

令和 2 年 5 月 25 日現在

機関番号：23803

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K18208

研究課題名（和文）高リスクハロゲン化多環芳香族炭化水素類の新規合成法と生物蓄積性に関する研究

研究課題名（英文）Development of a synthetic method and investigation of bioaccumulation for halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons

研究代表者

王 齊 (Wang, Qi)

静岡県立大学・食品栄養科学部・特任助教

研究者番号：60811685

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究にて新規合成した標準物質を含める計26種類のハロゲン化多環芳香族炭化水素類（XPAHs）を調査対象物質とし、東京湾の底質および魚類のXPAHs汚染実態を明らかにした。また、XPAHsの生物相-底質蓄積係数（Biota Sediment Accumulation Factors: BSAF）を算出し、生物蓄積性の評価を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究にて新規合成した標準物質を活用することで、ハロゲン化多環芳香族炭化水素類（XPAHs）の汚染実態や環境挙動、毒性などに関して、今後、より高度な研究を推進することが可能となる。また、本研究の結果より、今まで明らかにされていなかったXPAHsの生物蓄積性に関する情報を補填し、一定の知見を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：We synthesized the analytical standards of halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons (XPAHs) including tri-Chloropyrene and tetra-Chloropyrene, which are environmental pollutants with high potential risk. The concentrations of 26 XPAHs in sediment and fish samples collected from Tokyo bay were measured. To investigate the bioaccumulation potential of XPAHs, the biota-sediment accumulation factors (BSAFs) were calculated by the XPAH concentrations in fish (lipid weight) and sediment (organic carbon weight) samples.

研究分野：環境影響評価

キーワード：ハロゲン化多環芳香族炭化水素類（XPAHs） 標準物質 XPAHsの分析方法 生物蓄積性 環境残留性

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、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ハロゲン化多環芳香族炭化水素類 (XPAHs) は新規環境汚染物質であり、母核の PAHs より有害性や残留性が増大する場合があることが報告されている。新規有害化学物質についての研究に着手する際に大きな課題となるので、標準物質の入手である。XPAHs の理論的な異性体の数は極めて多いため、優先的に合成すべき XPAHs の標準物質を選定することが必要である。また、環境汚染物質の生物濃縮性の検討は重要な研究課題であるが、生体試料中の XPAHs に関する研究が少なく、XPAHs の生物濃縮性は明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究では、XPAHs の定性・定量分析方法を開発し、環境試料のスクリーニング分析により、環境中で高リスク因子となり得る異性体の候補物質を選定・合成する。また、XPAHs の生物濃縮性を評価することを目的として、東京湾の底質および魚類中の XPAHs の汚染実態調査を行う。

3. 研究の方法

(1) 優先取組標準物質の選定と合成

選定については、既往研究の成果を踏まえ、環境中に存在している可能性がある XPAHs の精密質量数を算出し、高分解能のガスクロマトグラフ - 質量分析計 (GC-HRMS) を用いて、選択イオンモニタリング (selected ion monitoring: SIM) モードにより、海洋底質抽出物をスクリーニング分析した。検出された未知物質のピークの面積値に、塩素の天然同位体理論比を加味して解析することにより、優先的に合成する物質を選定した。

合成方法は、母核の PAHs と塩素化剤である *N*-クロロコハク酸を炭酸プロピレンに溶解し、100°C で反応させ、XPAHs を合成した。生成物は分取用の高速液体クロマトグラフ (HPLC) で分画し、GC-MS (スキャンモード) および核磁気共鳴装置 (NMR) を用いて同定し、純度を確認した。

(2) 底質と魚類の XPAHs 汚染実態調査および XPAHs の生物蓄積性評価

東京湾の底質 ($n=10$) と魚類 (スズキ、マコガレイ、マアナゴ) に対して、26 種類の XPAHs と 12 種類の PAHs の汚染実態調査を行った。凍結乾燥した底質と無水硫酸ナトリウムでホモジナイズした魚類試料を、ジクロロメタンで 16 時間のソックスレー抽出を行った。濃縮した底質抽出物は、シリカゲルカラムと活性炭カラムで精製し、魚類抽出物は、2% の KOH を含有したシリカゲルカラムと活性炭カラムで精製した。分析は GC-HRMS で行った。

また、XPAHs は疎水性化学物質であるため、魚類脂質中濃度と底質有機炭素中濃度の間に平衡関係が成り立つことが考えられる。そこで、実測した魚類と底質中の XPAHs 濃度を用い、XPAHs の生物相 - 底質蓄積係数 (Biota Sediment Accumulation Factors: BSAF) を算出し、XPAHs の生物蓄積性評価を行った。BSAF は以下の式により算出された。

$$BSAF_i = \frac{C_{i-fish}}{C_{i-sediment}} \quad \text{式 1)}$$

C_{i-fish} : 魚類脂質中の化学物質濃度 (ng g⁻¹-lipid)

$C_{i-sediment}$: 底質有機炭素中の化学物質濃度 (ng g⁻¹-oc)

4. 研究成果

(1) 標準物質の新規合成

標準物質のない XPAHs の異性体の精密質量数を算出し、HRGC-HRMS を用いて SIM モードにより海洋底質抽出物をスクリーニング分析した。検出されたピーク的面積値に、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 (Cl₃Pyr) と 4 塩素化ピレン (Cl₄Pyr) が底質に存在する可能性が示された。そのため、本研究では Cl₃Pyr と Cl₄Pyr を優先的に合成した。

(2) 東京湾底質における XPAHs の汚染実態調査

東京湾表層底質中の XPAHs 総濃度は 2.6 - 4.3 ng g⁻¹ であり、既往研究により報告された東京湾のポリ塩化ジベンゾパラジオキシン (PCDDs) / ポリ塩化ジベンゾフラン (PCDFs) 濃度 (3.2-20 ng g⁻¹)¹⁾ と同程度であった。底質中の XPAHs 平均濃度の組成比を図 1 に示す。塩素化 Pyrene (Cl_{*n*}Pyr, $n=1-4$) の合計濃度は 1.8 ng g⁻¹ であり、XPAHs の総濃度 (3.3 ng g⁻¹) の 55% を占めた。Cl_{*n*}Pyr の異性体ごとの濃度は、Cl₄Pyr (0.90 ng g⁻¹) > Cl₃Pyr (0.60 ng g⁻¹) > Cl₁Pyr (0.21 ng g⁻¹) > Cl₂Pyr (0.11 ng g⁻¹) であった。既往研究により、廃棄物焼却施設の排ガス²⁾、大気³⁾、土壌⁴⁾、食品⁵⁾ 試料において、1-Cl₁Pyr が XPAHs の主要異性体の一つとして知られている。本研究では、一般環境である海洋底質において、高塩素化体 (Cl₃Pyr と Cl₄Pyr) の Cl_{*n*}Pyr が高濃度で存在していることを明らかにした。Cl_{*n*}Pyr の他、6-Chlorobenzo[*a*]pyrene (6-ClBaP, 0.59 ng g⁻¹)、2-Chloroanthracene (2-ClAnt, 0.39 ng g⁻¹)、9-Chlorophenanthrene (9-ClPhe, 0.11 ng g⁻¹) と 3-Chlorofluoranthene (3-ClFlu, 0.091 ng g⁻¹) 等も比較的高い組成比で検出された。

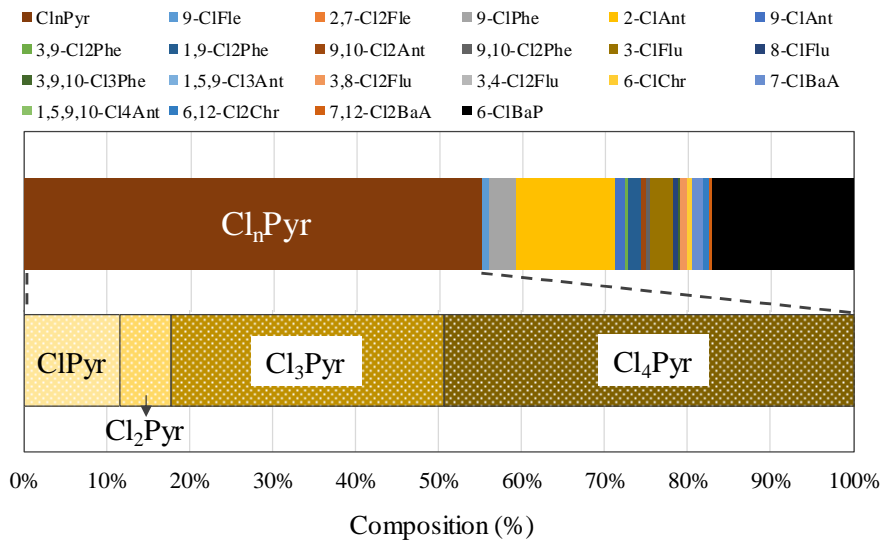


図 1. 東京湾底質中 XPAHs の組成

(3) 東京湾の魚類から検出された XPAHs の濃度

本研究において東京湾の魚類から検出された XPAHs の濃度は $0.0072 - 0.041 \text{ ng g}^{-1}$ であり、同試料中の PAHs ($0.15 - 4.8 \text{ ng g}^{-1}$) と比較して 2 - 3 桁低かった (図 2) が、既報の東京湾の魚類中の PCDD/PCDF ($0.0020 - 0.016 \text{ ng g}^{-1}$) の濃度と同程度であった¹⁾。底質中において Cl₃Pyr や Cl₄Pyr 等の異性体が高濃度で検出されたことに関わらず、魚類ではこれらの異性体は検出されなかった。一方、底質において高組成比で検出された 9-ClPhe、9-ClAnt、2-ClAnt、1-ClPyr と 3-ClFlu は、魚類においても主要な異性体として検出された。また、魚種により、検出された XPAHs の異性体の種類と濃度が異なった。

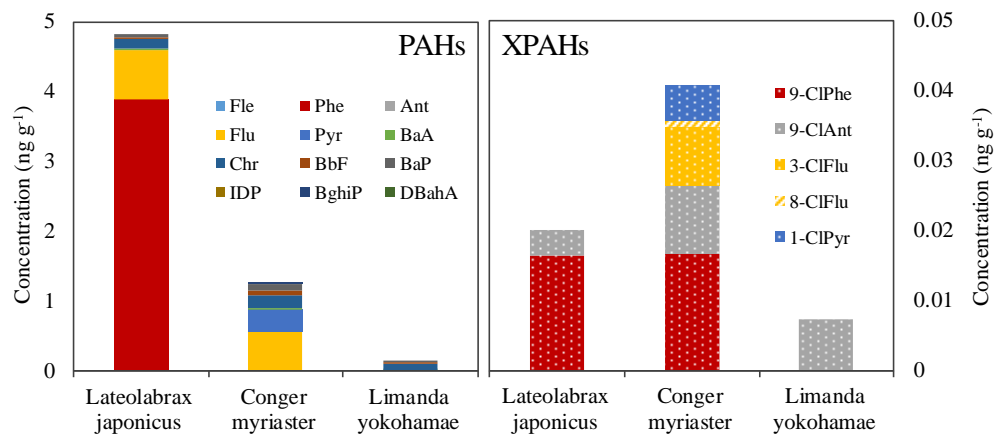


図 2 . 東京湾の魚類から検出された XPAHs と PAHs の濃度

(4) XPAHs の生物蓄積性評価

本研究にて実測した東京湾底質および魚類中の PAHs と XPAHs の濃度を、それぞれ有機炭素重量ベース濃度 (底質) と脂質重量ベース濃度 (魚類) に換算し、BSAF を算出した。その結果、ClPhe、ClAnt、ClFlu と ClPyr は、母核の Phe、Ant、Flu と Pyr と比べて、BSAF の値がそれぞれ約 4-2000 倍、30-90 倍、3-2000 倍、8-1000 倍有意に高くなり ($p < 0.05$)、これらの XPAHs は母核と比較して魚類に蓄積しやすいことが明らかとなった (ClPhe : $0.026 - 0.065$ 、ClAnt : $0.0017 - 0.017$ 、ClFlu : $0.0021 - 0.011$ 、ClPyr : $0.0018 - 0.0029$)。また、スズキ (Lateolabrax japonicas; Sea bass) から求めた各測定対象物質の BSAF を用いて、既報の PCDD/PCDFs¹⁾ とコプラナーポリ塩化ビフェニル (Co-PCBs)¹⁾ の BSAF と比較した結果 (図 3)、XPAHs の BSAF は Co-PCBs と PCDFs より有意に低かった ($p < 0.05$) が、PCDD/PCDFs との有義差は見られなかった。

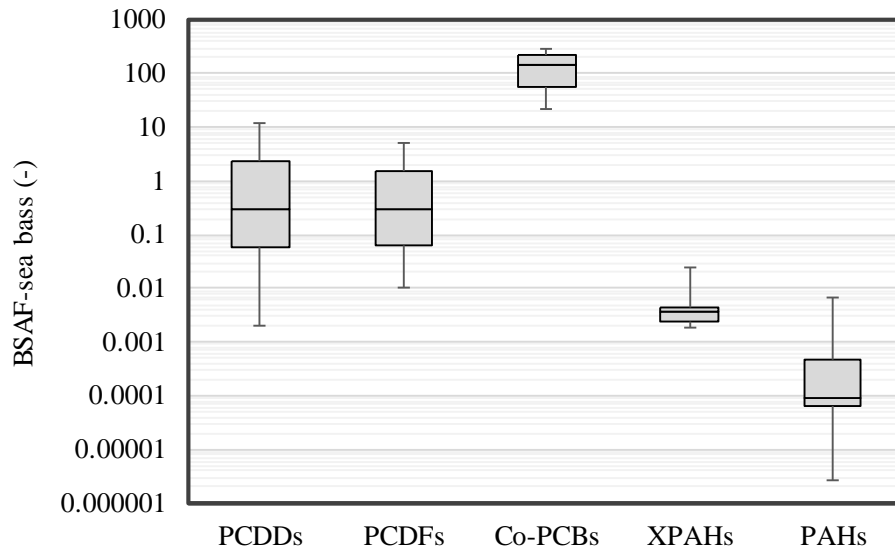


図 3 . PAHs、PCDD/Fs、Co-PCBs と XPAHs の BSAF の比較

(5) まとめと今後の展望

本研究では、Cl₃Pyr と Cl₄Pyr 等の標準物質を新規合成し、東京湾の底質中に含まれている XPAHs のうち、これらの物質が高い組成比で存在していることを確認した。環境中における XPAHs の主要な異性体である 1-ClPyr と比較すると、底質中の Cl₃Pyr と Cl₄Pyr は、1-ClPyr より数倍濃度が高かった。ハロゲン化有機汚染物質は、ハロゲン化により残留性が増大するケースが多いため、今後の研究として、高塩素化体の XPAHs の環境中での挙動や蓄積実態を検討する必要がある。

また、底質において Cl_nPyr (n=1 - 4)、6-ClBaP、9-ClPhe、9-ClAnt、2-ClAnt および 3-ClFlu が高濃度で検出されたが、これらのうち、魚類から 9-ClPhe、9-ClAnt、2-ClAnt、1-ClPyr および 3-ClFlu が主要な異性体として検出され、Cl₂Pyr、Cl₃Pyr、Cl₄Pyr および 6-ClBaP は検出されなかった。しかし、魚種により検出された XPAHs の異性体の種類や濃度が異なったため、今後、魚種を増やしてより詳細な調査を行う必要がある。一方、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、ClPAHs の構造と類似している PCBs も、生物代謝により一部が水酸化 PCBs となることが報告されている。ClPAHs も同様に生体内で代謝され、水酸化 ClPAHs となる可能性があり、また、異性体により生体内における代謝能力が異なることが考えられる。したがって、今後の研究では、XPAHs の環境リスクを評価するためには、その代謝物も含めて調査する必要があると考えられる。その先行研究として、本研究では、環境中において高濃度で存在する 9-ClPhe に対して、生体による代謝物の候補である 9-ClPhe-10-ol を合成し、HPLC-MSMS を用いて魚類中の 9-ClPhe-10-ol 分析方法の開発も行った。

< 引用文献 >

- 1) T. Sakurai, J. G. Kim, N. Suzuki, T. Matsuo, D. Q. Li, Y. Yao, S. Masunaga, J. Nakanishi: Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in sediment, soil, fish, shellfish and crab samples from Tokyo Bay area, Japan, *Chemosphere*, 40(6):627-40. (2000)
- 2) Q. Wang, Y. Miyake, M. Tokumura, T. Amagai, Y. Horii, K. Nojiri, N. Ohtsuka: 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) 王 斉, 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: 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)
- 4) Q. Wang, Y. Miyake, T. Amagai, G. Suzuki, G. Matsukami, N. M. Tue, S. Takahashi, S. Tanabe, L. H. Tuyen, P. H. Viet, H. Takigami: Halogenated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil and River Sediment from E-waste Recycling Sites in Vietnam, *Journal of Water and Environment Technology*, 14(3): 166-76. (2016)
- 5) M. Masuda, Q. Wang, M. Tokumura, Y. Miyake, T. Amagai: Simultaneous determination of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives in grilled foods, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 178, 188-194. (2019)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai	4. 巻 -
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 (LC-DA-APPI-MS/MS)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/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 Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai	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
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/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 -

1. 著者名 Misato Masuda, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai	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） https://doi.org/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 -

〔学会発表〕 計37件（うち招待講演 1件／うち国際学会 14件）

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 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 (AIC2018) (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 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 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 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 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 Determination of Chlorinated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments
3. 学会等名 The Water and Environment Technology Conference 2018 (国際学会)
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 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 王 齊, 徳村雅弘, 三宅祐一, 雨谷敬史, 福島靖弘, 鈴木義浩, 榎本孝紀
2. 発表標題 活性炭・シリカゲルチューブを用いた作業環境における揮発性有機化合物の回収率に関する検討
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 増田 美里, 王 齊, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 食品や調理排気中に存在する多環芳香族炭化水素誘導体のリスク評価
3. 学会等名 富士山麓A&Sフェア2018
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 発がん物質生成に対する室内暖房の寄与
3. 学会等名 富士山麓A&Sフェア2018
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 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 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 天野 あすか, 五老 祐大, 徳村 雅弘, 王 斉, 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 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 K. Sei, M. Masuda, Q. Wang, M. Tokumura, Y. Miyake, T. Takagi, S. Suzuki, K. Okamoto, T. 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 M. Masuda, Q. Wang, M. Tokumura, Y. Miyake, T. Amagai, Y. 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 K. Sei, Q. Wang, M. Masuda, M. Tokumura, Y. Miyake, T. Amagai
2 . 発表標題 Development of a Comprehensive Analytical Method for Regulated 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 T. Tada, A. Amano, K. Sei, Q. Wang, M. Tokumura, Y. Miyake, T. Amagai, M. 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 Q. Wang, M. Furukawa, M. Tokumura, Y. Miyake, T. Amagai, M. Makino
2 . 発表標題 Novel Brominated and Organophosphate Flame Retardants Detected in House Dust
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 M. Masuda, Q. Wang, M. Tokumura, Y. Miyake, T. 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 M. Masuda, Q. Wang, M. Tokumura, Y. Miyake, T. 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 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 齊, 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 王 斉, 久米 一成, 清 健人, 増田 美里, 三輪 春樹, 甲斐 葉子, 徳村 雅弘, 三宅 祐一, 雨谷 敬史
2. 発表標題 一般住宅におけるハウスダスト中のリン系難燃剤の濃度と組成実態調査
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 生体内での代謝を考慮した有害物質の新規合成と生態毒性評価
3. 学会等名 富士山麓A&Sフェア2019
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, 高木 毅, 鈴木 進二, 岡本 一利, 雨谷 敬史
2. 発表標題 健康に考慮したかつお節製造法の検討
3. 学会等名 富士山麓A&Sフェア2019
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 肉の加熱調理による発がん性物質（多環芳香族炭化水素類）の生成
3. 学会等名 富士山麓A&Sフェア2019
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 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 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 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

〔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
研究協力者	雨谷 敬史 (Amagai Takashi) (10244534)	静岡県立大学・食品栄養科学部 環境生命科学科・教授	
研究協力者	三宅 祐一 (Miyake Yuichi) (40425731)	静岡県立大学・食品栄養科学部 環境生命科学科・助教	
研究協力者	徳村 雅弘 (Tokumura Masahiro) (20583016)	静岡県立大学・食品栄養科学部 環境生命科学科・助教	
研究協力者	堀井 勇一 (Horii Yuichi) (30509534)	埼玉県環境科学国際センター・化学物質・環境放射能担当・ 専門研究員	