ARfD、MOE等とその根拠)																																																											

項目	内容					参考文献																
(1)国内	<p>環境省によるBaP健康リスクの初期評価結果(2006) (経口暴露による健康リスク)</p> <table border="1" data-bbox="560 383 1313 689"> <thead> <tr> <th colspan="2">暴露経路・媒体</th> <th>平均暴露量</th> <th>予測最大暴露量</th> <th>無毒性量等*</th> <th>暴露マージン(MOE)*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">経口</td> <td>飲料水・食物</td> <td>—</td> <td>—</td> <td rowspan="2">0.21 mg/kg/日 (210,000ng/kg/日) ラット</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>地下水・食物</td> <td>0.44 ng/kg/日 *以上 1.0 ng/kg/日 *未満</td> <td>1.4 ng/kg/日 *以上 2.0 ng/kg/日 *未満</td> <td>1,100~1,500</td> </tr> </tbody> </table> <p>経口暴露の非発がん影響について中・長期毒性のラットの試験から得られたLOAEL3mg/kg/日(前胃の過形成)が、信頼性のある最も低用量の知見と判断。発がん性について閾値を示した知見は得られなかったため、非発がん影響のLOAEL3mg/kg/日を暴露状況で補正して2.1mg/kg/日とし、さらにLOAELであるために10で除した0.21mg/kg/日(210,000ng/kg/日)を無毒性量等として採用した。</p> <p>発がん性については、予測最大暴露量に対応する過剰発生率をスロープファクター*から求めると$1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$となる。</p> <p>*: 原典単位は $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$。その他は全て原典記載どおり。</p>					暴露経路・媒体		平均暴露量	予測最大暴露量	無毒性量等*	暴露マージン(MOE)*	経口	飲料水・食物	—	—	0.21 mg/kg/日 (210,000ng/kg/日) ラット	—	地下水・食物	0.44 ng/kg/日 *以上 1.0 ng/kg/日 *未満	1.4 ng/kg/日 *以上 2.0 ng/kg/日 *未満	1,100~1,500	9
暴露経路・媒体		平均暴露量	予測最大暴露量	無毒性量等*	暴露マージン(MOE)*																	
経口	飲料水・食物	—	—	0.21 mg/kg/日 (210,000ng/kg/日) ラット	—																	
	地下水・食物	0.44 ng/kg/日 *以上 1.0 ng/kg/日 *未満	1.4 ng/kg/日 *以上 2.0 ng/kg/日 *未満		1,100~1,500																	
(2)国際がん研究機関(IARC)	IARCのPAHsに関する最新の評価書は2010年に発行されており、60種のPAHsと石炭誘導PAHsに暴露されるいくつかの職業について評価を行った(4の(2)の③を参照)。					10																
(3)国際機関	<p>JECFAは、BaPを遺伝毒性及び発がん性のあるPAHsの暴露マーカーとして評価した。(2006)</p> <p>MOE 平均摂取群: 25,000 高摂取群: 10,000</p> <p>BaPのベンチマーク用量信頼下限値(BMDL)*: 100,000 ng/kg体重/日 (マウスによる2年間混餌投与試験)及び一般消費者の推定平均摂取量4.0ng/kg体重/日、当摂取者の推定平均摂取量4.0ng/kg体重/日からMOEを計算。</p>					1																
(4)諸外国等	①EU	<p>EUは、EFSAの結論に基づき、PAHsの唯一のマーカーとしてBaPを用いる現行システムは継続できないとし、委員会規則(EC)No 1881/2006を一部改正した。BaPの基準値を別個に維持する一方、4種類のPAHs(PAH4: BaP、ベンゾ[a]アントラセン、ベンゾ[b]フルオランテン、クリセン)の総量の基準値を新たに設定した。(2011)</p>			4																	

項目	内容	参考文献
	<p>EFSAは、平均的摂取者及び高摂取者のBaP、2種類のPAHs(PAH2)、4種類のPAHs(PAH4)及び8種類のPAHs(PAH8)それぞれの経口暴露量と、Culpらの発がん性試験で使用された2種類のコールタール混合物から得られたそれらに対応するBMDL₁₀値に基づいて、MOEによる評価手法を用いた。平均摂取者のMOEは、BaPで17,900、PAH2で15,900、PAH4で17,500、PAH8で17,000であった。高摂取者のMOEは同じ順番でそれぞれ10,800、9,500、9,900、9,600であった。これらのMOEは、平均推定経口摂取量において消費者の健康への懸念が低いことを示す。しかし、高摂取者のMOEは約10,000あるいは10,000未満であり、EFSAの科学委員会が提案しているように消費者の健康への懸念の可能性及びリスク管理行動が必要になる可能性を示す。</p> <p>更に、BaPは食品中のPAHs出現について適切な指標ではないと当該パネルは結論づけ、PAHsの出現及び毒性に関する現時点で入手可能なデータを根拠に、PAH4及びPAH8が食品中のPAHsに関する最適な指標であると結論づけた。(2008) (PAH2、PAH4、PAH8それぞれの種類については、別添を参照)</p>	14
	<p>EFSAは、くん液[*]11種類についての安全性評価を完了した。一部の安全性について、その推定摂取量がネガティブな健康影響を及ぼす量と近いと懸念を持っている。しかしながら、摂取量の推定は安全サイドにたつて過剰に見積もっているため、これらの製品を摂取したからといって必ずしもリスクがあるということではない。</p> <p>11種類のくん液のうち、メーカーが示した用途及び使用量において安全マージンが十分に大きく、安全上の懸念はないとされたものは2種類であった。他の8種類は安全マージンがより小さく、パネルは、安全上の懸念があったとした。さらにもう一つのくん液については、適切なデータがないため、パネルは安全性を評価できなかった。(2010)</p>	21
②米国	食品による暴露評価を目的とした情報は見当たらない。	
③その他	食品による暴露評価を目的とした情報は見当たらない。	
8.リスク管理措置(基準値)		
(1)国内	食品衛生法に基づく基準値はない。	22
(2)国際機関	<p>WHO: 環境汚染由来の飲料水中のBaPのガイドラインを700ng/Lと設定している。(原典単位は µg/L)</p> <p>FAO: くん液のBaPの基準値として2mg/kgと設定している。(原典単位は µg/kg)</p>	23,2 4

項目	内容	参考文献																																								
(3)諸外国等	<p>EU (委員会規則(EC)No 835/2011) 2012年9月1日からの主な基準値[単位ng/kg](原典単位は µg/kg)</p> <table border="1" data-bbox="560 360 1305 1581"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>食品名</th> <th>BaP</th> <th>PAH4(※)の総量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>食用油脂(カカオバター及びココナッツ油を除く)</td> <td>2,000</td> <td>10,000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>カカオ豆及びその加工食品</td> <td>5,000 (2013年4月1日から)</td> <td>35,000 (2015年3月31日まで) 30,000 (2015年4月1日から)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ココナッツ油(直接又は食品中の成分として)</td> <td>2,000</td> <td>20,000</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>畜肉の燻製及びその加工品</td> <td>5,000 (2014年8月31日まで) 2,000 (2014年9月1日から)</td> <td>30,000 (2012年9月1日から2014年8月31日まで) 12,000 (2014年9月1日から)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>魚介類の燻製及びその加工品(6、7を除く)</td> <td>5,000 (2014年8月31日まで) 2,000 (2014年9月1日から)</td> <td>30,000 (2012年9月1日から2014年8月31日まで) 12,000 (2014年9月1日から)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>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)</td> <td>5,000</td> <td>30,000</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>二枚貝(燻製)</td> <td>6,000</td> <td>35,000</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>乳幼児向け加工穀類食品</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>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)</td> <td>1,000</td> <td>1,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>※PAH4は、BaP、ベンゾ[a]アントラセン、ベンゾ[b]フルオランテン、クリセン</p>	No.	食品名	BaP	PAH4(※)の総量	1	食用油脂(カカオバター及びココナッツ油を除く)	2,000	10,000	2	カカオ豆及びその加工食品	5,000 (2013年4月1日から)	35,000 (2015年3月31日まで) 30,000 (2015年4月1日から)	3	ココナッツ油(直接又は食品中の成分として)	2,000	20,000	4	畜肉の燻製及びその加工品	5,000 (2014年8月31日まで) 2,000 (2014年9月1日から)	30,000 (2012年9月1日から2014年8月31日まで) 12,000 (2014年9月1日から)	5	魚介類の燻製及びその加工品(6、7を除く)	5,000 (2014年8月31日まで) 2,000 (2014年9月1日から)	30,000 (2012年9月1日から2014年8月31日まで) 12,000 (2014年9月1日から)	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)	5,000	30,000	7	二枚貝(燻製)	6,000	35,000	8	乳幼児向け加工穀類食品	1,000	1,000	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)	1,000	1,000	4
	No.	食品名	BaP	PAH4(※)の総量																																						
	1	食用油脂(カカオバター及びココナッツ油を除く)	2,000	10,000																																						
	2	カカオ豆及びその加工食品	5,000 (2013年4月1日から)	35,000 (2015年3月31日まで) 30,000 (2015年4月1日から)																																						
	3	ココナッツ油(直接又は食品中の成分として)	2,000	20,000																																						
	4	畜肉の燻製及びその加工品	5,000 (2014年8月31日まで) 2,000 (2014年9月1日から)	30,000 (2012年9月1日から2014年8月31日まで) 12,000 (2014年9月1日から)																																						
	5	魚介類の燻製及びその加工品(6、7を除く)	5,000 (2014年8月31日まで) 2,000 (2014年9月1日から)	30,000 (2012年9月1日から2014年8月31日まで) 12,000 (2014年9月1日から)																																						
	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)	5,000	30,000																																						
	7	二枚貝(燻製)	6,000	35,000																																						
	8	乳幼児向け加工穀類食品	1,000	1,000																																						
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)	1,000	1,000																																							
②米国	食品についての基準値はない。																																									
③その他	カナダ保健省: BaP オリーブポマースオイル*: 3,000ng/kg(ppbから換算)(2011) 水質ガイドライン設定: 10ng/L(原典単位は µg/L)(1986)	25,26																																								

項目	内容	参考文献	
	韓国: BaP(原典単位は $\mu\text{g}/\text{kg}$) 燻製魚肉: 5,000ng/kg 燻製乾燥魚肉: 10,000ng/kg 魚: 2,000ng/kg 貝類: 10,000ng/kg ヨンチェリユ(軟体動物)や甲殻類: 5,000ng/kg 特殊用途食品: 1,000ng/kg 燻製食肉製品及びその加工品: 5,000ng/kg(2010)	27	
	中国: BaP(原典単位は $\mu\text{g}/\text{kg}$) 食用油脂: 10,000ng/kg (2005)	28	
9. リスク管理措置等(基準値を除く。汚染防止・リスク低減方法等)			
(1)国内	農林水産省において、「多環芳香族炭化水素(PAH)」に関するリスクプロファイルシート(検討会用)を公開。	13	
(2)国際機関	コーデックス委員会(Codex)は、2009年総会において「燻製及び直接乾燥による食品のPAH汚染を低減するための実施規範※」(CAC/RCP68-2009)を採択した。 ・Codex魚類・水産製品部会(CCCF)において、燻製魚の規格原案を検討中(現在Step5)。その中に、CCCFで策定された実施規範を踏まえ、「魚の燻製製造はPAHs生成が最小になるように行われるべきである。これはCCCFが策定した実施規範に従うことで達成可能である。」との記述がある。(ALINORM 10/33/18)	29,30	
(3)諸外国等	①EU	くん液は、その味を得るために特殊なプロセスで製造されているために複雑な混合物から成っており、他の香料とは分けた規制が必要である。そのためEC規則2065/2003(後にEC627/2006に改訂)を制定し、その評価と許可のための手続きを定めた。	31,32
	②米国	(米国疾病予防管理センター(CDC)や米国有害物質・疾病登録局(ATSDR)にPAHsについてのファクトシートが掲載されているが、食品中のPAHsに特化したものではない。)	
	③その他	(豪州では、National Pollutant Inventoryにファクトシートが掲載されているが、食品中のPAHsに特化したものではない。)	
10. 参考情報			
(1)物質名(IUPAC)	Benzo[a]pyrene	10	
(2)CAS名/CAS番号	Benzo [a] pyrene (BaP)/50-32-8	10	
(3)分子式/構造式	$\text{C}_{20}\text{H}_{12}$  Benzo[a]pyrene	10	
(4)物理化学的性状			
①性状	淡黄色板状あるいは針状晶	9	
②融点(°C)	178.1°C	10	
③沸点(°C)	310-312°C at 10 mm Hg	10	
④比重(g/cm^3)	1.351	9	
⑤溶解度	$1.61 \times 10^{-3} \text{ mg}/\text{kg}$ (25°C、水)	9	
(5)調製・加工・調理による影響	・食品の製造プロセス(乾燥や燻製など)や高温での食品の調理(グリル、ロースト、フライ)は、PAHsの主な発生源となる。	2	
(6)備考			

<参考文献>

1. 国際連合食糧農業機関 (FAO) / 世界保健機関 (WHO) 合同食品添加物専門家会議 (JECFA) : Safety evaluation of certain contaminants in food. WHO Food Additives Series No. 55 (2006)
http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241660554_PAH_eng.pdf
2. 欧州委員会 (EC) 食品科学委員会 (ECSCF) : Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in food (2002)
http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out153_en.pdf
3. 欧州委員会 (EC) : COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:EN:PDF>
4. 欧州委員会 (EC) : 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
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:215:0004:0008:EN:PDF>
5. 国際がん研究機関 (IARC) : Agents Classified by the IARC Monographs (2012)
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>
6. 米国環境保護庁 (EPA) : TEACH Chemical Summary, Benzo(a)pyrene (BaP) (2007)
http://www.epa.gov/teach/chem_summ/BaP_summary.pdf
7. 欧州連合 (EU) : Maximum levels for certain contaminants (Last updated: 25.06.2010)
http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/contamination_environmental_factors/l21290_en.htm
8. 世界保健機関 (WHO) : 725. Benzo[a]pyrene (WHO Food Additives Series 28) (1982)
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v28je18.htm>
9. 環境省 : 化学物質の環境リスク評価 第5巻 (2006)
<http://www.env.go.jp/chemi/report/h18-12/index.html>
10. 国際がん研究機構 (IARC) : Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 92 (2010)
11. Culp et. al. : A comparison of the tumors induced by coal tar and benzo[a]pyrene in a 2-year bioassay, Carcinogenesis; .19(1) : 117-124 (1998)
12. Liu, X. and Korenaga, K. : Dynamics Analysis for the Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Rice, Journal of health science; 47(5) : 446-451 (2001)
13. 農林水産省 : 個別危害要因への対応 (有害化学物質) 「多環芳香族炭化水素 (PAH)」 食品安全に関するリスクプロファイルシート (検討会用) 作成日 (更新日) : 平成24年5月14日
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/hazard_chem.html
14. 欧州食品安全機関 (EFSA) : Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food [1] -

- Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, The EFSA Journal: 724: 1-114 (2008)
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/724.pdf>
15. アイルランド食品安全庁(FSAI): Investigation into levels of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in food on the Irish market (2006)
<http://www.fsai.ie/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=8286>
 16. フランス競争・消費・不正抑止総局(DGCCRF): Recherche et dosage d'hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les poissons fumés en conserve à l'huile végétale (2009)
<http://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Recherche-et-dosage-d-hydrocarbures-aromatiques-po-296>
 17. Kazerouni, N. et.al.: Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study, Food and Chemical Toxicology; 39: 423-436. (2001)
 18. オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関(FSANZ): SURVEY OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAH) IN AUSTRALIAN FOODS DIETARY EXPOSURE ASSESSMENT AND RISK CHARACTERISATION (2010)
<http://www.foodstandards.gov.au/scienceandeducation/monitoringandsurveillance/foodsurveillance/surveyofpolycyclicar4818.cfm>
 19. 農林水産省: アクリルアミドに関する情報提供資料4 高度化事業課題“食品中のフラン及びPAH類の実態調査”のご紹介
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/acryl_amide/a_syosai/nousui/info.html
 20. 舘野ら: 日本人の食事からの多環芳香族炭化水素の調査, 東京家政大学研究紀要 2 自然科学: 35-41 (2005)
 21. 欧州食品安全機関(EFSA): EFSA completes first safety assessments of smoke flavourings(8 January 2010)
<http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/cef100108.htm>
 22. 「食品衛生法」(昭和二十二年十二月二十四日法律第二百三十三号)
 23. 世界保健機関(WHO): Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition, WHO (2011)
 24. 国際連合食糧農業機関(FAO): SMOKE FLAVOURINGS Prepared at the 57th JECFA (2001) and published in FNP 52 Add. 9 (2001), superseding tentative specifications prepared at the 55th JECFA (2000) and published in FNP 52 Add. 8 (2000). An ADI of “Provisional acceptance” was established at the 31st JECFA (1987)
 25. カナダ保健省(Health Canada): Canadian Standards (Maximum Levels) for Various Chemical Contaminants in Foods
<http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/contaminants-guidelines-directives-eng.php>
 26. カナダ保健省(Health Canada): Benzo[a]pyrene
http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/benzo_a_pyrene/index-eng.php
 27. 韓国食品医薬品安全庁(KFDA): 食品医薬品安全庁告示第 2010 - 51 号(2010. 6. 30)
<http://www.kfda.go.kr/gyeongin/index.kfda?mid=26&seq=12660&cmd=v>

28. 中国 GB(国家規格) : GB 2716-2005 食用植物油卫生标准 (2009. 6. 9)
<http://www.china12315.com.cn/html/spbz/Library/2009/0609/2009060900736108.shtml>
29. コーデックス委員会(Codex) : CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION Thirty-Second Session, FAO Headquarters, Rome, Italy, 29 June - 4 July 2009
ftp://ftp.fao.org/codex/cac/CAC32/if32_10e.pdf
30. コーデックス委員会(Codex) : CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION Thirty-third Session Geneva, Switzerland, 5 -9 July 2010 REPORT OF THE THIRTIETH SESSION OF THE CODEX COMMITTEE ON FISH AND FISHERY PRODUCTS, Agadir, Morocco 28 September - 2 October 2009
31. 欧州連合(EU) : REGULATION (EC) No 2065/2003 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 10 November 2003 on smoke flavourings used or intended for use in or on foods
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:309:0001:0008:EN:PDF>
32. 欧州食品安全機関(EFSA) : EFSA smoke flavourings
<http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/smokeflavourings.htm>
33. 欧州委員会(EC) : COMMISSION RECOMMENDATION of 4 February 2005 on the further investigation into the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in certain foods
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:034:0043:0045:EN:PDF>
34. 欧州委員会(EC) : COMMISSION REGULATION (EC) No 627/2006 of 21 April 2006 implementing Regulation (EC) No 2065/2003 of the European Parliament and of the Council as regards quality criteria for validated analytical methods for sampling, identification and characterisation of primary smoke products
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:109:0003:0006:EN:PDF>

注) 参考文献の URL は、平成 24 年(2012 年)5 月 31 日時点で確認したものです。情報を掲載している各機関の都合により、URL が変更される場合がありますのでご注意ください。

【用語解説 (五十音順)】

Ah 受容体 : アリルヒドロカーボンレセプター

細胞内でダイオキシン類と結合する受容体 (レセプター)。ダイオキシン類の多くの作用は、この Ah 受容体を介して発現すると考えられています。

F₀ 世代

親世代、実験的な交配の親。

F₁世代

第1世代（子世代）。生殖・発生毒性試験では親世代動物 [P, F₀] の交配により得られた次世代動物をさす。

オリーブポーマスオイル

オリーブポーマスオイルは、ヴァージンオイルを搾った後の残りカスに残留している油分を、有機溶剤やその他の物理的処置により抽出したオイル。

求電子性（親電子性）

求電子性（親電子性）とは他の分子と求電子的に反応して共有結合を形成する性質であり、生体内に存在すると DNA やタンパク質などのような高分子と容易に結合する。

グルクロン酸

肝臓で生成されるブドウ糖の酸化産物。生体内のアルコール・フェノール類と抱合体をつくり、尿中に排出し解毒作用をあらわす。また結合組織中にも含まれ、コンドロイチン硫酸などの主要成分である。

グルタチオン

グルタミン酸・システイン・グリシンの三つのアミノ酸からなるペプチド。動植物・微生物に広く分布する。容易に酸化され、生体内の酸化還元反応および解毒作用に重要な役割を果たす。

くん液

スモークフレーバー、サトウキビ、竹材、トウモロコシ又は木材を燃焼して発生したガス成分を捕集し、又は乾溜して得られたものをいいます。

最小毒性量 (LOAEL)

動物実験等で有害な影響が認められた最低投与量のことです。

実施規範 : Code of Practice

いろいろな活動の中で守るべき規範を指します。食品の分野では、近年、一次生産から消費にわたって安全対策をとり、最終産物の安全を確保するという考え方（フードチェーンアプローチ）が有力になってきました。この考え方に従って、生産・製造・流通の現場で守るべき規範が定められるようになり、中には管理目標値を含むものもあります。こうした傾向に従い、コーデックス委員会でも、微生物や化学物質による汚染を生産・製造・流通段階において防止・低減することが重視され、実施規範に関する議論が活発になっています。実施規範が遵守されれば、食品の汚染レベル全体が下がるので、基準値を定めて食品を検査し、違反食品のみを取り締まるよりも有効な安全対策となります。同時に、行政コストや時間の節約も期待できます。コーデックス委員会では、アクリルアミドの他に、食中毒やかび毒のリスク管理のための実施規範も議論され、採択されたものもあります。

CYP(シトクロム P450) : チトクロム P450 酵素

シトクロムとは、分子中に鉄を含み生体内の酸化還元反応にかかわるタンパク質の総称で、中でもシトクロム P450（略称：CYP450）は肝臓での薬物代謝に大きな役割を果たす酵素です。CYP は肝細胞や他の細胞の小胞体中存在し、薬物に対し一原子の酸素を添加する反応を触媒することによって、薬物は水酸化体などの水に可溶の物質に変化して排泄されやすくなります。ヒトの CYP は 20 種以上の分子種が確認されていますが、それらが一万種以上もの薬物の代謝に関与するために、一つの CYP が異なる化学構造を持つ他の薬物に働きかけることができるようになっていきます。このため CYP に係わる薬物相互作用が問題となります。

親油性

脂肪や油に溶けやすいこと。分子中の炭化水素基と油などの炭化水素骨格とが親和力をもつことによって生ずる性質。親油性の物質は一般に疎水性である。

スロープファクター(slope factor)

体重 1 kg 当たり 1 mg の化学物質を、毎日、生涯にわたって経口摂取した場合の過剰発がんリスク推定値。

がんの過剰発生率 = スロープファクター (mg/kg/日)⁻¹ × 経口暴露量 (mg/kg/日)

トータルダイエツトスタディ : Total Diet Study

市場で売られている広範囲の食品を対象とし、食品添加物や農薬などを実際にどの程度摂取しているかを把握するために、加工・調理によるこれらの物質の増減も考慮に入れて行う摂取量の推定方法のことです。トータルダイエツトスタディには、「マーケットバスケット方式」と「陰膳（かげぜん）方式」の 2 種類があります。

ng(ナノグラム)

1mg(ミリグラム)の 100 万分の 1 の量です。1,000 ナノグラム = 1 マイクログラム = 1,000 分の 1 ミリグラムです。

暴露(ばくろ)

作業段階や、環境経由、製品経由、あるいは事故によって、ヒトが化学物質を吸ったり、食べたり、触れたりして、体内に取り込むこと、また、生態系が化学物質にさらされることの総称です。

暴露マージン(MOE : Margin of Exposure)

暴露幅とも言います。ある化学物質のヒト暴露量が動物実験で得られた無毒性量(NOEL)又はベンチマーク用量信頼下限値(BMDL)に対してどれだけ離れているかを示す係数です。NOEL 又は BMDL/暴露量により算出します。この値が大きい程、現時点の暴露量はヒト又は環境中の生物に有害性を発現するまでの余裕が大きいということを示しています。

ベンチマーク用量信頼下限値 (BMDL)

毒性発現率と摂取量の相関性に数理モデルを適用し、ある確率で毒性（通常一般毒性では 10 % (BMDL10)、発生毒性では 5 %）を発現（又は増加）すると推定される摂取量の信

頼限界（通常 95 %）の下限値で、経験的に NOAEL と近い値になると考えられています。この方法では、NOAEL 法と違い、実験デザインを含めた推定が可能です。

抱合

生体内で、異物や生体内物質の官能基に生体成分を結合させる反応。多くの場合、抱合反応を受けることにより尿中や胆汁中に排泄される。

芳香族化合物

ベンゼン環をもつ一群の有機化合物の総称。これに属する炭化水素は骨格構造が安定で付加反応が起こりにくく、置換反応を起こしやすいなどの特有の反応性を持ち、一般に芳香をもつ。

無毒性量 (NOAEL : No Observed Adverse Effect Level)

ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて毒性試験を行ったとき、有害影響が認められなかった最大の投与量のことです。通常は、さまざまな動物試験において得られた個々の無毒性量の中で最も小さい値を、その物質の無毒性量とします。

無毒性量 (NOAEL) 等

環境省の「化学物質の環境リスク評価」においては、「無毒性量 (NOAEL) 等とは、NOAEL (NOEL) から、又は LOAEL (LOEL) を 10 で除して変換した NOAEL (NOEL) から、時間補正のみを行って求めた数値をいう」とされています。

「化学物質の環境リスク評価」における用語説明

最小毒性量 (LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level)

毒性試験において有害な影響が認められた最低のばく露量。

最小影響量 (LOEL : Lowest Observed Effect Level)

最小作用量ともいう。毒性試験において何らかの影響が認められる最低のばく露量。影響の中には有害、無害両方を含むので、一般には LOAEL に等しいかそれより低い値である。

無毒性量 (NOAEL : No Observed Adverse Effect Level)

無副作用量、最大有害無作用レベル、最大無毒性量と訳すこともある。何段階かの投与用量群を用いた毒性試験において有害影響が観察されなかった最高のばく露量のことである。この値に安全係数や不確定係数を乗じて、ADI や TDI を求めることがある。

無影響量 (NOEL : No Observed Effect Level)

毒性試験において影響が認められない最高のばく露量。影響の中には有害、無害両方を含むので、一般には NOAEL に等しいかそれより低い値である。