

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

多環芳香族炭化水素(PAHs: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)とは、炭素原子と水素原子だけでできた芳香環が2つ以上縮合した化合物の総称です。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。不完全な燃焼などでPAHsが生成する場合は、数百種のPAHsが発生します。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問題となっています。

食品に含まれるPAHsとしては、ベンゾ[a]ピレン(benzo[a]pyrene、以下BaPと記載)等30種類程度が報告されています。PAHsは炭化水素を含む有機物の不完全燃焼や熱分解で生成するため、肉・魚介類の燻製、直火(食品と炎が接触)で調理した肉(網焼き肉等)、植物油、穀物製品等に多く含まれます。

本ファクトシートは、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)によって食品における最大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

ヒトへのPAHsのばく露^{注1}経路はさまざまであり、食品を食べることがばく露源の一つとなります。また、喫煙することもばく露源となります。国際がん研究機関(IARC)は60種類のPAHsを評価し、そ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を指標として評価しています。ヒトがばく露する可能性の範囲および食品を通じてヒトの体内に入る量(推定摂取量)に基づいてばく露マージン(MOE)^{注2}を求め、食品に含まれるPAHsへのばく露がヒトの健康に悪影響を及ぼす可能性は低いことを示しています。

注1 ばく露: 生体がハザードにさらされること。ばく露経路は、経口(食事経由)、経気道、経皮等がある。食品安全の分野においては、飲食により生体がハザードにさらされることをいう(食事性ばく露)。疫学では、ばく露は疾病発生等の以前に存在する特定の状態をいい、生体がハザードにさらされることに限らず日常生活習慣(食生活、運動、喫煙、飲酒等)も含む。

注2 ばく露マージン(MOE: Margin of Exposure): 毒性試験等で得られた無毒性量(NOEL: No-Observed-Adverse-Effect Level)^{注3}、最小毒性量(LOAEL: Lowest-Observed-Adverse-Effect Level)、ベンチマーク用量信頼下限値(BMDL: Benchmark Dose Lower Confidence Limit)^{注5}等のハザードの毒性に関する評価値を、実際のヒトのばく露量(摂取量)あるいは推定摂取量で除した値。リスク管理の優先付けを行う手段として用いられることがある。一般に、遺伝毒性発がん物質の場合は概ね1万未満、それ以外の場合(例: 神経毒性物質)は概ね100未満であると、低減対策を実施する必要性が高いと解釈される。

3. 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、環境省、厚生労働省等において、日本の食品中に含まれる PAHs について調査・研究が行われています。

農林水産省では、食品中の PAHs の有害化学物質の実態調査によるデータ集や調理の方法ごとに PAHs の生成を検証した研究事業の成果報告書をウェブサイトで公表しています。また、食品安全に関するリスクプロファイルシート「多環芳香族炭化水素(PAH)」を公表しています。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、経口ばく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3}から、MOE を 1,100~1,500 としています。一方、発がん性については、予測最大ばく露量に対応する過剰発生率をスロープファクター^{注4}から求め、 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$ としています。そして、厚生労働省では、2012-2014 年度に食品の PAHs 含有実態調査を実施し、燻製魚、なまり節、焼き魚等の PAHs 含有量を公表しています。

なお、食品安全委員会では、食品に含まれる 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の結果を踏まえて取りまとめられた初版の改訂版です。

4. 海外の状況

食品中の PAHs については、主に BaP についての基準値が、EU、カナダ、韓国、中国、台湾等で設定されています。WHO、EU、米国、カナダ等では、飲料水について基準値等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 により設置されている機関)では、「燻煙及び直接乾燥工程における食品の多環芳香族炭化水素(PAH)汚染の低減に関する実施規範」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 のばく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いて BaP のベンチマーク用量信頼下限値(BMDL)^{注5}を 100,000 ng/kg 体重/日とし、MOE を平均摂取群で 25,000、高摂取群で 10,000 としています。

EU 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、高摂取者の MOE は約

注3 無毒性量(NOEL: No-Observed-Adverse-Effect Level): ある物質について何段階かの投与量を用いて行われた反復毒性試験、生殖発生毒性試験等の毒性試験において、有害影響が認められなかった最大投与量のこと。通常は、様々な動物試験において得られた無毒性量のうちの最小値を、その物質の無毒性量とする。

注4 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。

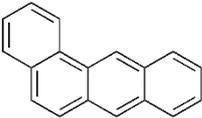
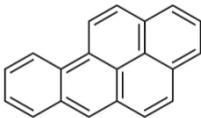
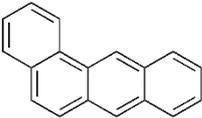
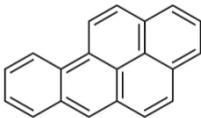
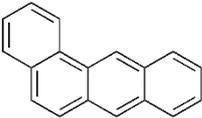
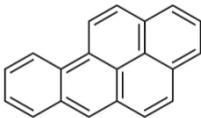
注5 ベンチマーク用量信頼下限値(BMDL: Benchmark Dose Lower Confidence Limit): BMDL は、ベンチマークドーズ(BMD: Benchmark Dose)の信頼区間の下限値。BMD は、ある有害影響の発現率(発生頻度)又はある生物学的な影響に関する測定値について、バックグラウンド反応に比して一定の反応量の変化をもたらす化学物質等のばく露量であり、用量反応関係に数理モデルを当てはめて得られた用量反応曲線を基に算出される。

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。

また、EU は、PAHs の基準値として BaP の量のみを用いることは適切ではないとの EFSA の判断に基づき、委員会規則 (EC) No 1881/2006 を 2011 年に一部改正しました。これにより、BaP の基準値は個別に維持されると共に、BaP にベンズ[a]アントラセン (benz[a]anthracene (BaA))、ベンゾ[b]フルオランテン (benzo[b]fluoranthene (BbFA)) およびクリセン (chrysene (CHR)) を加えた 4 種類 (PAH4) の総量について基準値が設定されました。

ファクトシート(食品に含まれる多環芳香族炭化水素 (PAHs))

専門用語については食品安全委員会が公表している用語集を参照

| 項目 | 内容 | 参考文献 | | |
|---|--|---|---|---|
| 1. 名称/別名 | 多環芳香族炭化水素 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)) | | | |
| 2. 分子式、分子量、構造式 | <p>・炭素原子と水素原子だけでできた芳香環が2つ以上縮合した化合物の総称である。例として、BaAとBaPの分子構造等を下に示す。</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>ベンズ[<i>a</i>]アントラセン (Benz[<i>a</i>]anthracene (BaA)) CAS番号 56-55-3 分子式 C₁₈H₁₂ 分子量 228.29</p>  </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>ベンゾ[<i>a</i>]ピレン (Benzo[<i>a</i>]pyrene (BaP)) CAS番号 50-32-8 分子式 C₂₀H₁₂ 分子量 252.32</p>  </td> </tr> </table> | <p>ベンズ[<i>a</i>]アントラセン (Benz[<i>a</i>]anthracene (BaA)) CAS番号 56-55-3 分子式 C₁₈H₁₂ 分子量 228.29</p>  | <p>ベンゾ[<i>a</i>]ピレン (Benzo[<i>a</i>]pyrene (BaP)) CAS番号 50-32-8 分子式 C₂₀H₁₂ 分子量 252.32</p>  | 1 |
| <p>ベンズ[<i>a</i>]アントラセン (Benz[<i>a</i>]anthracene (BaA)) CAS番号 56-55-3 分子式 C₁₈H₁₂ 分子量 228.29</p>  | <p>ベンゾ[<i>a</i>]ピレン (Benzo[<i>a</i>]pyrene (BaP)) CAS番号 50-32-8 分子式 C₂₀H₁₂ 分子量 252.32</p>  | | | |
| 3. 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"> ・最も広範囲に及ぶ有機汚染物質である。 ・意図的に合成されるのではなく、有機物質の不完全燃焼または熱分解で生成される。 ・食品の製造過程(乾燥、燻製など)や高温での調理(グリル、ロースト、フライ)により生成される。 ・穀類、油糧種子/油、コーヒー、茶のPAHsは、通常、直火乾燥過程で生成される。 ・食事を通じたPAH摂取には、穀物食品と植物油の寄与が多い。 ・喫煙者では、食品と喫煙からのPAHsばく露量は同程度である。 [(1)JECFA, 2006a; (2)EC, 2002] | 1 2 | | |
| 4. 注目されるようになった経緯 | <ul style="list-style-type: none"> ・魚肉や畜肉の焼け焦げ中にBaP等の発がん性物質が存在することが知られていた。 [(1)JECFA, 2006a; (2)EC, 2002; (7)WHO, 1982] ・PAHsの多くに遺伝毒性、発がん性があることが確認され、国際がん研究機関(IARC)の評価で2006年にBaPがグループ2Aからグループ1に変更された。 [(5)IARC, 2010] ・IARCによる発がん性物質リストに記載されているPAHs BaA、 BaP、 シクロペンタ[<i>cd</i>]ピレン (Cyclopenta[<i>cd</i>]pyrene (CPP))、 ジベンズ[<i>a,h</i>]アントラセン (dibenz[<i>a,h</i>]anthracene (DBaH))、 ジベンゾ[<i>a,i</i>]ピレン (Dibenzo[<i>a,i</i>]pyrene (DBaI))、 ベンズ[<i>j</i>]アセアントリレン (Benz[<i>j</i>]aceanthrylene (B[<i>j</i>]A))、 クリセン (chrysene (CHR))、 5-メチルクリセン (5-Methylchrysene (MCH))、 ベンゾ[<i>b</i>]フルオランテン (benzo[<i>b</i>]fluoranthene (BbFA))、 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 | | |

| | | |
|----------------------|--|--------|
| | <p> ベンゾ[<i>l</i>]フルオランテン (Benzo[<i>l</i>]fluoranthene (BjFA))、 ベンゾ[<i>k</i>]フルオランテン (benzo[<i>k</i>]fluoranthene (BkFA)) ジベンゾ[<i>a,e</i>]ピレン (Dibenzo[<i>a,e</i>]pyrene (DBaeP))、 ジベンゾ[<i>a,h</i>]ピレン (Dibenzo[<i>a,h</i>]pyrene (DBahP)) ジベンゾ[<i>a,i</i>]ピレン (Dibenzo[<i>a,i</i>]pyrene (DBaiP))、 インデノ[1,2,3-<i>cd</i>]ピレン(indeno[1,2,3-<i>cd</i>]pyrene (IP)) ベンゾ[<i>c</i>]フェナントレン(Benzo[<i>c</i>]phenanthrene (BcPh))、 ナフタレン(Naphthalene) [(5)IARC, 2010; (13)IARC, 2012] </p> <p> ・米国環境保護庁(EPA)は、以下のPAHs7種を発がん性物質に分類。 BaA、BaP、BbFA、BkFA、CHR、DBahA、IP [(6)EPA, 2007] </p> <p> ・国際連合食糧農業機関(FAO)および世界保健機関(WHO)の合同食品添加物専門家会議(JECFA)は、遺伝毒性と発がん性があるとして、米国環境保護庁(EPA)が発がん性物質に分類した上記PAHs7種に BjFA、DBaeP、DBahP、DBaiP、DBalP、MCH を加えた計13種のモニタリングが必要と勧告。 [(1)JECFA, 2006a; (3)EC, 2006; (4)EC, 2011a] </p> <p> ・日本国内では、上記PAHs13種に加えて、 ベンゾ[<i>b</i>]フルオレン(Benzo[<i>b</i>]fluorene (BbFL))、 ベンゾ[<i>c</i>]フルオレン(Benzo[<i>c</i>]fluorene (BcFL))、 ベンゾ[<i>ghi</i>]ペリレン(Benzo[<i>ghi</i>]perylene (BghiP))、 CPP の含有実態が把握されている。 [(8)農林水産省、2012; (9)農林水産省、2014; (10)農林水産省、2016; (11)農林水産省、2018; (12)環境省、2006] </p> <p> ・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になっている。 [(3)EC, 2006; (4)EC, 2011a] </p> | |
| 5. 物理化学的特性 | | |
| (1) 性状 | BaA: 白色個体 BaP: 黄色結晶性固体 | |
| (2) 融点 (°C) | BaA: 160 °C BaP: 179 °C | |
| (3) 沸点 (°C) | BaA: 438 °C BaP: 495 °C | 14 |
| (4) 比重 | BaA: 1.274 BaP: 1.351 | |
| (5) 溶解度 | 水(25 °C) BaA: 0.0094 mg/L BaP: 0.00162 mg/L | |
| 6. 毒性に関する科学的知見 | | |
| (1) 体内動態(吸収～排泄までの代謝) | <p> ・経口摂取の場合、消化管からPAHsの水溶性に応じて吸収される。 [(1)JECFA, 2006a] </p> | 1 7 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|---|------------------------------|-----|--------------------------------|------------------|------------------------------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> •BaPのラット腹腔内投与では、血中から速やかに排出される(半減期:1分以内)。 [(1)JECFA, 2006a] •BaP 0.45 mgの雌ラット静脈内投与では、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%が肝臓中に残留した。 [(7)WHO, 1982] •BaPは、同時および逐次的に多くの代謝変換を受ける。初期段階で、BaPは酸化還元酵素シトクロムP450によってエポキシドに変換され、生成したエポキシドは自発的転位反応によるフェールへの変換、エポキシド加水分解酵素による加水分解によってジヒドロジオールへの変換、あるいは非酵素的または酵素グルタチオンS-トランスフェラーゼによるグルタチオンの抱合を受ける。BaPの一次代謝物は、同様に、さらなる酸化、加水分解および/またはグルタチオン、硫酸塩あるいはグルクロニドの抱合を受けることもある。 [(1)JECFA, 2006a] •PAHは、主に酸化還元酵素シトクロムP450による芳香環の酸化反応を通して代謝され、続いて、グルタチオン抱合、グルクロニド抱合、硫酸塩抱合を受ける。PAHの酸化によって、核酸、タンパク質と共有結合で結合する求電子性の代謝物が生成する可能性がある。いくつかのPAHとPAH代謝物は、芳香族炭化水素受容体 (aryl hydrocarbon receptor, AhR) にも結合し、PAH代謝に関与するいくつかの酵素の遺伝子発現を促進させる。 [(1)JECFA, 2006a] | | | | | | |
| (2)毒性 | ①急性毒性 | <ul style="list-style-type: none"> •BaP: LD₅₀ 1,600 mg/kg体重以上(マウス、経口投与) •BaP: 25 mg/kg体重以上(ラット、経口投与)で自発活動量、神経運動機能の低下、100 mg/kg体重 以上で肝臓相対重量、平均赤血球ヘモグロビン濃度の増大、白血球の減少等。 [(1)JECFA, 2006a; (12)環境省, 2006] | 1 12 | | | | | |
| | ② 遺伝毒性 (変異原性) | <ul style="list-style-type: none"> •PAHs 33種が評価され、以下の15種に遺伝毒性が認められた。BaP, BaA, BbFA, BjFA, BkFA, BghiP, CHR, CPP, DBaH, DBaeP, DBahP, DBaiP, DBalP, IP, MCH •PAHsの活性代謝物は、DNAのグアニン、アデニンのアミノ基に結合することから、変異原性、遺伝毒性、発がん性があると考えられている。 [(1)JECFA, 2006a] | 1 | | | | | |
| | ③発がん性 | <ul style="list-style-type: none"> •PAHs60種が評価され、多くのPAHsに発がん性が認められた。 [(5)IARC, 2010] <table border="1" data-bbox="593 1601 1326 1899"> <tr> <td>グループ 1 (ヒトに対して発がん性が認められる)</td> <td>BaP</td> </tr> <tr> <td>グループ 2A (ヒトに対して発がん性がおそらくある)</td> <td>CPP, DBaH, DBalP</td> </tr> <tr> <td>グループ 2B (ヒトに対して発がん性が疑われる)</td> <td>BaA, B[j]A, CHR, MCH, BbFA, BjFA, BkFA, DBaeP, DBahP, DBaiP, IP, BcPh, Naphthalene</td> </tr> </table> | グループ 1 (ヒトに対して発がん性が認められる) | BaP | グループ 2A (ヒトに対して発がん性がおそらくある) | CPP, DBaH, DBalP | グループ 2B (ヒトに対して発がん性が疑われる) | BaA, B[j]A, CHR, MCH, BbFA, BjFA, BkFA, DBaeP, DBahP, DBaiP, IP, BcPh, Naphthalene |
| グループ 1 (ヒトに対して発がん性が認められる) | BaP | | | | | | | |
| グループ 2A (ヒトに対して発がん性がおそらくある) | CPP, DBaH, DBalP | | | | | | | |
| グループ 2B (ヒトに対して発がん性が疑われる) | BaA, B[j]A, CHR, MCH, BbFA, BjFA, BkFA, DBaeP, DBahP, DBaiP, IP, BcPh, Naphthalene | | | | | | | |
| | | [(13)IARC, 2012] | | | | | | |

| | | | |
|--|---------------------------|--|-----------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・PAHs 33種が評価され、以下の13種に発がん性が認められた。 BaP、BaA、BbFA、BjFA、BkFA、CHR、DBahA、DBaeP、DBahP、DBaiP、DBalP、IP、MCH [(1)JECFA, 2006a] ・発がん性に関するBMDL BMDL₁₀: BaP 100 µg/kg体重 (マウス、コールトール混合物経口投与) [(15)JECFA, 2006b] ・BaPと2種のコールトール混合物を雌マウスに2年間混餌投与した結果、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、コールトール混合物は肝がんや肺がんも引き起こした。 [(16)Culp <i>et al.</i>, 1998] | |
| | <p>④ 生殖発生毒性</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・環境省によるBaPの健康リスクの基礎評価(2006) BaPの最小毒性量(LOAEL): 10 mg/kg/日 マウス雌30~60匹を1群とし、BaPを0、10、40、160 mg/kg/日で妊娠7日目から16日目まで強制経口投与したところ、次の結果が認められた。 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、F₁児動物の生後の体重増加の低下 F₁の繁殖試験では、10 mg/kg/日以上の子のペアで妊娠率低下 40 mg/kg/日以上で、F₁雌の不妊 160 mg/kg/日で、F₁雄の不妊 10 mg/kg/日以上で、F₁雌雄の生殖器官に病理学的有害影響 また、マウス雌9匹を1群とし、BaPを0、10 mg/kg/日で妊娠7日目から16日目まで強制経口投与した結果、一般状態、妊娠への影響は認められなかったが、F₁雌の繁殖試験では、10 mg/kg/日で産仔数、出産回数は減少し、卵巣重量、卵胞数、黄体数の減少が認められた。 [(12)環境省、2006] | <p>12</p> |
| | <p>⑤ その他の毒性(短期・長期毒性等)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・アセナフテン、フルオランテン、フルオレン、ナフタレン、ピレン: 無作用量(NOEL) 53-175 mg/kg体重/日 (ラット・マウス、経口投与、肝毒性・腎毒性) [(1)JECFA, 2006a] ・BaP: NOEL 3 mg/kg体重/日(ラット、肝毒性) [(1)JECFA, 2006a] ・環境省によるBaPの健康リスクの基礎評価(2006) 無毒性量(NOAEL): 5 mg/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) NOAEL: 3mg/kg/日(ばく露状況で補正: 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) NOAEL: 3 mg/kg/日(ばく露状況で補正: 2.1 mg/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) | <p>1 12</p> |

| | | | |
|----------------------|---|---|--------------------------------|
| | | 最小毒性量 (LOAEL) : 3 mg/kg/日 (ラット雌雄各52匹を1群として2年間投与) [(12)環境省、2006] | |
| (3) ヒトにおける知見 (疫学調査等) | 国内 | — | |
| | 海外 | — | |
| 7. 食品の汚染実態 | | | |
| (1) 国内 | <ul style="list-style-type: none"> 国内産の米が含有するPAHs10種 (アセナフチレン (Acenaphthylene)、フルオレン (Fluorene)、フェナントレン (phenanthrene)、アントラセン (Anthracene)、フルオランテン (Fluoranthene)、ピレン (Pyrene)、BaA、クリセン (Chrysene)、BaP、ペリレン (Perylene)) のレベルを計測。PAHsレベルの合計は、精米前 58±9.5 µg/kg乾燥重量、精米後 19±2.6 µg/kg乾燥重量。 [(17)Liu and Korenaga, 2001] 日本国内で製造・販売されたかつお削りぶし等に含まれるPAHの分析結果 (2003-2010年度) 国内で製造・販売されたかつお、まぐろ、さば等のふし又は枯ぶしを削ったもの (かつお削りぶし等) 50点、かつお削りぶし等を風味原料とする固体調味料 (固体だし) 16点、かつお削りぶし等を風味原料とする液体調味料 (液体だし) 34点を対象としてPAHs16種 (BaA、BbFL、BcFL、BbFA、BjFA、BkFA、BghiP、BaP、CHR、DBahA、DBaeP、DBahP、DBaiP、DBalP、IP、MCH) について分析。平均値が高いPAHsは、数値順に次のとおり (農林水産省データを改編および一部抜粋)。(単位 µg/kg) 《かつお削りぶし等》 物質名：最小値/最大値/平均値/中央値 CHR: 0.5 / 1,100 / 169 / 160 BaA: 0.32 / 930 / 128 / 120 BbFL: 0.09 / 250 / 38 / 34 《固体だし》 CHR: 0.7 / 86 / 25 / 16 BaA: 0.61 / 66 / 21 / 12 BbFA: <0.18 / 20 / 5.9 / 2.9 《液体だし》 CHR: <0.3 / 47 / 1.6 / — (数値報告なし) BaA: <0.17 / 38 / 1.26 / — BbFL: <0.08 / 13 / 0.43 / — [(8)農林水産省、2012] 日本国内で製造・販売されたかつお削りぶしなどに含まれるPAHの分析結果 (2011-2012年度) 国内で製造・販売されたかつお削りぶしに含まれるPAHsが、熱水浸出操作により浸出液中にどれだけ溶出するかを把握するため、かつお削りぶしとその浸出液の試料各12点、荒節表面の削り粉とその浸出液の試料各3点を対象としてPAHs15種 (BaA、BcFL、BbFA、BjFA、BkFA、BghiP、BaP、CHR、DBahA、DBaeP、DBahP、DBaiP、DBalP、IP、MCH) について分析 (分析点数計450点)。平均値が高いPAHsは、数値順に次のとおり (農林水産省データを改編および一部抜粋)。(単位 µg/kg) | | 8 9 10 11 17 18 |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>《かつお削りぶし》 物質名：最小値/最大値/平均値/中央値 CHR: 55 / 230 / 130 / 160 BaA: 34 / 140 / 82 / 87 BcFL: 29 / 75 / 48 / 42</p> <p>《かつお削りぶしの浸出液》 BcFL: <0.02 / 0.03 / 0.02 / 0.02 CHR: <0.017 / 0.037 / 0.018 / 0.019 BaA: <0.012 / 0.020 / 0.012 / 0.013</p> <p>《荒節表面の削り粉》 CHR: 780 / 1,100 / 930 / 920 BaA: 520 / 660 / 610 / 660 BcFL: 250 / 280 / 260 / 250</p> <p>《荒節表面の削り粉の浸出液》 CHR: 0.24 / 0.41 / 0.34 / 0.37 BaA: 0.13 / 0.29 / 0.22 / 0.25 BcFL: 0.07 / 0.14 / 0.11 / 0.11</p> <p style="text-align: right;">[(9)農林水産省、2014]</p> <p>・日本国内で販売された直火加熱された食肉加工調理品などに含まれるPAHの分析結果(2013-2014年度) 国内で販売された直火加熱された魚介製品30点、蒸した魚介3点、食品添加物として用いられる炭製品3点、直火加熱された食肉加工調理品(焼き鳥、表面が全体的に淡い灰色の鳥肉製品、畜肉製品)99点、蒸した食肉(鳥肉、畜肉)9点、食用植物油脂112点を対象としてPAHs16種(BaA、BcFL、BbFA、BjFA、BkFA、BghiP、BaP、CHR、CPP、DBahA、DBaeP、DBahP、DBaiP、DBalP、IP、MCH)について分析。 平均値が高いPAHsは、数値順に次のとおり(農林水産省データを改編および一部抜粋)。(単位 μg/kg)</p> <p>《直火加熱された魚介製品》 物質名：最小値/最大値/平均値/中央値 CPP: <2 / 6 / 2 / - (数値報告なし)</p> <p>《直火加熱された焼き鳥》 物質名：最小値/最大値/平均値/中央値 CPP: <0.1 / 65 / 8.1 / 2.0 BaA: <0.1 / 12 / 2.7 / 0.9 BaP: <0.1 / 12 / 2.4 / 1.1 CHR: <0.1 / 11 / 2.4 / 0.7</p> <p>《直火加熱された表面が全体的に淡い灰色の鳥肉製品》 CPP: 3.9 / 1,500 / 400 / 340 BaP: 1.3 / 480 / 110 / 80 BaA: 1.2 / 400 / 88 / 62</p> <p>《直火加熱された畜肉製品》 CPP: <2 / 67 / 10 / - (数値報告なし) IP: <0.2 / 21 / 2.6 / - BghiP: <0.1 / 18 / 2.3 / 0.2</p> <p>《蒸した鳥肉》 分析されたPAHsそれぞれの平均値:0.1(定量限界)</p> <p>《食用植物油脂》 CHR: <0.3 / 15 / 1.1 / 0.4 BcFL: <0.5 / 2.6 / 0.6 / - BbFA: <0.3 / 5.6 / 0.6 / - BaA: <0.3 / 4.5 / 0.5 / -</p> | |
|--|---|--|

| | | |
|--|---|--|
| | <p>BaP: <0.3 / 4.5 / 0.5 / -</p> <p style="text-align: right;">[(10)農林水産省、2016]</p> <p>・日本国内で製造・販売されたかつおの削りぶしに含まれるPAHの分析結果(2015-2016年度) 国内で製造・販売されたかつおの削りぶし(*)120点を対象としてPAHs17種(BaA、BbFL、BcFL、BbFA、BjFA、BkFA、BghiP、BaP、CHR、CPP、DBahA、DBaeP、DBahP、DBaiP、DBalP、IP、MCH)について分析。DBahP、DBaiP、MCHを除く14種が、定量限界以上の濃度であった。 (*削りぶし品質表示基準で定める「削りぶし」のうち、かつおの「ふし」又は「かれぶし」を削ったものが該当する。かつおのふしを粉末にしたもの(「粉末」)やそれを25%以上含むもの(「粉末混合」)を含む。) 平均値が高いPAHsは、数値順に次のとおり(農林水産省データを改編および一部抜粋)。(単位 μg/kg) 物質名: 最小値/最大値/平均値/中央値 BbFL: 66 / 680 / 200 / 190 CHR: 60 / 530 / 180 / 170 BaA: 39 / 330 / 110 / 100</p> <p style="text-align: right;">[(11)農林水産省、2018]</p> <p>・食品のPAHs含有実態調査を実施(2012-2014年度) 東京都の小売店およびインターネットを介して購入した燻製魚20点、なまり節11点、焼き魚8点、燻製肉16点および燻製卵10点、かつお削り節10点、かつお節等を風味原料に含むダシパック10点およびつゆ10点を調査した。また、2014年度に東京都および神奈川県内の小売店で購入したウナギ白焼き・蒲焼き計15点、焼き鳥10点、かつお節等を風味原料に使用した顆粒・粉末調味料11点を対象としてPAHs(BaA、BcFL、BbFA、BjFA、BkFA、BghiP、BaP、CHR、CPP、DBahA、DBaeP、DBahP、DBaiP、DBalP、IP、およびMCHの16種類)の含有実態を調査。含有濃度範囲は、次のとおり。(単位 μg/kg)</p> <p>《燻製魚》 サーモン: <0.5~0.55 サンマ、ニシン、ししゃも、ホッケ: <0.5~24 サバ: <0.5~117</p> <p>《なまり節》 サバ: <0.5~67 カツオ: <0.5~28</p> <p>《焼き魚》 サケ、サバ: <0.5</p> <p>《燻製肉》 豚: <0.5~2.3 鶏: <0.5~1.2 鴨: <0.5~1.2</p> <p>《燻製卵》: <1~4.9 《かつお削り節》: <10~218 《ダシパック》: <10~324 《つゆ》: <1 《ウナギ白焼き》: <0.025~2.7 《蒲焼き》: <0.024~4.6 《焼き鳥》: <0.024~53 《顆粒・粉末調味料》: <0.25~85</p> | |
|--|---|--|

| | | [(18)厚生労働省、2015] | |
|----------|-----|--|----------------------|
| (2) 国際機関 | | — | |
| (3) 諸外国等 | EU | <ul style="list-style-type: none"> ・欧州食品安全機関(EFSA)は、様々な食品のPAHs含有に関してEU18ヶ国から提出された約1万のデータを評価した。発がん性物質であるBaPは検査試料の約50%に含まれており、BaPを含有しない検査試料の約30%にも発がん性および遺伝毒性のある他のPAHsが含まれていることが示された。 [(19)EFSA, 2008] ・アイルランド食品安全庁(FSAI)は、国内で入手した120食品を対象にPAHs28種の含有実態を調査した。EU食品科学委員会がモニタリング対象として推奨しているPAHs15種の総量(SCF-15)の中央値上限(Median upper-bound levels)は、以下のとおり。(単位 $\mu\text{g}/\text{kg}$) チョコレートおよびチョコレートビスケット: 2.26 ドライフルーツ: 1.11 油脂類: 2.31 貝類: 0.85 燻製魚製品: 0.6 燻製貝製品: 13.22 乳幼児用食品: 0.6 燻製肉類: 0.65 サプリメント: 5.58 [(20)FSAI, 2006] ・フランス競争・消費・不正抑止総局(DGCCRF)は、オイル・ソース漬燻製魚缶詰等13種を対象にPAHs含有実態を調査した。燻製スプラット(ニシン科の小魚)のオイル漬真空パックと燻製ニシントマトソース漬それぞれのオイル、ソースを除いた魚肉で最も高いBaP含有量($0.22 \mu\text{g}/\text{kg}$)が検出されたが、調査されたすべての魚肉のPAHs含有量はEUの規制に適合していた。 [(21)DGCCRF, 2009] ・第2回全仏トータルダイエツスタディで、フランスで習慣的に摂取される725食品を対象にPAHs含有実態が調査された。高濃度であった物質の上位3種は、CHR、BbFA、BaAであった。 [(22)Veyrand <i>et al.</i>, 2013] | 19 20 21 22 |
| | 米国 | <ul style="list-style-type: none"> ・様々な手法で調理された牛肉、鶏肉、魚肉、穀物、野菜等228食品のBaP含有量が調査された。ウェルダンに焼かれた(グリル/バーベキュー)牛肉ステーキ($4.86 \text{ ng}/\text{g}$)と鶏肉($4.57 \text{ ng}/\text{g}$)で高い値が検出された。魚肉、穀物、野菜等では、一般的に低い値か、または検出されなかった。 [(23)Kazerouni <i>et al.</i>, 2001] | 23 |
| | その他 | <ul style="list-style-type: none"> ・オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関(FSANZ)は、2004年に実施されたオーストラリアトータルダイエツスタディでの調査食品の中から選択した幅広い種類の食品35種に含まれる20種類のPAHsを分析し、700の測定結果を得た。そのうち15%が「検出されず」であった。総PAHsレベルは、ハンバーガーで最も高く、次にチョコレート(ミルク)、乾燥ココナッツ、ポテトチップスの順であった。乳児用食品における総PAHsレベルは、比較的低かった。食品の種類や分析方法などに違いがあるために正確な比較は困難ではあるが、オーストラリアの食品中のBaPのレベルは、他の国よりも低いと判断された。 | 24 |

| | | [(24)FSANZ, 2010] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|---|--|----------------------|-----------------------------------|--|--|--|----|----|----|------|------|-----|---|------|------|-------|-------|-------|---|------|----------|-------|-----|-----|---|----|-------|-------|-------|----|---|------|-------|-------|-------|------|---|-----|-----------|-----|-----|---------|---|-----|-------|-----|-----|-------|---|------|-------|-------|-------|---|---|------|-------|-------|-------|----|---|------|-------|-------|-------|-----|---|------|-----|-------|-----|------|---|-----|------|-------|-------|----------|---|------|--|-------|-----------------------------------|-------|---|-----|-------|-------|-----|--------|---|------|-------|-------|-----------------------------------|-----|---|------|-------|-------|-------|--------|---|------|-----------|-------|--|--------|-----|------|--|-------|--|----|-------|-----|------|-------|-------|---------------|------|------|-----|-----|-------|-------------------|
| | | <p>・諸外国における食品のBaP濃度(注)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">食品</th> <th colspan="5">BaP 濃度 (ng/g 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>0.45</td> <td>N/A※3</td> <td>0.016</td> </tr> <tr> <td>マーガリン</td> <td>0</td> <td>0.12</td> <td>0.19-6.0</td> <td>0.272</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>チーズ</td> <td>0</td> <td>nd</td> <td><0.04</td> <td>0.078</td> <td>0.014</td> </tr> <tr> <td>全乳</td> <td>0</td> <td>0.02</td> <td><0.04</td> <td>0.011</td> <td>0.336</td> </tr> <tr> <td>調製粉乳</td> <td>0</td> <td>N/A</td> <td><0.01-0.2</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><0.04</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>ヨーグルト</td> <td>0</td> <td>0.18</td> <td><0.04</td> <td>0.078</td> <td>0.336</td> </tr> <tr> <td>卵</td> <td>0</td> <td>0.03</td> <td><0.04</td> <td>0.023</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>生魚</td> <td>0</td> <td>0.15</td> <td><0.08</td> <td>0.235</td> <td>0.027</td> </tr> <tr> <td>缶詰魚</td> <td>0</td> <td>0.01</td> <td>N/A</td> <td>0.272</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>ベーコン</td> <td>0</td> <td>0.2</td> <td>0.05</td> <td>0.098</td> <td>0.034</td> </tr> <tr> <td>網焼き牛ステーキ</td> <td>0</td> <td>4.75</td> <td>燻しなし 0.01~0.04 燻しあり 0.01~0.14</td> <td>0.098</td> <td>フライパン 0.613 バーベキュー 1.445</td> </tr> <tr> <td>網焼きラム</td> <td>0</td> <td>N/A</td> <td><0.04</td> <td>0.098</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>網焼きポーク</td> <td>0</td> <td>0.01</td> <td><0.04</td> <td>0.098</td> <td>フライパン 0.035 バーベキュー 0.121</td> </tr> <tr> <td>鶏胸肉</td> <td>0</td> <td>0.39</td> <td><0.04</td> <td>0.098</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>牛ソーセージ</td> <td>0</td> <td>0.02</td> <td>0.03-0.26</td> <td>0.098</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ハンバーガー</td> <td>1.2</td> <td>1.52</td> <td></td> <td>0.098</td> <td></td> </tr> <tr> <td>パン</td> <td>0.075</td> <td>0.1</td> <td>0.11</td> <td>0.262</td> <td>0.017</td> </tr> <tr> <td>ミルク チョコレート</td> <td>0.29</td> <td>0.18</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>0.332</td> </tr> </tbody> </table> <p>注: 食品検体、分析手法などが国毎で異なるため、数値の国間比較には注意が必要。 ※1 nd: not detected ※2 N/A: not applicable</p> | 食品 | BaP 濃度 (ng/g 湿重量) ※1 | | | | | 豪州 | 米国 | 英国 | スペイン | イタリア | バター | 0 | nd※2 | 0.45 | N/A※3 | 0.016 | マーガリン | 0 | 0.12 | 0.19-6.0 | 0.272 | N/A | チーズ | 0 | nd | <0.04 | 0.078 | 0.014 | 全乳 | 0 | 0.02 | <0.04 | 0.011 | 0.336 | 調製粉乳 | 0 | N/A | <0.01-0.2 | N/A | N/A | アイスクリーム | 0 | N/A | <0.04 | N/A | N/A | ヨーグルト | 0 | 0.18 | <0.04 | 0.078 | 0.336 | 卵 | 0 | 0.03 | <0.04 | 0.023 | 0.015 | 生魚 | 0 | 0.15 | <0.08 | 0.235 | 0.027 | 缶詰魚 | 0 | 0.01 | N/A | 0.272 | N/A | ベーコン | 0 | 0.2 | 0.05 | 0.098 | 0.034 | 網焼き牛ステーキ | 0 | 4.75 | 燻しなし 0.01~0.04 燻しあり 0.01~0.14 | 0.098 | フライパン 0.613 バーベキュー 1.445 | 網焼きラム | 0 | N/A | <0.04 | 0.098 | N/A | 網焼きポーク | 0 | 0.01 | <0.04 | 0.098 | フライパン 0.035 バーベキュー 0.121 | 鶏胸肉 | 0 | 0.39 | <0.04 | 0.098 | 0.015 | 牛ソーセージ | 0 | 0.02 | 0.03-0.26 | 0.098 | | ハンバーガー | 1.2 | 1.52 | | 0.098 | | パン | 0.075 | 0.1 | 0.11 | 0.262 | 0.017 | ミルク チョコレート | 0.29 | 0.18 | N/A | N/A | 0.332 | [(24)FSANZ, 2010] |
| 食品 | BaP 濃度 (ng/g 湿重量) ※1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 豪州 | 米国 | 英国 | スペイン | イタリア | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| バター | 0 | nd※2 | 0.45 | N/A※3 | 0.016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| マーガリン | 0 | 0.12 | 0.19-6.0 | 0.272 | N/A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| チーズ | 0 | nd | <0.04 | 0.078 | 0.014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 全乳 | 0 | 0.02 | <0.04 | 0.011 | 0.336 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 調製粉乳 | 0 | N/A | <0.01-0.2 | N/A | N/A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| アイスクリーム | 0 | N/A | <0.04 | N/A | N/A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ヨーグルト | 0 | 0.18 | <0.04 | 0.078 | 0.336 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 卵 | 0 | 0.03 | <0.04 | 0.023 | 0.015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 生魚 | 0 | 0.15 | <0.08 | 0.235 | 0.027 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 缶詰魚 | 0 | 0.01 | N/A | 0.272 | N/A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ベーコン | 0 | 0.2 | 0.05 | 0.098 | 0.034 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 網焼き牛ステーキ | 0 | 4.75 | 燻しなし 0.01~0.04 燻しあり 0.01~0.14 | 0.098 | フライパン 0.613 バーベキュー 1.445 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 網焼きラム | 0 | N/A | <0.04 | 0.098 | N/A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 網焼きポーク | 0 | 0.01 | <0.04 | 0.098 | フライパン 0.035 バーベキュー 0.121 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 鶏胸肉 | 0 | 0.39 | <0.04 | 0.098 | 0.015 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 牛ソーセージ | 0 | 0.02 | 0.03-0.26 | 0.098 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ハンバーガー | 1.2 | 1.52 | | 0.098 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| パン | 0.075 | 0.1 | 0.11 | 0.262 | 0.017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ミルク チョコレート | 0.29 | 0.18 | N/A | N/A | 0.332 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (4) 産生菌(かび毒のみ) | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. ばく露情報 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 推定一日摂取量 | <p>・ある女子大学の学生寮の食事献立(1日摂取カロリー1960 kcal、たんぱく質60 g及び脂肪43~54 g)における平均摂取量 (ng/日)</p> <p>ベンゾ[e]ピレン (Benzo[e]pyrene (BeP)) 139.83 アントラセン (Anthracene) 125.21 BaP 70.05 BaA 54.35</p> <p>主な摂取源: BePは、肉類、魚介類及び野菜類、穀類及び牛乳。アントラセン、BaP及びBaAは、肉類、魚介類及び野菜類と穀類。</p> <p style="text-align: right;">[(25)館野ら、2005]</p> <p>・農林水産省による試算(先端技術を活用した農林水産研究高度化事業(リスク管理型)) BaP 平均摂取量 1.6~2.4 ng/kg体重/日 (lower bound~upper bound)</p> | 12 15 19 24 25 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | <p>日本人は主に「調味料・香辛料類」の食品群からPAHsを摂取していると推定。 [(26)箭田ら、2006]</p> <p>・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 0.44 ng/kg体重/日 食物からの予測最大暴露量 BaP 1.4 ng/kg体重/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) [(12)環境省、2006]</p> <p>・JECFA(第64回JECFA(2005)) BaPの推定ばく露量 平均的摂取群 4 ng/kg体重/日 高摂取群 10 ng/kg体重/日 子供の体重当り摂取量は、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ばく露はより大きい可能性がある。 [(15)JECFA, 2006b]</p> <p>・諸外国におけるBaPばく露量</p> <table border="1" data-bbox="596 913 1023 1579"> <thead> <tr> <th>国</th> <th>BaP ばく露量 (ng/人/日)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>豪州</td><td>17-102^a</td></tr> <tr><td>ベルギー</td><td>232</td></tr> <tr><td>ブルガリア</td><td>209</td></tr> <tr><td>チェコ</td><td>239</td></tr> <tr><td>デンマーク</td><td>223</td></tr> <tr><td>フィンランド</td><td>185</td></tr> <tr><td>フランス</td><td>245</td></tr> <tr><td>ドイツ</td><td>255</td></tr> <tr><td>ハンガリー</td><td>231</td></tr> <tr><td>アイスランド</td><td>205</td></tr> <tr><td>アイルランド</td><td>238</td></tr> <tr><td>イタリア</td><td>255</td></tr> <tr><td>オランダ</td><td>239</td></tr> <tr><td>ノルウェー</td><td>252</td></tr> <tr><td>スロバキア</td><td>244</td></tr> <tr><td>スペイン</td><td>97-128^b</td></tr> <tr><td>スウェーデン</td><td>230</td></tr> <tr><td>英国</td><td>188</td></tr> </tbody> </table> <p>^a 2才以上、^b 20-65才 [(19)EFSA, 2008; (24)FSANZ, 2010]</p> | 国 | BaP ばく露量 (ng/人/日) | 豪州 | 17-102 ^a | ベルギー | 232 | ブルガリア | 209 | チェコ | 239 | デンマーク | 223 | フィンランド | 185 | フランス | 245 | ドイツ | 255 | ハンガリー | 231 | アイスランド | 205 | アイルランド | 238 | イタリア | 255 | オランダ | 239 | ノルウェー | 252 | スロバキア | 244 | スペイン | 97-128 ^b | スウェーデン | 230 | 英国 | 188 | |
|--------------|--|----------------|----------------------|----|---------------------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|--------|-----|------|-----|-----|-----|-------|-----|--------|-----|--------|-----|------|-----|------|-----|-------|-----|-------|-----|------|---------------------|--------|-----|----|-----|--|
| 国 | BaP ばく露量 (ng/人/日) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 豪州 | 17-102 ^a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ベルギー | 232 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ブルガリア | 209 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| チェコ | 239 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| デンマーク | 223 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| フィンランド | 185 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| フランス | 245 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ドイツ | 255 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ハンガリー | 231 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| アイスランド | 205 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| アイルランド | 238 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| イタリア | 255 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| オランダ | 239 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ノルウェー | 252 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| スロバキア | 244 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| スペイン | 97-128 ^b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| スウェーデン | 230 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 英国 | 188 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (2) 摂取量の推定方法 | <p>・農林水産省による試算 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 2002年度国民栄養調査の食品群別摂取量表に基づき、163品目の市販食材・食品を全国7都市(札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、広島、福岡)で購入し、必要に応じて調理した後、食品群毎に分析し、国民一人当りの平均的な一日摂取量を算出 [(26)箭田ら、2006]</p> <p>・環境省による試算</p> | 12 15 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | <p>食物の実測値を用い、食事量を2,000 g、体重を50 kgと仮定して推定。</p> <p style="text-align: right;">[(12)環境省、2006]</p> <p>・JECFA オーストラリア、ブラジル、イギリスおよびニュージーランドなど18カ国から提出されたデータより遺伝毒性および発がん性があると考えられる13種類のPAHsの摂取量評価を検討し、PAHsの摂取量に大きなばらつきを認めた。BaPについては、13カ国(16報)の主要な食品群を含んだデータ(調理済み食品も含む)から摂取量が推定された。</p> <p style="text-align: right;">[(15)JECFA, 2006b]</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|---|------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|--------------|----|--------|---|---|------------------------------|---|--------|-----------------|----------------|-----|-----------------|----|
| (3) 加工調理による影響 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. リスク評価(HBGVとその根拠) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 国内 | | <p>環境省によるBaP健康リスクの初期評価結果 (経口ばく露による健康リスク)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ばく露経路・媒体</th> <th>平均ばく露量* (ng/kg/日)</th> <th>予測最大ばく露量* (ng/kg/日)</th> <th>無毒性量等 (ng/kg/日)</th> <th>ばく露マージン(MOE)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">経口</td> <td>飲料水・食物</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>210,000 (0.21 mg/kg/日)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>地下水・食物</td> <td>0.44以上 1.0未満</td> <td>1.4以上 2.0未満</td> <td>ラット</td> <td>1,100~ 1,500</td> </tr> </tbody> </table> <p>経口ばく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最小毒性量 (LOEL) 3 mg/kg/日 (前胃の過形成) を、信頼性のある最も低用量の知見と判断。発がん性の閾値に関する知見は得られなかったため、LOELをばく露状況で補正して2.1 mg/kg/日とし、さらにLOELであるために10で除した0.21 mg/kg/日 (210,000 ng/kg/日) を無毒性量等として採用した。発がん性については、予測最大ばく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 style="text-align: right;">[(12)環境省、2006]</p> | ばく露経路・媒体 | | 平均ばく露量* (ng/kg/日) | 予測最大ばく露量* (ng/kg/日) | 無毒性量等 (ng/kg/日) | ばく露マージン(MOE) | 経口 | 飲料水・食物 | — | — | 210,000 (0.21 mg/kg/日) | — | 地下水・食物 | 0.44以上 1.0未満 | 1.4以上 2.0未満 | ラット | 1,100~ 1,500 | 12 |
| ばく露経路・媒体 | | 平均ばく露量* (ng/kg/日) | 予測最大ばく露量* (ng/kg/日) | 無毒性量等 (ng/kg/日) | ばく露マージン(MOE) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 経口 | 飲料水・食物 | — | — | 210,000 (0.21 mg/kg/日) | — | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 地下水・食物 | 0.44以上 1.0未満 | 1.4以上 2.0未満 | ラット | 1,100~ 1,500 | | | | | | | | | | | | | | | |
| (2) 国際機関 | | <p>・IARCは、60種のPAHsと石炭により生成されるPAHsにばく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を報告。</p> <p style="text-align: right;">[(5)IARC, 2010]</p> <p>・JECFAは、BaPを遺伝毒性及び発がん性のあるPAHsのばく露マーカーとして評価し、次のMOEが見積もられた。このMOEに基づき、推定した摂取量ではPAHによる健康への懸念は低いと結論された。</p> <p style="text-align: center;">MOE 平均摂取群: 25,000 高摂取群: 10,000</p> <p>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4.0 ng/kg体重/日、高摂取者の推定平均摂取量10.0 ng/kg体重/日からMOEを計算。</p> <p style="text-align: right;">[(1)JECFA, 2006a]</p> | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (3) 諸外国等 | EU | <p>・EFSAは、平均的摂取者および高摂取者のBaP量、BaPとCHRの総量 (PAH2)、BaP、BaA、BbFA、CHRのPAHs4種の総量</p> | 416 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | <p>(PAH4)およびBaP、BaA、BbFA、CHR、BkFA、BghiP、DBahA、IPのPAHs8種の総量(PAH8)それぞれの経口ばく露量とCulpら[Culp et al., 1998]の発がん性試験の結果から、平均的摂取者のBaP、PAH2、PAH4、PAH8のばく露マージン(MOE)は、それぞれ17,900、15,900、17,500、17,000であり、高摂取者では、それぞれ10,800、9,500、9,900、9,600であると見積もった。これにより、平均的摂取者の健康に対する懸念は低いと考えられた。一方、高摂取者では、MOEが10,000に近いがそれ未満であり、EFSAの専門家会議で健康への懸念およびリスク管理の行動が必要であると判断されるレベルであった。</p> <p>また、EFSAの専門家会議は、BaPの量は食品中のPAHsの適切な指標ではないと結論し、PAHsに関する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した。</p> <p style="text-align: right;">[(16)Culp et al., 1998; (19)EFSA, 2008]</p> <p>・EUは、EFSAの結論に基づき、PAHsのマーカーとして唯一BaPを用いる評価法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、PAH4の基準値を新たに設定した。</p> <p style="text-align: right;">[(4)EC, 2011a]</p> <p>・EFSAは、くん液11種についての安全性を評価。11種のうち、製造元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判断されたのは2種。安全マージンが比較的小さいため安全上の懸念があると判断されたのは8種。1種については、データ不足のため、安全性の評価は不能であった。</p> <p style="text-align: right;">[(27)EFSA, 2010]</p> | 19 27 | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------|---|----------|--------------|--|-----|--------------------------------------|--|--|--|--|
| | 米国 | — | | | | | | | | | |
| | その他 | — | | | | | | | | | |
| 10. リスク管理措置(基準値) | | | | | | | | | | | |
| (1) 国内 | | <p>食品衛生法に基づく基準値はない。</p> <p style="text-align: right;">[(28)食品衛生法]</p> | 28 | | | | | | | | |
| (2) 国際機関 | | <p>・WHO: 環境汚染由来の飲料水中のBaPのガイドライン値を0.7 µg/Lと設定。</p> <p style="text-align: right;">[(29)WHO, 2017]</p> <p>・FAO: くん液のBaPの基準値を2 mg/kgと設定。</p> <p style="text-align: right;">[(30)FAO, 2001]</p> | 29 30 | | | | | | | | |
| (3) 諸外国等 | EU | <p>EU 飲料水指令(基準値) BaP: 0.010 µg/L BbFA、BkFA、BghiP、IPの4種の合計濃度: 0.10 µg/L</p> <p style="text-align: right;">[(31)EC, 2020a]</p> <p>EC No. 1881/2006, 420/2011, 835/2011, 1272/2013, 2015/1125, 2015/1933, 2020/1255(一部抜粋)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">食品</th> <th colspan="2">最大基準値(µg/kg)</th> </tr> <tr> <th>BaP</th> <th>PAH4 (BaP, BaA, BbFA 及びCHRの総量)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | 食品 | 最大基準値(µg/kg) | | BaP | PAH4 (BaP, BaA, BbFA 及びCHRの総量) | | | | 3 4 31 32 33 34 35 36 37 38 |
| 食品 | 最大基準値(µg/kg) | | | | | | | | | | |
| | BaP | PAH4 (BaP, BaA, BbFA 及びCHRの総量) | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | 直接消費用及び食用油脂(カカオバター及びココナツ油を除く) | 2.0 | 10.0 |
| | カカオ豆及びその加工食品(食品加工用ココアファイバー及びココアファイバー製品を除く) | 5.0* (2013年4月1日から) | 35.0** (2013年4月1日から 2015年3月31日まで) 30.0** (2015年4月1日から) |
| | 直接消費用及び食品加工用ココナツ油 | 2.0 | 20.0 |
| | 燻製肉及び燻製肉製品 | 5.0 (2014年8月31日まで) 2.0 (2014年9月1日から) | 30.0 (2012年9月1日から 2014年8月31日まで) 12.0 (2014年9月1日から) |
| | 燻製魚類及び燻製水産製品の筋肉(下記2項に掲げる食品を除く)(燻製甲殻類における最大基準値はツメ・脚部及び腹部の筋肉に適用する、カニ類及びカニ様甲殻類(短尾類及び異尾類)の場合にはツメ・脚部の筋肉に適用する) | 5.0 (2014年8月31日まで) 2.0 (2014年9月1日から) | 30.0 (2012年9月1日から 2014年8月31日まで) 12.0 (2014年9月1日から) |
| | 燻製スプラット(ニシン属の小魚)及び缶詰燻製スプラット、燻製バルト海ニシン及び缶詰燻製バルト海ニシン(体長14 cm以下)、かつお節、二枚貝(生鮮、冷蔵、冷凍)、消費者に直接販売される直火調理食肉製品 | 5.0 | 30.0 |
| | 燻製二枚貝 | 6.0 | 35.0 |
| | 穀類加工品及び乳幼児用食品 | 1.0 | 1.0 |
| | 乳幼児用調製乳及びフォローアップミルク | 1.0 | 1.0 |
| | 特に乳児用の特殊医療用途食品 | 1.0 | 1.0 |
| | 食品加工用ココアファイバー及びココアファイバー製品 | 3.0 | 15.0 |
| | バナナチップ | 2.0 | 20.0 |
| | 植物由来原料及びその調製品を含む食品サプリメント(食用植物油脂を原料とするものを除く)、プロポリス、ローヤルゼリー、スピルリナ又はそれらの調製品を含む食品サプリメント | 10.0 | 50.0 |
| | 乾燥ハーブ | 10.0 | 50.0 |
| | 乾燥スパイス(カルダモン及び燻製唐辛子を除く) | 10.0 | 50.0 |

※ 単位 $\mu\text{g}/\text{kg fat}$
 [(3)EC, 2006; (4)EC, 2011a; (32)EC, 2011b; (33)EC, 2013; (34)EC, 2015a; (35)EC, 2015b; (36)EC, 2020b]

| | <p>ドイツ</p> <p>バーベキューを行う際の消費者への助言として、PAHs生成を防止するため、可能な限り油が食材から炭に滴り落ちないように油の受け皿を設置することなどをウェブページ(Q&A)や動画で紹介。</p> <p style="text-align: right;">[(37)BfR, 2016a; (38)BfR, 2016b]</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----------------------|----------|-----|----------------------|-----|-------------------|-----|-----------|------|----|-----|----|------|----------------------|-----|---|-----|---------------|-----|--------------------------|-----|----------------------|-----|----|----------------------|----------|-----|---|---|------------------------|-----|--------------------------|-----|----------------------------------|----|----------|----|----------------------------|
| 米国 | <p>第一種飲料水規則</p> <p>BaP: 0.2 µg/L</p> <p style="text-align: right;">[(39)EPA, 1995]</p> | 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| その他 | <p>カナダ: BaP</p> <p>飲料水水質ガイドライン: 0.04 µg/L</p> <p style="text-align: right;">[(40)Health Canada, 2016]</p> <p>オリーブポマースオイルにおける基準値: 3.0 µg/kg</p> <p style="text-align: right;">[(41)Health Canada, 2020]</p> <p>韓国</p> <p>2021年6月29日付け告示第2021-54号</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">食品</th> <th style="text-align: center;">BaP 最大基準値 (µg/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>食用油及び食用油</td> <td style="text-align: center;">2.0</td> </tr> <tr> <td>加工地黄根(スクジファン)及び乾燥地黄根</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> </tr> <tr> <td>燻製魚肉(ただし、乾燥製品を除く)</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> </tr> <tr> <td>燻製乾燥魚肉(*)</td> <td style="text-align: center;">10.0</td> </tr> <tr> <td>魚類</td> <td style="text-align: center;">2.0</td> </tr> <tr> <td>貝類</td> <td style="text-align: center;">10.0</td> </tr> <tr> <td>軟体動物(ただし、貝類を除く)及び甲殻類</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> </tr> <tr> <td>特別用途食品(乳児用調製乳、幼児用調整乳、乳幼児用穀類調製乳、その他ベビーフード)</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> </tr> <tr> <td>燻製食肉製品及びその加工品</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> </tr> <tr> <td>黒参(Black ginseng)(粉末を含む)</td> <td style="text-align: center;">2.0</td> </tr> <tr> <td>黒参(Black ginseng)濃縮物</td> <td style="text-align: center;">4.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>*: 生鮮状態での重量に適用。乾燥によって水分含有量が変化した場合は、水分量を考慮して適用。当該基準は、燻製乾燥魚肉が水抽出製品の成分として使用される場合は除外される。ただし、水抽出製品中にBaPは検出されてはいけない。</p> <p style="text-align: right;">[(42)韓国 Ministry of Food and Drug Safety(MFDA)、2021]</p> <p>中国</p> <p>食品中のBaP最大基準値(2022年6月30日公布、2023年6月30日施行)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">食品</th> <th style="text-align: center;">BaP 最大基準値 (µg/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">穀類及び穀類製品</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(もみごめ(*), 玄米、こめ(粉)、小麦、小麦粉、とうもろこし、とうもろこし粉、コーングリッツ(かす))</td> <td style="text-align: center;">(2023年6月29日まで) 2.0 (2023年6月30日から)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">肉及び肉製品 (燻し、焼き、炙り肉類)</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">水産物及び水産物製品 (燻し、炙り水産品)</td> <td style="text-align: center;">5.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">乳及び乳製品 (ホイップクリーム、クリーム、無水クリーム)</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">油脂及び油脂製品</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> </tbody> </table> | 食品 | BaP 最大基準値 (µg/kg) | 食用油及び食用油 | 2.0 | 加工地黄根(スクジファン)及び乾燥地黄根 | 5.0 | 燻製魚肉(ただし、乾燥製品を除く) | 5.0 | 燻製乾燥魚肉(*) | 10.0 | 魚類 | 2.0 | 貝類 | 10.0 | 軟体動物(ただし、貝類を除く)及び甲殻類 | 5.0 | 特別用途食品(乳児用調製乳、幼児用調整乳、乳幼児用穀類調製乳、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 | 黒参(Black ginseng)(粉末を含む) | 2.0 | 黒参(Black ginseng)濃縮物 | 4.0 | 食品 | BaP 最大基準値 (µg/kg) | 穀類及び穀類製品 | 5.0 | (もみごめ(*), 玄米、こめ(粉)、小麦、小麦粉、とうもろこし、とうもろこし粉、コーングリッツ(かす)) | (2023年6月29日まで) 2.0 (2023年6月30日から) | 肉及び肉製品 (燻し、焼き、炙り肉類) | 5.0 | 水産物及び水産物製品 (燻し、炙り水産品) | 5.0 | 乳及び乳製品 (ホイップクリーム、クリーム、無水クリーム) | 10 | 油脂及び油脂製品 | 10 | 40 41 42 43 44 |
| 食品 | BaP 最大基準値 (µg/kg) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 食用油及び食用油 | 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 加工地黄根(スクジファン)及び乾燥地黄根 | 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 燻製魚肉(ただし、乾燥製品を除く) | 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 燻製乾燥魚肉(*) | 10.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 魚類 | 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 貝類 | 10.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 軟体動物(ただし、貝類を除く)及び甲殻類 | 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 特別用途食品(乳児用調製乳、幼児用調整乳、乳幼児用穀類調製乳、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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 黒参(Black ginseng)(粉末を含む) | 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 黒参(Black ginseng)濃縮物 | 4.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 食品 | BaP 最大基準値 (µg/kg) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 穀類及び穀類製品 | 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (もみごめ(*), 玄米、こめ(粉)、小麦、小麦粉、とうもろこし、とうもろこし粉、コーングリッツ(かす)) | (2023年6月29日まで) 2.0 (2023年6月30日から) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 肉及び肉製品 (燻し、焼き、炙り肉類) | 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 水産物及び水産物製品 (燻し、炙り水産品) | 5.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 乳及び乳製品 (ホイップクリーム、クリーム、無水クリーム) | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 油脂及び油脂製品 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| * もみごめは、玄米で計算する。 | |
|--|----------------------|
| [(43)中国国家衛生健康委員会、2022] | |
| 台湾 | |
| 食品中の汚染物質及び毒素衛生基準(2022年5月31日現在) | |
| 食品 | BaP 最大基準値 (µg/kg) |
| 直接食用に供する又は食品加工として使用される油脂(ただし、ココアバターを除く) | 2.0 |
| カカオ豆及びその製品 ¹ | 5.0 |
| バナナチップス(Banana chips) | 2.0 |
| 乾燥ハーブ植物(Herbs) | 10.0 |
| 乾燥香辛植物(Spices)(ただし、カルダモン(Cardamom)及び燻製とうがらし属植物(Capsicum spp.)を除く) | 10.0 |
| 燻製肉及び燻製肉製品 | 2.0 |
| 最終消費者に販売される焼肉及び焼肉製品 | 5.0 |
| 燻製又は焼き ² ニシン(Sprattus sprattus)及びその缶詰 ³ 、魚の体長≤14 cmの燻製又は焼き ² バルト海ニシン(Clupea harengus membras)及びその缶詰 ³ | 5.0 |
| 燻製又は焼き ² 二枚貝類 ⁴ (ただし殻を除く) | 6.0 |
| 燻製又は焼き ² 魚肉及び燻製又は焼き ² 水産製品 ³ (ただし、上記2項に掲げる食品を除く。また、干し鰹、かつおぶしも除く)、燻製又は焼き ² 甲殻類(Crustaceans)の付属肢(Appendages)及び腹部(Abdomen)の筋肉、燻製又は焼き ² 蟹類(Brachyura 又は Anomura 目)の付属肢(Appendages)の筋肉 | 2.0 |
| 二枚貝類 ⁴ (生鮮、冷蔵又は冷凍)(ただし、殻を除く) | 5.0 |
| 乳児用調製食品及びフォローアップ乳児用調製補助食品 ^{5,6} (Follow-up infant formula) | 1.0 |
| 特別医療目的用乳児用調製食品 ^{5,6} (Infant formula for special medical purposes) | 1.0 |
| 乳幼児用穀物類補完食品 ^{5,6} (Cereal based foods for infant and young child)及び乳幼児用副食品 ^{5,6} (Baby food) | 1.0 |
| プロポリス(Propolis)、ロイヤルゼリー(Royal jelly)を含む栄養補助食品 ⁶ | 10.0 |
| スピルリナ(Spirulina)を含む栄養補助食品 ⁶ | 10.0 |
| ¹ :ココアバターの含有量を基準とする。 ² :水産物の焼き製品では、食品メーカーが製造した完全包装品を対象とする。 ³ :すべてが食用に供される場合は、魚全体に適用される。 ⁴ :ヨーロッパホタテ(Pecten maximus)では、内転筋及び生殖腺に適用される。 ⁵ :・乳児 ・正産産で12カ月未満の月齢の者 ・フォローアップ乳児用調製補助食品 ・生後6か月から12か月の年長の乳児の離乳過程で、副食品として組み合わせて使用する調製食品。ただし、6か月に満たない乳児が、 | |

| | | | |
|-----------------------------------|--|---|----------------------|
| | | <p>単独で使用するには適さない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特別医療目的用乳児用調製食品 特別に製造された母乳又は乳児用調製食品の代替品。単独での摂取で、出生数ヶ月以内の、栄養失調、疾病又は病状のある乳児が、ある程度成長し適当な補助食品を採用するまでの間、特殊栄養ニーズを満たすことができる食品。 ・乳幼児用穀物類補完食品 乳児の離乳後における健康ニーズを満たし、幼児が徐々に一般食品に適応することを助け、栄養を補完するための穀類食品。牛乳又は水などの液体で戻した後に摂取する穀物、麺、パン、ビスケットなどを含む。 ・乳幼児用副食品 乳児の離乳後における健康ニーズを満たし、幼児が徐々に一般食品に適応することを助け、栄養を補完するための食品。ただし、乳幼児用穀物類補完食品及び乳を主成分とする飲料及びその製品は除く。 <p>⁶: 本基準は販売される製品に適用される。 [(44)台湾衛生福利部、2022]</p> | |
| 11. 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 | | <ul style="list-style-type: none"> ・農林水産省は、「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を公開。 [(45)農林水産省、2017a] ・農林水産省において、食中毒の予防やPAHsが生成しにくい調理法などバーベキューの注意点を紹介した「バーベキューを楽しむ皆様へ」にて食品を焦がさないよう注意喚起。 [(46)農林水産省、2017b] ・農林水産省は、「多環芳香族炭化水素類(PAH)に関する研究」の一環として実施した「高温加熱により生成する多環芳香族炭化水素類(PAH)を低減した調理法の開発」(研究期間 平成26年度～平成27年度)、「燻製に使用する木材の水分含量等が食品中の多環芳香族炭化水素類濃度に及ぼす影響の検証」(研究期間 平成30年度～令和元年度)の研究成果を公開。 [(47)農林水産省、2020] ・(一社)日本鯉節協会と(一社)全国削節工業協会によって設置された「鯉節安全委員会」は、2013年に「かつおぶし・削りぶしの製造における多環芳香族炭化水素類(PAH)の低減ガイドライン(第1版)」をとりまとめた。本ガイドラインでは、かつおぶし及び削りぶしの製造工程で、ふしへのPAHsの付着を防ぐ、ふしに付着したPAHsを取り除く等の対策について具体案が提示されている。2020年に改訂され、PAHs低減対策の有効性やかつおだしに含まれるPAHs濃度等に関する科学的知見が盛り込まれた。 [(48)鯉節安全委員会(日本鯉節協会・全国削節工業協会)、2020] | 45 46 47 48 |
| (2) 国際機関 | | <ul style="list-style-type: none"> ・コーデックス委員会(Codex)は、2009年総会において「燻煙及び直接乾燥工程における食品の多環芳香族炭化水素(PAH)汚染の低減に関する実施規範」(CAC/RCP68-2009(Reference CXC 68-2009))を採択した。Codex魚類・水産製品部会(CGFFP)のリポート(ALINORM 10/33/18)には、「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。これは採択された実施規範に従うことで達成可能である。」と記載され | 49 |

| | | | |
|----------|------|--|----------------|
| | | ている。 [[49)Codex, 2009] | |
| (3) 諸外国等 | ①EU | <ul style="list-style-type: none"> ・ECは、「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」とし、EC規則2065/2003（後にEC627/2006に改訂）を制定の上、その評価と許可のための手順を定めた。 <p>[[50)EU, 2003; (51)EC, 2020c; (52)EFSA, 2021]</p> | 50 51 52 |
| | ②米国 | <ul style="list-style-type: none"> ・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 | <ul style="list-style-type: none"> ・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。 | |

<参考文献>

(注)参考文献の URL は、2023 年 3 月 1 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。

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) (2006a): Safety evaluation of certain contaminants in food. WHO Food Additives Series No. 55 (2006).
http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241660554_eng.pdf
2. 欧州委員会(EC) (2002): 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) (2006): 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) (2011a): 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. 国際がん研究機構(IARC) (2010): Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 92 (2010).
<https://publications.iarc.fr/110>
6. 米国環境保護庁(EPA) (2007): TEACH Chemical Summary, Benzo(a)pyrene (BaP) (2007).
https://archive.epa.gov/teach/web/pdf/bap_summary.pdf
7. 世界保健機関(WHO) (1982): 725. Benzo[a]pyrene (WHO Food Additives Series 28) (1982).
<https://incchem.org/documents/jecfa/jecmono/v28je18.htm>
8. 農林水産省(2012): 有害化学物質含有実態調査 結果データ集(平成 15-22 年).
https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/survei/pdf/chem_15-22.pdf
9. 農林水産省(2014): 有害化学物質含有実態調査 結果データ集(平成 23-24 年).
https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/survei/pdf/chem_23-24.pdf
10. 農林水産省(2016): 有害化学物質含有実態調査 結果データ集(平成 25-26 年).
https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/survei/pdf/chem_25-26.pdf
11. 農林水産省(2018): 有害化学物質含有実態調査 結果データ集(平成 27-28 年).
https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/survei/pdf/chem_27-28.pdf
12. 環境省(2006): 化学物質の環境リスク評価 第 5 巻 ベンゾ[a]ピレン.
<https://www.env.go.jp/chemi/report/h18-12/pdf/chpt1/1-2-2-22.pdf>
13. 国際がん研究機構(IARC) (2012): Agents Classified by the IARC Monographs (2012).
<https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>
14. 厚生労働省: 職場のあんぜんサイト
ベンズ[a]アントラセン:<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/56-55-3.html>
ベンゾ[a]ピレン:<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen/gmsds/50-32-8.html>

15. 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) (2006b) : WHO Technical Reports Series No. 930, EVALUATION OF CERTAIN FOOD CONTAMINANTS, Sixty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (2006).
http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_930_eng.pdf
16. S. J. Culp, D. W. Gaylor, W. G. Sheldon, L. S. Goldstein, and F. A. Beland, A comparison of the tumors induced by coal tar and benzo[a]pyrene in a 2-year bioassay, *Carcinogenesis*, 19(1), 117-124 (1998).
17. X. Liu and K. Korenaga, Dynamics Analysis for the Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Rice, *Journal of Health Science*, 47(5), 446-451 (2001).
18. 厚生労働省(2014) : 食品を介したダイオキシン類等有害物質摂取量の評価とその手法開発に関する研究－平成 25 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全確保推進研究事業－
https://mhlw-grants.niph.go.jp/system/files/download_pdf/2013/201327031A.pdf
19. 欧州食品安全機関(EFSA) (2008) : Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, *The EFSA Journal*, 724, 1-114 (2008).
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.724>
20. アイルランド食品安全庁(FSAI) (2006) : Investigation into levels of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in food on the Irish market (2006).
https://www.fsai.ie/uploadedFiles/PAH_levels.pdf
21. フランス競争・消費・不正抑止総局(DGCCRF) (2009) : 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>
22. B. Veyrand, V. Sirot, S. Durand, C. Pollono, P. Marchand, G. Dervilly-Pinel, A. Tard, J. C. Leblanc, and B. Le Bizec, Human dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: Results of the second French Total Diet Study, *Environmental International*, 54, 11-7 (2013).
23. N. Kazerouni, R. Sinha, C. Hsu, A. Greenberg, and N. Rothman, Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study, *Food and Chemical Toxicology*, 39(5), 423-436 (2001).
24. オーストラリア・ニュージーランド食品基準機関(FSANZ) (2010) : SURVEY OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAH) IN AUSTRALIAN FOODS, DIETARY EXPOSURE ASSESSMENT AND RISK CHARACTERISATION (2010).
<https://www.foodstandards.gov.au/science/surveillance/documents/PAH%20Survey%20for%20website.pdf>
25. 舘野つや子、影山百合子、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*、45(2)、35-41(2005).
https://tokyo-kasei.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=10767&file_id=22&file_no=1
26. 箭田浩士、中川博之、塚越芳樹、内藤成弘、五十部誠一郎、安井明美、永田忠博、亀山眞由美、飯塚誠一郎、渡井正俊、山田友紀子、食品中のフラン及び PAH 類の実態調査、*日本食品衛生学会学術講演会講演要旨集*、Vol. 92、51(2006).
https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/papers_posters/pdf/92th_eisei.pdf

27. 欧州食品安全機関(EFSA) (2010) :EFSA completes first safety assessments of smoke flavourings (2010 年 1 月 8 日)
<http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/cef100108.htm>
28. 「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).
<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=322AC0000000233>
29. 世界保健機関(WHO) (2017) : Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth edition incorporating the first addendum, WHO (2017).
<https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1080656/retrieve>
30. 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).
https://www.google.com/url?client=internal-element-cse&cx=018170620143701104933:qq82jsfbaw&q=http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/Monograph1/Additive-386.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwiyw_-i2bv6AhVHzYsBHc3GD04QFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw1UC-UuVRZwAIBGROPmzwpQ
31. 欧州委員会(EC) (2020a) : DIRECTIVES (EU) 2020/2184 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184&from=EN>
32. 欧州委員会(EC) (2011b) : COMMISSION REGULATION (EU) No 420/2011 of 29 April 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0420&from=EN>
33. 欧州委員会(EC) (2013) : COMMISSION REGULATION (EU) No 1272/2013 of 6 December 2013 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards polycyclic aromatic hydrocarbons.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1272&from=EN>
34. 欧州委員会(EC) (2015a) : COMMISSION REGULATION (EU) 2015/1125 of 10 July 2015 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in Katsuobushi (dried bonito) and certain smoked Baltic herring.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1125&from=EN>
35. 欧州委員会(EC) (2015b) : COMMISSION REGULATION (EU) 2015/1933 of 27 October 2015 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in cocoa fibre, banana chips, food supplements, dried herbs and dried spices.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1933&from=EN>
36. ドイツ連邦リスク評価研究所(BfR) (2016a) : Cooked on the inside, but not charred on the outside: BfR web film on the art of grilling.
https://www.bfr.bund.de/en/press_information/2016/24/cooked_on_the_inside_but_not_charred_on_the_outside_bfr_web_film_on_the_art_of_grilling-197831.html
37. ドイツ連邦リスク評価研究所(BfR)(2016b) : Selected questions and answers about barbecuing.

- <https://www.bfr.bund.de/cm/349/selected-questions-and-answers-about-barbecuing.pdf>
38. 欧州委員会 (EC) (2020b) : COMMISSION REGULATION (EU) 2020/1255 of 7 September 2020 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in traditionally smoked meat and smoked meat products and traditionally smoked fish and smoked fishery products and establishing a maximum level of PAHs in powders of food of plant origin used for the preparation of beverages.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R1255&from=EN>
39. 米国環境保護庁 (EPA) (1995) : National Primary Drinking Water Regulations Benzo(a)pyrene.
<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/9100PO34.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1995+Thru+1999&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C95thru99%5CTxt%5C00000029%5C9100PO34.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hprf&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL#>
40. カナダ保健省 (Health Canada) (2016) : Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, Guideline Technical Document Benzo[a]pyrene.
<https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-benzo-pyrene.html>
41. カナダ保健省 (Health Canada) (2020) : Health Canada's Maximum Levels for Chemical Contaminants in Foods.
<https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/food-safety/chemical-contaminants/maximum-levels-chemical-contaminants-foods.html>
42. 韓国 Ministry of Food and Drug Safety (MFDA) (2021) : 食品医薬品安全庁告示第 2021-54 号.
https://www.mfds.go.kr/eng/brd/m_15/view.do?seq=72437&srchFr=&srchTo=&srchWo
43. 中国国家衛生健康委員会 (2022) : 中国 GB (国家規格) GB 2762-2022 食品安全国家基準 食品中の汚染物質限量.
<http://www.foodcta.com/spbz/viewer97406.html>
44. 台湾衛生福利部 (2022) : 食品中の汚染物質及び衛生基準 附表 3. 食品中の汚染物質及び毒素衛生基準 (2022 年 5 月 31 日現在).
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawGetFile.ashx?FileId=0000316835&lan=C>
45. 農林水産省 (2017a) : 「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 (更新日 2017 年 3 月 31 日).
https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/attach/pdf/hazard_chem-38.pdf
46. 農林水産省 (2017b) : バーベキューを楽しむ皆様へ
<https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/foodpoisoning/bbq.html>
47. 農林水産省 (2020) : 多環芳香族炭化水素類 (PAH) に関する研究
https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/regulatory_science/shuryo_chem.html#pah
48. 鯉節安全委員会 (2020) : かつおぶし・削りぶしの製造における多環芳香族炭化水素類 (PAH) の低減ガイドライン-安全性の向上のために-(第 2 版)、鯉節安全委員会 ((一社) 日本鯉節協会・(一

- 社)全国削節工業協会)、監修:農林水産省(令和2年3月).
<http://www.kezuribushi.or.jp/kaiin/pdf/shiryousyuu/R0203-PAH.pdf>
49. コーデックス委員会(Codex)(2009):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.
https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-722-30%252Fal33_18e.pdf
50. 欧州連合(EU)(2003):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>
51. 欧州委員会(EC)(2020c):COMMISSION REGULATION (EU) 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.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R0627&from=EN>
52. 欧州食品安全機関(EFSA)(2021):Smoke flavourings (Last updated: 2021年2月).
<http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/smokeflavourings.htm>