

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：23803

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H05891

研究課題名(和文)ハロゲン化多環芳香族炭化水素類とその誘導体の網羅的同定とリスクスクリーニング

研究課題名(英文) Simultaneous determination and risk screening of chlorinated polycyclic aromatic hydrocarbons and their derivatives

研究代表者

三宅 祐一 (Miyake, Yuichi)

静岡県立大学・食品栄養科学部・助教

研究者番号：40425731

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,800,000円

研究成果の概要(和文)：ハロゲン化多環芳香族炭化水素類(ハロゲン化PAHs)は、環境残留性や有害性の観点から新規残留性有機汚染物質の候補となり得る化学物質群である。我々の研究の結果、廃棄物焼却施設がハロゲン化PAHsの主な発生源の一つであることと、これらのハロゲン化PAHsの生成機構を明らかにした。また、食品調理においても母核であるPAHsやハロゲン化PAHsが高濃度で生成することが分かり、主要生成物質やそれらの濃度に関する情報を取得した。さらに、曝露経路別の曝露量を推算した結果、調理後の食品を経口摂取するよりも、調理排ガスを吸入することによる吸入曝露量が多くなることが示され、吸入曝露のリスクが高い可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ハロゲン化PAHsやその他のPAHs誘導体のうち、従来モニタリングされていなかった物質や極めて情報が少なかった物質に関して、一般環境および発生源周辺にわたって測定事例を得られた。主要な発生源の情報が網羅的に得られ、ヒトへの主な曝露経路の推定とリスクレベルの評価できたことから、今後、ハロゲン化PAHs関連物質に関するリスクベース管理の促進への貢献が期待される。

研究成果の概要(英文)：Halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons are potential candidates of the persistent organic pollutants in terms of their dioxin-like toxicities and environmental persistence. Our results suggest that waste incineration could be a potential source of halogenated PAHs in Japan. We elucidated the mechanism of formation of halogenated PAHs during the combustion with a developed kinetic model describing the chlorination of PAHs. Chlorinated PAHs could be unintentionally generated during cooking of fish and meats, especially during gas-grilling (direct heating). We also found that exposure to PAHs and ClPAHs in cooking exhaust gas via inhalation could be a major route of exposure to these toxic compounds; therefore, the grilling of fish indoors may pose a health risk, especially to kitchen workers.

研究分野：環境分析化学

キーワード：ハロゲン化多環芳香族炭化水素類 残留性有機汚染物質 廃棄物焼却 曝露評価 発生源解析 リスク評価

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

多環芳香族炭化水素類 (PAHs) は、ダイオキシン類と同様に燃焼に伴い非意図的に発生し、一部が大気汚染防止法の優先取組物質に指定されるなど、発がん性や変異原性を示す物質が多く含まれている。また、ハロゲン化 PAHs は、従来の PAHs に塩素又は臭素が置換した新規の有害化学物質であり、その一部は PAHs と同等以上に発がん性を有し、PAHs にハロゲン原子が置換することで環境残留性が増すことが報告されていることから、新規残留性有機汚染物質 (POPs) の候補となり得る化学物質群である。研究代表者らは、大気環境及び焼却灰においてハロゲン化 PAHs はダイオキシン類と同等以上のリスク因子となり得ることを指摘している。しかし、現状では環境残留性や有害性が懸念される標準物質の不足、包括的な発生源調査および環境汚染モニタリングの欠如、ヒトへのリスクを評価するための基本情報が不足などの解決すべき課題が残されている。

2. 研究の目的

本研究では、不足していた高リスクが推定される標準物質の新規合成を行う。合成した標準物質を用い、種々の環境サンプル (大気や調理排ガスなど) に対応したハロゲン化 PAHs の分析法の開発、および *in vitro* 試験による毒性の評価を行う。大気中ハロゲン化 PAHs の発生源を推定するため、主な発生源と考えられている廃棄物焼却施設から排出されるハロゲン化 PAHs の大気中濃度に対する環境負荷解析を行う。また、理論的な検証を行うため、モデル焼却炉を作成し、廃棄物焼却施設におけるハロゲン化 PAHs の生成・排出機構解析を行い、加えて、排出量削減法の提案も行う。さらに、食品の加熱調理時、ハロゲン化 PAHs の生成条件を満たすことを考慮し、食品調理中に生成する PAHs やハロゲン化 PAHs を網羅的に調査する。

3. 研究の方法

(1) 標準物質の新規合成

研究代表者や研究協力者らの過去の研究により、ハロゲン置換数や環数が多いほど環境残留性や生物蓄積性が高い可能性を指摘しているため、4 塩素化体以上の高塩素化体 (Chlorinated pyrene、以下: Cl_nPyr 、 $n=1-6$) を優先的に合成した。また、環境中に多く存在する 1-ClPyr を例として、その代謝物の 1 つとして考えられている水酸化クロロピレン (OHCIPyr) の主な異性体である 3-chloropyren-1-ol (3-ClPyr-1-ol)、6-chloropyren-1-ol (6-ClPyr-1-ol)、8-chloropyren-1-ol (8-ClPyr-1-ol) の 3 種類についても合成した。合成方法は、N-クロロコハク酸イミド等を用いた比較的ソフトな塩素化方法を用いるが、高塩素化体が合成しにくい場合には、強い塩素化剤である次亜塩素酸や塩化スルフリル等を使用した。

(2) 大気環境汚染実態の把握と主要な汚染源の探索

年間通して採取した過去の大気試料と 40 ヶ所の廃棄物焼却施設排ガスの試料を活用して、ハロゲン化 PAHs の排出実態 (年間排出量) と汚染実態を調査した。得られたハロゲン化 PAHs 年間排出量結果と大気拡散モデルを用いることで、焼却施設由来のハロゲン化 PAHs の大気中濃度への寄与度を推定した。

(3) モデル焼却炉を用いた燃焼実験によるハロゲン化 PAHs の生成機構解析

既存の産業廃棄物焼却施設の焼却条件を参考に、温度、滞留時間、ガス雰囲気等を自由に制御できモデル焼却炉を用い、ポリ塩化ビニル (PVC) の燃焼実験によるハロゲン化 PAHs の反応速度解析を行った。

(4) 食品の加熱調理による排ガス中におけるハロゲン化 PAHs の生成実態調査

市販のサンマを購入し、魚焼きグリルを用いてガスコンロにより 11 分間焼いて、プリウレタンフォームと樹脂のカートリッジ (PUF/Amberlite XAD-2/PUF cartridge、Merck) を用いて、調理排ガスを捕集し ($n=3$)、排ガスサンプル中のハロゲン化 PAHs の濃度を調査した。

(5) ハロゲン化 PAHs とその水酸化物に関する有害性評価

酵母 two-hybrid アッセイ改良評価法によりヒト芳香族炭化水素受容体 (hAhR) 活性を評価した。試験方法として、各試料とも希釈濃度ごとの hAhR 活性と生存する細胞数は吸光度計を用いて求めた。ここでは、690 nm の光学濃度 (OD 値) を生存する細胞数とし、陽性対照物質として β -Naphthoflavone (BNF) を使用した。

4. 研究成果

(1) 標準物質の新規合成

標準物質のないハロゲン化 PAHs の精密質量数を算出し、GC-HRMS を用いて SIM モードにより廃棄物焼却施設の飛灰などの抽出物をスクリーニング分析した。検出されたピークの面積値に、塩素の天然同位体理論比を加味して解析した結果、3 塩素化ピレン (Cl_3Pyr) から 6 塩素化ピレン (Cl_6Pyr) が廃棄物焼却により生成されている可能性が示された。そのため、本研究では Cl_nPyr ($n=1-6$) を優先的に合成した。また、PAHs は生体内で代謝されることで、水酸化 PAHs などとなることが知られており、ハロゲン化 PAHs も同様に生体内で代謝され、水酸化物となる可能性がある。本研究では、環境中において高濃度で存在する 1-ClPyr に対して、生体による代謝物の候補である 3-ClPyr-1-ol、6-ClPyr-1-ol、8-ClPyr-1-ol を合成した。すべての新規合成した標準物質に対して、高速液体クロマトグラフで精製した上で、ガスクロマトグラフ-質量分析計 (GC-MS) および核磁気共鳴装置 (NMR) を用い、95%以上の純度を有することを確認した。

(2) 廃棄物焼却施設からの年間排出量

埼玉県内の 40 ヶ所の一般および産業廃棄物焼却施設を対象に、排ガス中のハロゲン化 PAHs 濃度を測定し、排ガス流量と運転条件を基に年間排出量を推算した¹。また、埼玉県内における 40 ヶ所の廃棄物焼却施設 (WI1-40) からのハロゲン化 PAHs の年間排出量の推算値を図 1 (上図) に示す。40 施設からのハロゲン化 PAHs 年間排出量の総量は 810 g year^{-1} であり、施設ごとの年間排出量の範囲は $0.0074 \text{ (WI 13)} - 240 \text{ g year}^{-1} \text{ (WI 35)}$ であった。施設ごとの年間排出量を比較すると、最大で 1 万倍以上の差が見られた。40 施設の内、2 ヶ所の施設 (WI35 と WI19) からの排出量は特に多く、その合計排出量は 390 g year^{-1} (40 施設の排出総量の 48%) であった。このことから、ハロゲン化 PAHs の排出総量は、少数の特定の廃棄物焼却施設からの排出量の影響が大きいことが示された。その高排出量の施設に対して、燃焼条件 (燃焼温度安定性) の改善および排ガス処理方法の改善 (活性炭の噴霧など) を優先的に行えば、大気へのハロゲン化 PAHs 排出量が効率的に削減できると考えられる²。

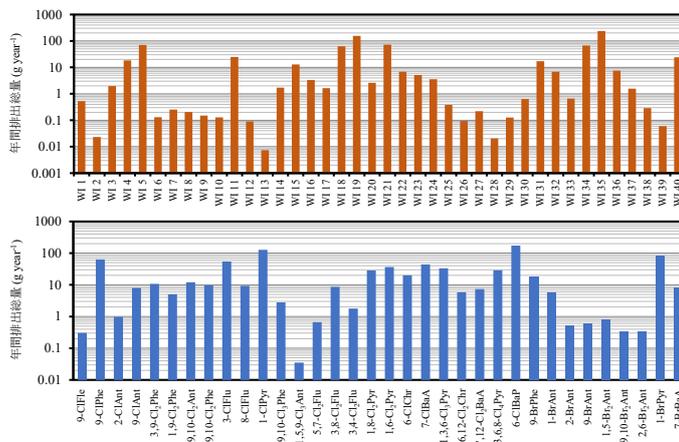


図 1. 廃棄物焼却施設からの XPAHs の年間排出量 (上図：施設ごと，下図：対象物質ごと)

廃棄物焼却施設からのハロゲン化 PAHs の物質ごとの年間排出総量を比較した結果を図 1 (下図) に示す。塩素化 PAHs (ClPAHs) の中では、6-chlorobenzo[a]pyrene (6-ClBaP, 170 g year^{-1})、1-chloropyrene (1-ClPyr, 130 g year^{-1})、9-ClPhe (63 g year^{-1})、3-chlorofluoranthene (3-ClFlu, 55 g year^{-1})、7-chlorobenz[a]anthracene (7-ClBaA, 44 g year^{-1}) の排出総量が多かった。臭素化 PAHs (BrPAHs) においては、1-bromopyrene (1-BrPyr) の排出総量が 81 g year^{-1} であり、BrPAHs 排出総量 (120 g year^{-1}) の 71% を占めた。ClPAHs と BrPAHs の年間排出総量の合計は、それぞれ 690 と 120 g year^{-1} であり、ClPAHs がより支配的なハロゲン化 PAHs であった。

(3) 大気中ハロゲン化 PAHs 濃度と毒性等価換算 (TEQ) 濃度

埼玉県内の大気中ハロゲン化 PAHs の年間平均濃度と 2,3,7,8-tetrachlorodibenzodioxin (TCDD) ベースに変換した毒性等価換算 (TEQ) 濃度を図 2 に示す。大気中ハロゲン化 PAHs の年間平均濃度は 0.020 (1,5,9-trichloroanthracene : 1,5,9-Cl₃Ant) $- 11 \text{ pg m}^{-3}$ (9-ClPhe) の範囲であった。濃度の高いハロゲン化 PAHs として、9-ClPhe (11 pg m^{-3})、1-ClPyr (5.5 pg m^{-3})、3-ClFlu (2.7 pg m^{-3})、6-ClBaP (1.7 pg m^{-3}) が挙げられた。これらのハロゲン化 PAHs は、本研究において示した廃棄物焼却施設からの年間排出量が多い主要物質と一致した。このことから、埼玉県内の大気中ハロゲン化 PAHs 濃度は、廃棄物焼却施設からのハロゲン化 PAHs 排出の寄与を受けていることが示唆された。

一方、大気中ハロゲン化 PAHs の TEQ 濃度は 0.000047 (6,12-dichlorochrysene : 6,12-Cl₂Chr) $- 0.012 \text{ pg-TEQ m}^{-3}$ (6-chlorochrysene : 6-ClChr) であった。3,8-dichlorofluoranthene (3,8-Cl₂Flu)、6-ClChr、7-ClBaA の大気中濃度は、例えば最も高い大気中濃度を示した 9-ClPhe と比較し、それぞれ約 0.56%、3.1%、3.3% という低い割合であったが、TEQ 濃度で比較すると、それぞれ約 110%、220%、91% となり、高い割合となった。これは、9-ClPhe の毒性等価換算係数が小さいことから、大気中濃度は高くとも TEQ 濃度は低くなり、逆に、3,8-Cl₂Flu、6-ClChr、7-ClBaA の大気中濃度は低くても、毒性等価換算係数が大きかったために、結果として TEQ 濃度が高くなったためである。そのため、大気中濃度が低くても、毒性等価換算係数が大きいハロゲン化 PAHs に関しては、注意を払う必要があると考えられる。

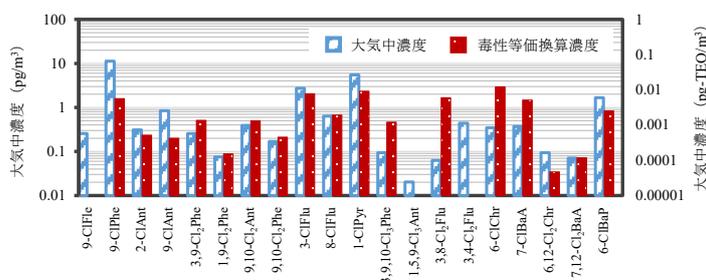


図 2. 大気中 XPAHs 濃度と毒性等価換算 (TEQ) 濃度

(4) 廃棄物焼却施設から排出されるハロゲン化 PAHs の大気中濃度への寄与度の推算

廃棄物焼却施設から排出されるハロゲン化 PAHs の大気中濃度への寄与度を推算するため、廃棄物焼却施設起源のハロゲン化 PAHs による大気中濃度を、産総研・曝露・リスク評価大気拡散

モデル (AIST-ADMER) により推算し、実測した大気中ハロゲン化 PAHs 濃度と比較した。

廃棄物焼却施設からの年間排出量が特に多かった 9-ClPhe、1-ClPyr、3-ClFlu、6-ClBaP に加え、大気中 TEQ 濃度への寄与度が高かった 3,8-Cl₂Flu、6-ClChr、7-ClBaA の計 7 種類のハロゲン化 PAHs を対象に、AIST-ADMER を用いて大気中濃度の推算を行った。推算範囲を埼玉県全域としたが、他の地域からの移流と他の発生源を考慮しないこととし、バックグラウンド濃度は 0 ng m⁻³ とした。推算値と実測値の比較を図 3 に示す。本研究で調査を行った廃棄物焼却施設の数は、埼玉県内に存在する全施設数の 1/6 程度であったことから、推算濃度を単純に 6 倍した値も併せて比較を行った。推算値は、実測濃度と比較して、0.39% (9-ClPhe) -6.5% (3、8-Cl₂Flu) であり、6 倍しても 2.1%-39% であった。このうち、3,8-Cl₂Flu と 6-ClBaP は、廃棄物焼却施設起源のハロゲン化 PAHs の大気中濃度への寄与率が比較的高くなった。一方、9-ClPhe では、廃棄物焼却施設起源のハロゲン化 PAHs の大気中濃度への寄与率が最も低くなり、廃棄物焼却施設の影響が小さいことが示され、別の主要発生源が存在することが示唆された。つまり、AIST-ADMER を用いた推算の結果、廃棄物焼却施設起源のハロゲン化 PAHs の大気中濃度への寄与は、高くても 40% 程度であり、ハロゲン化 PAHs ごとに寄与度が異なることが示された。

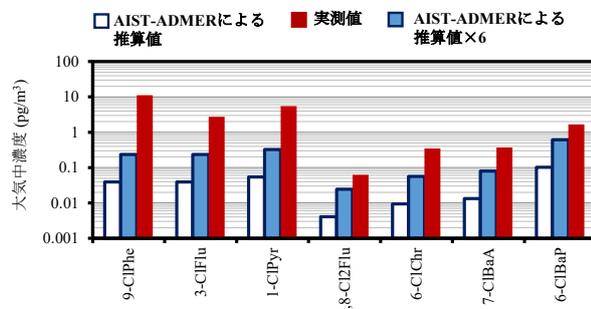
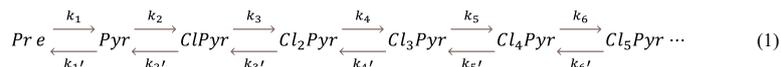


図 3. 大気中 XPAHs 濃度の実測値と推算値の比較

(5) モデル燃焼炉を用いた燃焼実験によるハロゲン化 PAHs の生成機構解析

既存の産業廃棄物焼却施設の焼却条件を参考に、温度、滞留時間、ガス雰囲気等を制御できるモデル燃焼炉を用い、塩素系樹脂 (PVC) 燃焼試料として、温度 (800、900、950°C) と滞留時間 (2、4、8 s) を変化させて燃焼実験を行った³。

既往研究において、廃棄物焼却炉の飛灰および焼却灰中から検出されたハロゲン化 PAHs 濃度と対応する母核の PAHs 濃度の間に正の相関関係が認められることや、塩素付随位置がフロンティア電子密度に依存していることが明らかになっている。これらのことから、ClPAHs の生成機構は、母核となる PAHs の塩素化反応が主であると考えられる。その仮説を実証するために、主要な生成物質である Cl_nPyr について、生成反応速度式と分解反応速度式を組み合わせた総括反応速度式を構築することとした。まず、反応速度式を構築するためには、反応経路を仮定する必要がある。上記で述べたように、一塩素化の ClPyr の生成機構は、母核となるピレンの塩素化反応が主であると考えられる。また、生成した一塩素化の ClPyr が分解または多塩素化体を生成することが推定できるため、式 (1) に示したような逐次反応が考えられる。ここで Pre はピレン前駆体、Pyr はピレン、Cl_nPyr は n 塩素化ピレン、k は反応速度定数を示す。



炉内気相中の Cl₂ ガスや HCl の濃度は、Pyr 濃度に対して過剰であると考えられるため、Pyr の塩素化は一次反応 (擬一次反応) と仮定できる。生成反応速度式と分解反応速度式を組み合わせた総括反応速度式は下記の微分方程式で表される。

$$\frac{d[Pre]}{dt} = -k_1[Pre] + k_1'[Pyr] \quad (2)$$

$$\frac{d[Pyr]}{dt} = k_1[Pre] - k_2[Pyr] - k_1'[Pyr] + k_2'[ClPyr] \quad (3)$$

$$\frac{d[ClPyr]}{dt} = k_2[Pyr] - k_3[ClPyr] - k_2'[ClPyr] + k_3'[Cl_2Pyr] \quad (4)$$

$$\frac{d[Cl_nPyr]}{dt} = k_{n+1}[Cl_{n-1}Pyr] - k_{n+2}[Cl_nPyr] - k_{n+1}'[Cl_nPyr] + k_{n+2}'[Cl_{n+1}Pyr] \quad (n=2-4) \quad (5)$$

$$\frac{d[Cl_5Pyr]}{dt} = k_6[Cl_4Pyr] - k_6'[Cl_5Pyr] \quad (n=5) \quad (6)$$

上記の微分方程式を差分法で解き、また、反応速度定数をフィッティングパラメータとして求めた。モデル燃焼炉を用いた燃焼実験の排ガスより、一塩素化、三塩素化、四塩素化体として、それぞれ 1-ClPyr、1,3,6-Cl₃Pyr、1,3,6,8-Cl₄Pyr が検出され、他の異性体は検出されなかった。一方、二塩化体のピレンは 3 本のピークが検出され、三種類の異性体 (1,3-Cl₂Pyr、1,6-Cl₂Pyr、1,8-Cl₂Pyr) が生成されていた。また、燃焼実験から得た母核となる Pyr や Cl_nPyr 濃度の実測値は、仮定した反応速度式から求めた計算値とよく一致していた。また、アレニウス式を用いてフィッティングで求めた反応速度定数の温度依存性を確認したところ、決定係数が 0.98 以上となり、非常に良い直線性を示していた。このように、実験値と計算値が一致し、反応速度定数の温度依存性が確認できたことから、仮定した反応式 (1) が主要な反応経路であることが考えられた。つまり、気相中で Pyr が逐次的に塩素化していく反応経路が主であることが示された。これらの

結果より、Cl_nPyr の生成機構は図 4 に示すような逐次塩素化反応であることが示された。この研究成果は、ハロゲン化 PAHs の生成抑制技術の開発に資するだけでなく、極微量の燃焼副生成物質の反応解析分野に大きな影響を与える成果である。これらの知見を活用することで、実施設の排ガス中ハロゲン化 PAHs の排出抑制するための排ガス処理方法を明らかにした。

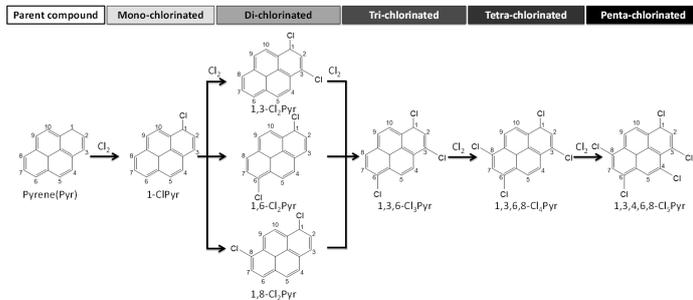


図 4. 塩素化ピレンの生成機構の概略図

(6) 食品の加熱調理による排ガス中におけるハロゲン化 PAHs の生成実態調査

調理排ガス中のハロゲン化 PAHs を分析した結果、調理排ガスに含まれる総ハロゲン化 PAHs 濃度は、大気中濃度の約 280 倍高濃度であり、廃棄物焼却施設からの排ガスと同レベルであることが分かってきた (図 5) 4。そのため、調理排ガスは大気中ハロゲン化 PAHs の発生源の一つとなり得ることが示唆されている。ハロゲン化 PAHs の組成に着目すると、調理排ガスは 9-ClPhe、3-ClFlu、1-ClPyr などの 3-4 環のハロゲン化 PAHs が主要であるのに対して、廃棄物焼却施設からの排ガスでは、7-ClBaA や 6-ClBaP のような 4-5 環のハロゲン化 PAHs が主要であった。これは、ハロゲン化 PAHs の生成機構の違いに由来するものだと考えられるため、生成機構を詳細に検討する必要があると考えられる。

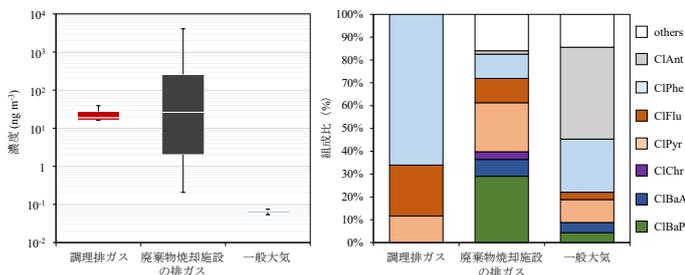


図 5. 調理排ガス，廃棄物焼却排ガス，一般大気中の XPAHs 濃度と組成比

(7) ハロゲン化 PAHs およびその潜在的な代謝物の有害性評価

本研究では、環境中に多く存在するハロゲン化 PAHs の主要異性体である 1-ClPyr に対して、その潜在的な代謝物である 3-ClPyr-1-ol、6-ClPyr-1-ol、8-ClPyr-1-ol の標準物質を合成し、Pyr、1-ClPyr、1-OHPyr、3-ClPyr-1-ol、6-ClPyr-1-ol、8-ClPyr-1-ol を対象物質として hAhR 活性を評価した。試験対象物質全てにおいて、活性が確認できた。3 つの異性体のうち、8-ClPyr-1-ol が最も EC50 が低く、hAhR は最も高い値を示した。また、1-OHPyr、6-ClPyr-1-ol および 8-ClPyr-1-ol は、高濃度側で細胞数の減少が確認できたため、細胞毒性が高いと示唆された (図 6)。1-ClPyr は水酸化されることにより、hAhR への作用能が増大することが確認された。また、1-OHPyr と OHClPyr の異性体 2 種は、細胞毒性をもつことが示唆された。ClPAHs は異性体の数が多いため、今後、*in silico* による毒性スクリーニング評価を検討し、ames 試験などの変異原性試験や Ethoxyresorufin-O-deethylase (EROD) 活性試験など、他の毒性試験も検討する。

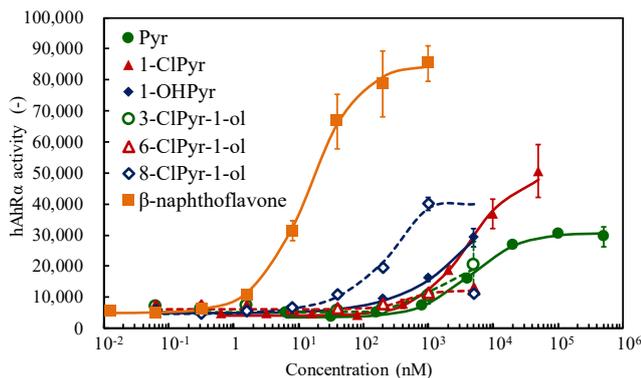


図 6. 試験対象物質の用量反応曲線

<引用文献>

1. 王 齊, 徳村 雅弘, 三宅 祐一ら, ハロゲン化多環芳香族炭化水素類 (XPAHs) の廃棄物焼却施設からの年間排出量と大気中濃度への寄与度の推定, *環境科学会誌*, 30(6) : 336-45. (2017)
2. Q. Wang, Y. Miyake, *et al.*, Effects of characteristics of waste incinerator on emission rate of halogenated polycyclic aromatic hydrocarbon into environments, *Science of the Total Environment*, 625:633-39. (2018)
3. Y. Miyake *et al.*, Mechanism of Formation of Chlorinated Pyrene during Combustion of Polyvinyl Chloride, *Environ. Sci. Technol.*, 51 (24): 14100-14106. (2017)
4. M. Masuda, Q. Wang, M. Tokumura, Y. Miyake, T. Amagai, Risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives produced during cooking and released in exhaust gas. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 197: 110592. (2020)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 15件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Sei Kento, Wang Qi, Tokumura Masahiro, Suzuki Shinji, Miyake Yuichi, Amagai Takashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Halogenated Derivatives in a Traditional Smoke-Dried Fish Product in Japan: Occurrence and Countermeasures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Food Science & Technology	6. 最初と最後の頁 960 ~ 966
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsfoodscitech.1c00085	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Sei Kento, Wang Qi, Tokumura Masahiro, Hossain Anwar, Raknuzzaman Mohammad, Miyake Yuichi, Amagai Takashi	4. 巻 196
2. 論文標題 Occurrence, potential source, and cancer risk of PM2.5-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and their halogenated derivatives in Shizuoka, Japan, and Dhaka, Bangladesh	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Research	6. 最初と最後の頁 110909 ~ 110909
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envres.2021.110909	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Sei Kento, Wang Qi, Tokumura Masahiro, Miyake Yuichi, Amagai Takashi	4. 巻 271
2. 論文標題 Accurate and ultrasensitive determination of 72 parent and halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons in a variety of environmental samples via gas chromatography/triple quadrupole mass spectrometry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 129535 ~ 129535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2021.129535	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 三宅祐一, 徳村雅弘	4. 巻 43
2. 論文標題 大気中ハロゲン化多環芳香族炭化水素類の生成機構および負荷解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 水環境学会誌	6. 最初と最後の頁 303-306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 MASUDA Misato, WANG Qi, TOKUMURA Masahiro, MIYAKE Yuichi, AMAGAI Takashi	4. 巻 36
2. 論文標題 Quantification of Brominated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Environmental Samples by Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry with Atmospheric Pressure Photoionization and Post-column Infusion of Dopant	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1105 ~ 1111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.20P025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Masuda Misato, Wang Qi, Tokumura Masahiro, Miyake Yuichi, Amagai Takashi	4. 巻 197
2. 論文標題 Risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives produced during cooking and released in exhaust gas	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecotoxicology and Environmental Safety	6. 最初と最後の頁 110592 ~ 110592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecoenv.2020.110592	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyake Yuichi, Tokumura Masahiro, Wang Qi, Amagai Takashi, Takegawa Yasuhiro, Yamagishi Yoko, Ogo Sayaka, Kume Kazunari, Kobayashi Takeshi, Takasu Shinji, Ogawa Kumiko, Kannan Kurunthachalam	4. 巻 5
2. 論文標題 Identification of Novel Phosphorus-Based Flame Retardants in Curtains Purchased in Japan Using Orbitrap Mass Spectrometry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental Science & Technology Letters	6. 最初と最後の頁 448 ~ 455
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.estlett.8b00263	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Masuda Misato, Wang Qi, Tokumura Masahiro, Miyake Yuichi, Amagai Takashi	4. 巻 178
2. 論文標題 Simultaneous determination of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives in grilled foods	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ecotoxicology and Environmental Safety	6. 最初と最後の頁 188 ~ 194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecoenv.2019.04.046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tokumura Masahiro, Seo Makiko, Wang Qi, Miyake Yuichi, Amagai Takashi, Makino Masakazu	4. 巻 226
2. 論文標題 Dermal exposure to plasticizers in nail polishes: An alternative major exposure pathway of phosphorus-based compounds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 316 ~ 320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.03.108	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tokumura Masahiro, Ogo Sayaka, Kume Kazunari, Muramatsu Kosuke, Wang Qi, Miyake Yuichi, Amagai Takashi, Makino Masakazu	4. 巻 169
2. 論文標題 Comparison of rates of direct and indirect migration of phosphorus flame retardants from flame-retardant-treated polyester curtains to indoor dust	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ecotoxicology and Environmental Safety	6. 最初と最後の頁 464 ~ 469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecoenv.2018.11.052	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyake Yuichi, Tokumura Masahiro, Wang Qi, Amagai Takashi, Horii Yuichi, Kannan Kurunthachalam	4. 巻 51
2. 論文標題 Mechanism of Formation of Chlorinated Pyrene during Combustion of Polyvinyl Chloride	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Environmental Science & Technology	6. 最初と最後の頁 14100 ~ 14106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.est.7b04854	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Wang Qi, Miyake Yuichi, Tokumura Masahiro, Amagai Takashi, Horii Yuichi, Nojiri Kiyoshi, Ohtsuka Nobutoshi	4. 巻 625
2. 論文標題 Effects of characteristics of waste incinerator on emission rate of halogenated polycyclic aromatic hydrocarbon into environments	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 633 ~ 639
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2017.12.323	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyake Yuichi, Tokumura Masahiro, Wang Qi, Amagai Takashi, Horii Yuichi	4. 巻 61
2. 論文標題 Rate of hexabromocyclododecane decomposition and production of brominated polycyclic aromatic hydrocarbons during combustion in a pilot-scale incinerator	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Sciences	6. 最初と最後の頁 91 ~ 96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jes.2017.07.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 王 育、徳村 雅弘、三宅 祐一、雨谷 敬史、堀井 勇一、蓑毛 康太郎、野尻 喜好、大塚 宜寿	4. 巻 30
2. 論文標題 ハロゲン化多環芳香族炭化水素類 (XPAHs) の廃棄物焼却施設からの年間排出量と大気中濃度への寄与度の推定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 環境科学会誌	6. 最初と最後の頁 336 ~ 345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11353/sesj.30.336	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Tokumura Masahiro, Miyake Yuichi, Wang Qi, Nakayama Hayato, Amagai Takashi, Ogo Sayaka, Kume Kazunari, Kobayashi Takeshi, Takasu Shinji, Ogawa Kumiko	4. 巻 53
2. 論文標題 Methods for the analysis of organophosphorus flame retardants-Comparison of GC-EI-MS, GC-NCI-MS, LC-ESI-MS/MS, and LC-APCI-MS/MS	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Science and Health, Part A	6. 最初と最後の頁 475 ~ 481
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10934529.2017.1410419	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyake Yuichi, Tokumura Masahiro, Nakayama Hayato, Wang Qi, Amagai Takashi, Ogo Sayaka, Kume Kazunari, Kobayashi Takeshi, Takasu Shinji, Ogawa Kumiko, Kannan Kurunthachalam	4. 巻 601-602
2. 論文標題 Simultaneous determination of brominated and phosphate flame retardants in flame-retarded polyester curtains by a novel extraction method	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 1333 ~ 1339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2017.05.249	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 三宅祐一、堀井勇一	4. 巻 61
2. 論文標題 廃棄物焼却により生成される新規有害化学物質の排出実態と排出削減方法	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 生活と環境	6. 最初と最後の頁 68-72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計50件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 ハウスダスト中の多環芳香族炭化水素類とそのハロゲン誘導体の発生源推定及び発がんリスク評価
3. 学会等名 2020年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 多田 智彦, 清 健人, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 シリコンリストバンドを用いた多環芳香族炭化水素類及びそのハロゲン化誘導体のパッシブサンプリング法の初期検討
3. 学会等名 2020年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 多田 智彦, 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和
2. 発表標題 塩素化多環芳香族炭化水素代謝物の芳香族炭化水素受容体に関する多段階活性評価
3. 学会等名 環境科学会2020年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, Anwar Hossain, Mohammad Raknuzzaman
2. 発表標題 日本及びバングラデシュにおける多環芳香族炭化水素類とそのハロゲン誘導体の発生源推定及び発がんリスク評価
3. 学会等名 環境科学会2020年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 GC-MS/MSを用いた72種の多環芳香族炭化水素類及びそのハロゲン誘導体に対する正確かつ高感度な分析法の開発
3. 学会等名 環境化学オンライン研究発表会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Miasato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai
2. 発表標題 Accumulation Profiles of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Tokyo Bay, Japan
3. 学会等名 The Water and Environment Technology Conference 2019 (WET 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Miasato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai
2. 発表標題 Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and their Chlorinated Derivatives Unintentionally Produced During Cooking via Exhaust Gas
3. 学会等名 the International Society of Exposure Science (ISES) and the International Society of Indoor Air Quality and Climate (ISIAQ) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	TomohikoTada, Asuka Amano, Kento Sei, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino
2. 発表標題	Synthesis and hAhR Activity Assay of Metabolites of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
3. 学会等名	39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Kento Sei, Qi Wang, Misato Masuda, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai
2. 発表標題	Development of a Comprehensive Analytical Method for Regulated Polucyclic Aromatic Hydrocarbons
3. 学会等名	39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Yuichi Horii
2. 発表標題	Accumulation Profiles of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Tokyo Bay in Japan
3. 学会等名	39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Kento Sei, Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Tsuyoshi Takagi, Sinji Suzuki, Kazutoshi Okamoto, Takashi Amagai
2. 発表標題	A reduction method of PAH concentration in dried bonito
3. 学会等名	The 24th Shizuoka Forum on Health and Longevity (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 堀井 勇一
2. 発表標題 東京湾における塩素化多環芳香族炭化水素類の汚染実態調査と生物蓄積性の評価
3. 学会等名 第54回日本水環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 多田 智彦, 天野 あすか, 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和, 保田 倫子
2. 発表標題 水道水中に検出される塩素化多環芳香族炭化水素類 (CIPAHs) の 生体内代謝を考慮した核内受容体活性評価と転写挙動予測
3. 学会等名 第54回日本水環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 調理により生成する多環芳香族炭化水素類のリスク評価と削減策の検討
3. 学会等名 2019年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清 健人, 久米 一成, 王 斉, 甲斐 葉子, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 ハウスダスト中の多環芳香族炭化水素類及びそのハロゲン誘導体の網羅的実態調査
3. 学会等名 2019年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 多田 智彦, 天野 あすか, 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和
2. 発表標題 塩素化多環芳香族炭化水素類の代謝を考慮した有害性評価
3. 学会等名 環境科学会2019年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清 健人, 王 斉, 増田 美里, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 高木 毅, 鈴木 進二, 岡本 一利
2. 発表標題 かつお節中の多環芳香族炭化水素 (PAH) 濃度低減に向けた製造法の提案
3. 学会等名 環境科学会2019年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 食品の加熱調理による多環芳香族炭化水素とその塩素化体の生成と曝露評価
3. 学会等名 環境科学会2019年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清 健人, 王 斉, 増田 美里, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 規制対象の多環芳香族炭化水素類 (PAHs) に対応した網羅的分析法の開発
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 多田 智彦, 天野 あすか, 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和
2. 発表標題 塩素化多環芳香族炭化水素類の代謝生成物の新規合成とhAhR 活性評価
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 王 斉, 増田 美里, 天野 あすか, 清 健人, 多田 智彦, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 魚試料中のPAHsおよびハロゲン化PAHsのヒドロキシ誘導体の分析方法に関する検討
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 LC-APPI-MS/MSを用いた環境サンプル中臭素化多環芳香族炭化水素の分析法の検討
3. 学会等名 第28回環境化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 底質・魚介類中のハロゲン化多環芳香族炭化水素の汚染実態調査
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三宅祐一
2. 発表標題 Halogenated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil and River Sediment from E-waste Recycling Sites in Vietnam
3. 学会等名 日本水環境学会総会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Miyake Y.
2. 発表標題 Determination and Identification of Novel Brominated and Phosphorus Flame Retardants in Flame-Retarded Curtains
3. 学会等名 2nd Chemical Hazard Symposium（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Qi Wang, Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Takashi Amagai, Yuichi Horii, Kiyoshi Nojiri, Nobutoshi Ohtsuka
2. 発表標題 Emission and mass balance of halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons from waste incinerator
3. 学会等名 The 13th Japan-China International Symposium on Health Sciences（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kento Sei, Qi Wang, Misato Masuda, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai
2. 発表標題 An Analytical Method for Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Particles by Thermal Desorption-GC/MS
3. 学会等名 the 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (POPs) & 10th International PCB Workshop (Dioxin 2018)（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai
2. 発表標題 Unintentional Generation of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons during Cooking
3. 学会等名 The 38th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (POPs) & 10th International PCB Workshop (Dioxin 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai
2. 発表標題 Environmental impact of halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons emitted from E-waste recycling activities in Vietnam
3. 学会等名 The 12th Asia Impact Assessment Conference (AIC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai
2. 発表標題 Determination of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments
3. 学会等名 The Water and Environment Technology Conference 2018 (WET 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田 美里, 王 齊, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 調理により生成する多環芳香族炭化水素とその塩素化体の経路別曝露量の比較
3. 学会等名 環境科学会 2018年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清 健人, 王 斉, 増田 美里, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 塩素化多環芳香族炭化水素類 (CIPAHs) 個人曝露評価のための高感度分析法の開発
3. 学会等名 環境科学会 2018年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清 健人, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 加熱脱着-GC/MSを用いた粒子状塩素化多環芳香族炭化水素類 (CIPAHs) 分析法の開発
3. 学会等名 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 底質および魚介類中の塩素化ピレンとそのヒドロキシ誘導体の分析法の開発
3. 学会等名 第27回環境化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai
2. 発表標題 Generation of polycyclic aromatic hydrocarbons and their derivatives during cooking
3. 学会等名 The 4th International Conference on Pharma and Food (ICPF2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai
2. 発表標題 Risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives produced by cooking
3. 学会等名 The 23rd Shizuoka Forum on Health and Longevity (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田 美里, 王 齊, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 加熱調理により生成した多環芳香族炭化水素とその塩素化体の曝露経路別リスク評価
3. 学会等名 平成30年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清 健人, 王 齊, 増田 美里, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 加熱脱着法を用いた塩素化多環芳香族炭化水素類 (C1PAHs) の室内濃度の実態調査
3. 学会等名 平成30年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 天野 あすか, 五老 祐大, 徳村 雅弘, 王 齊, 内藤 博敬, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和
2. 発表標題 新規環境汚染物質である塩素化多環芳香族炭化水素類の包括的かつ統合的環境影響評価
3. 学会等名 環境科学会 2018年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masuda M., Wang Q., Tokumura M., Miyake Y., Amagai T.
2. 発表標題 An Analytical Method for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and their Derivatives in Fish Oil Derived from Grilled Fish
3. 学会等名 37th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (Dioxin2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 王 斉, 三宅 祐一, 徳村 雅弘, 雨谷 敬史, 堀井 勇一
2. 発表標題 実験炉を用いたヘキサブロモシクロドデカンの燃焼に伴う非意図的な臭素化多環芳香族炭化水素類の生成
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木 進二, 倉石 祐, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 くん煙材の発煙温度と発煙量および多環芳香族炭化水素(PAHs)の生成量
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 魚油を含む食品中の多環芳香族炭化水素とその誘導体の分析法の検討
3. 学会等名 第26回環境化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 増田美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 食品中の多環芳香族炭化水素およびその誘導体の分析
3. 学会等名 環境科学会2017年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 増田 美里, 王 斉, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 調理中に発生する多環芳香族炭化水素およびその誘導体の検討
3. 学会等名 平成29年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 相内 博, 徳村 雅弘, 五老 祐大, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和
2. 発表標題 塩素化多環芳香族炭化水素類 (CIPAHs) とその誘導体の生体毒性評価
3. 学会等名 第52回日本水環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増田 美里, 相内 博, 徳村 雅弘, 五老 祐大, 王 斉, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和
2. 発表標題 水生生物中のハロゲン化多環芳香族炭化水素及びその誘導体の分析法の開発
3. 学会等名 第52回日本水環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Miyake Y., Wang Q., Amagai T., Suzuki G., Matsukami H., Tue N.M., Takahashi S., Tanabe S., Tuyen L.H., Viet P.H., Takigami H.
2. 発表標題 Concentration profiles of halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons in soil and river sediment from recycling sites in Vietnam
3. 学会等名 36th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (Dioxin2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Wang Q., Miyake Y., Tokumura M., Amagai T., Horii Y., Minomo K., Ohtsuka N.
2. 発表標題 Concentrations of Halogenated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Atmosphere in Japan
3. 学会等名 The 9th International PCB Workshop (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Miyake Y.
2. 発表標題 Halogenated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil and River Sediment from E-waste Recycling Sites in Vietnam
3. 学会等名 Special Seminar on Environmental Sciences in University of Dhaka (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
バングラデシュ	University of Dhaka			
米国	State University of New York at Albany			