

番号	書誌情報	文献タイトル (和訳)	生物	主な内容
	Bonasoro, F. and Binelli, A. (2018). "Evaluation of uptake and chronic toxicity of virgin polystyrene microbeads in freshwater zebra mussel <i>Dreissena polymorpha</i> (Mollusca: Bivalvia)." <i>Sci Total Environ.</i> 631-632: 778-788.			<p>化管内腔に蓄積し、その後、体組織、血リンパの順に移行した。また、PS 粒子の曝露により、カタラーゼ活性及びグルタチオンペルオキシダーゼ活性が有意に変化した。酸化ストレスや遺伝子損傷は生じなかった。神経毒性に関しては、ドーパミン濃度の増加が確認され、蓄積した PS 粒子の排出とドーパミンに関する可能性がある可能性が示唆された。</p>
C-7	Redondo-Hasselerharm, P. E., Falahudin, D., Peeters, E. and Koelmans, A. A. (2018). "Microplastic Effect Thresholds for Freshwater Benthic Macroinvertebrates." <i>Environ Sci Technol.</i> 52(4): 2278-2286.	淡水生の底生無脊椎動物に対するマイクロプラスチックの影響の閾値	無脊椎動物 (ヨコエビの一種、ワラジムシの一種、ヨロップパドブシジミ、イトミミズ、オヨギミミズ科の一種など)	<p>様々な種の無脊椎動物について、マイクロプラスチックの影響の閾値を調べるため、ポリスチレン粒子 (20-500µm) を様々な割合 (堆積物の乾重量 0-40%) で堆積物に混ぜた環境で、6 種類の無脊椎動物を飼育した。その結果、調査した多くの種 (ヨコエビの一種、ワラジムシの一種、ヨロップパドブシジミ、イトミミズ、オヨギミミズ科の一種) の生存、成長等に影響がなかった。一方ヨコエビの一種 (<i>Gammarus pulex</i>) では成長が阻害され、マイクロプラスチックの摂取量は堆積物中の濃度に比例した。これらの結果から、感受性の高い種に影響が生じること、生態系全体に影響が生じる可能性が示唆された。</p>

番号	書誌情報	文献タイトル (和訳)	生物	主な内容
C-8	Santana, M. F. M., Moreira, F. T., Pereira, C. D. S., Abessa, D. M. S. and Turra, A. (2018). "Continuous Exposure to Microplastics Does Not Cause Physiological Effects in the Cultivated Mussel <i>Perna perna</i> ." Arch Environ Contam Toxicol. 74(4): 594-604.	マイクロプラスチックの継 続的な曝露は、ペルナイガイ に生理学的影響を与えない。	貝類 (ペルナイガイ)	現実的な条件下でのマイクロプラスチックの生物影 響を調べるため、0.1-1.0µm の塩化ビニル (PVC) 粒 子を先行研究よりも低濃度 (0.125µ/L) で 90 日間、 ペルナイガイに曝露し、生理学的反応を調べた。PVC 粒子に曝露したペルナイガイについて、測定したすべ での生理学的反応 (摂食速度、同化効率、成長速度、 リソソーム恒常性、脂質過酸化、DNA 損傷、肥満度) に有意な影響が見られなかった。この結果から、本研 究の濃度でのマイクロプラスチックの曝露であれば、 ペルナイガイは順応できることが示唆された。
C-9	Taliec, K., Huvet, A., Di Poi, C., Gonzalez-Fernandez, C., Lambert, C., Petton, B., Le Goic, N., Berchel, M., Soudant, P. and Paul-Pont, I. (2018). "Nanoplastics impaired oyster free living stages, gametes and embryos." Environ Pollut. 242(Pt B): 1226-1235.	ナノプラスチックは、カキの 幼生 (自由生活段階、配偶子、 胚) に害を与える	貝類 (マガキ)	マイクロプラスチックの毒性を評価するため、3 つの生殖成長段階 (受精、胚形成、変態) のマガキに、 大きさと官能基の異なるポリスチレン粒子 (官能基で 修飾していない 2µm、500nm、50nm の粒子、COOH で修飾した 50nm の粒子、NH <sub>2</sub> で修飾した 50nm の 粒子) を曝露した。その結果、ナノプラスチックは、 受精成功率の低下、胚から幼生への発達の減少、奇形 や発達の停止等、多くの発達阻害を引き起こした。ま た、NH <sub>2</sub> で修飾したナノプラスチックは、配偶子及び 胚に対する毒性が最も高く、官能基依存的な毒性が示 された。官能基で修飾していないマイクロプラスチック

番号	書誌情報	文献タイトル (和訳)	生物	主な内容
C-10	Weber, A., Scherer, C., Brennholt, N., Reifferscheid, G. and Wagner, M. (2018). "PET microplastics do not negatively affect the survival, development, metabolism and feeding activity of the freshwater invertebrate <i>Gammarus pulex</i> ." Environ Pollut. 234: 181-189.	PET 製マイクロプラスチックは、淡水生無脊椎動物（ヨコエビ科の一種）の生存、発達、代謝、摂食行動に悪影響を及ぼさない	甲殻類（ヨコエビの一種）	クによる影響は見られなかった。これらの結果から、ナノプラスチックは、プラシクトン段階のカギに悪影響を与える可能性が示唆された。 マイクロプラスチックへの曝露がヨコエビに悪影響を及ぼすかを調べるため、若齢個体、成体に PET 破片（10-150µm）を 0.8-4000 個/mL の濃度で 24 時間曝露した。その結果、24 時間後の PET 破片摂取量は用量依存的であり、若齢個体は成体よりも多くの粒子を摂取した。また、48 日間以上慢性的に曝露した結果、生存、発達、代謝、摂食行動に影響は見られなかった。この結果は他の研究結果とは異なっているが、その原因は、曝露条件、プラスチックの性質（ポリマータイプ、大きさ、形状、添加剤）、種差によるものと考えられる。ヨコエビは分解者であることから、難消化性のものを摂取することに耐性があり、合成粒子に対する感受性が低い可能性が示唆された。
C-11	Yu, P., Liu, Z., Wu, D., Chen, M., Lv, W. and Zhao, Y. (2018). "Accumulation of polystyrene microplastics in juvenile <i>Eriocheir</i>	若齢のチュウゴクモクズガニへのポリスチレン製マイクロプラスチックの蓄積と、肝臓への酸化ストレス影響	甲殻類（チュウゴクモクズガニ）	マイクロプラスチックが、チュウゴクモクズガニの発達、蓄積、肝臓の酸化ストレス反応に及ぼす影響を調べるため、チュウゴクモクズガニにポリスチレン（PS）粒子（直径 0.5µm）を 40µg/L、400µg/L、4000µg/L、40000µg/L の濃度で曝露した。PS 粒子は曝露 7 日後に鰓、肝臓、消化管への蓄積が確認された。

番号	書誌情報	文献タイトル (和訳)	生物	主な内容
	<p><i>sinensis</i> and oxidative stress effects in the liver." <i>Aquat Toxicol.</i> 200; 28-36.</p>			<p>21日間の毒性試験の結果、PS粒子濃度の増加に伴い、体重増加率、比増殖速度、肝臓重量比は減少した。また、PS粒子曝露区は、対照区に比べ、アセチルコリンエステラーゼ (AChE)、アラニンアミノ基転移酵素 (GPT) の活性が低かった。低濃度のPS粒子の曝露は、アスパラギン酸アミノ基転移酵素 (GOT) 活性を有意に上昇させたが、PS粒子濃度の増加に伴い、GOT活性は低下した。スーパーオキシドジスムターゼ (SOD)、GOT、グルタチオン (GSH)、グルタチオンペルオキシダーゼ (GPx) の活性は、PS粒子が低濃度 (40、400µg/L) の場合、対照区よりも高く、高濃度 (4000、40000µg/L) の場合低下した。一方AChE、カタラーゼ (CAT)、アラニンアミノ基転移酵素 (GPT) 活性は、PS粒子に曝露した場合、対照区よりも有意に低かった。プラスチック濃度の増加に伴い、肝臓中のSOD、CAT、GPx、グルタチオン-S-トランスフェラーゼをコードする遺伝子の発現は増加した後、減少した。これらの結果から、チュウゴクモクズガニはPS粒子の曝露により成長が阻害され、肝臓の損傷、酸化ストレスが引き起こされることが示唆された。</p>

## 1.2 【東京農工大学・高田秀重教授 提供】有機汚染物質の分析結果等

### 沖縄海洋生物へのプラスチック経由の有害化学物質の曝露と蓄積

15153035 田中 菜々(指導教員:高田 秀重, 水川 薫子)

#### 【はじめに】

現在プラスチックはその利便性のために様々な製品に使用され、不適切な処理などによって大量に海洋に流出している。プラスチックは周辺海水から有機汚染物質を吸着することが明らかになっている。また、プラスチックには添加剤が含まれている。プラスチックが汚染曝露源として生物にどの程度寄与しているかを知るために、非都市域で排水等の影響が少なく、プラスチック由来の汚染そのものを調べることでできる離島をサンプリング地点とした。対象成分は、吸着由来の PCBs, 添加剤由来の BTs, TBB, BTBPE, HBCD, 吸着由来と添加剤由来の両方の寄与がある PBDEs を対象成分とし、生物組織中濃度を調査した。

#### 【試料と方法】

沖縄県座間味島の、プラスチックごみが多いニタ海岸と対照区として古座間味海岸で、ムラサキオカヤドカリをそれぞれの海岸で 2 個体ずつ(ニタ A, B; 古座間味 A, B)採取・分析した。ヤドカリの肝臓および精巢(以下肝臓と表記)と筋肉を凍結乾燥のちすりつぶし、ASE 抽出した。脂質含有量測定のため抽出液の一部を分取後、サロゲートを添加した。10% $H_2O$  不活性化シリカゲルカラムクロマトグラフィーに通し、抽出液をゲル浸透クロマトグラフィーにかけた。その抽出液をさらに活性化シリカゲルカラムクロマトグラフィーで分画した。1~7 臭素 PBDEs と PCBs は GC-ITMS, 7~9 臭素 PBDEs と TBB, BTBPE, HBCD は GC-ECD, BTs は GC-MS で分析した。

#### 【結果と考察】

図 1 に検出された PBDEs の組成を示す。ニタの肝臓 B からは高臭素 PBDEs (BDE179, 202) および環境試料中から報告例のない 6 臭素と 4 臭素の PBDEs が検出された。クロマトグラフのピークの保持時間と相対保持時間<sup>1)</sup>の計算から、6 臭素の BDE145, 133/136, 146, 4 臭素の BDE45 の存在が推定された。BDE179, 202 はプラスチック添加剤成分の BDE209 の代謝産物として知られる。また、他の生物からの報告例がない 6 臭素, 4 臭素の同族異性体が、

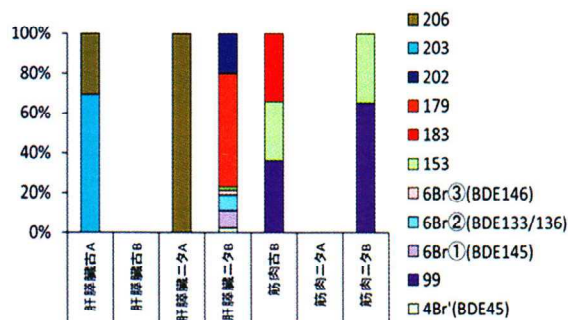


図1 PBDEs組成

プラスチック漂着量の多いニタのヤドカリの肝臓に検出されていることから、プラスチック添加剤の代謝由来であると推測される。環境中で多く検出される PBDE 同族異性体の BDE47, 99, 100 は、筋肉古座間味 B, 筋肉ニタ B で BDE99 が検出されたのを除いて、すべて不検出または定量限界以下であった。PCBs はニタのサンプルで古座間味よりも高い濃度を示したことから(図 2)、プラスチック吸着由来の汚染が考えられる。しかし BDE47 など PBDEs の中では比較的代謝されやすい同族体が検出されず、PCBs 中では代謝されにくい同族異性体が卓越した組成を示したことから、直接のプラスチック摂食による汚染ではなく、食物連鎖を通じたプラスチック汚染であると考えられる。BTs は blank の値が高く、すべてのサンプルにおいて検出限界以下となった。今後はサンプル数を増やしていく必要がある。

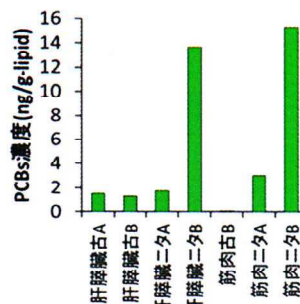


図2 PCBstotal濃度

1) Hua Wei et al., 2010. Chromatogr. A 1217, 2964-2972.

# 2018年度の調査結果

東京農工大学 農学部 高田秀重・水川薫子

二枚貝と甲殻類消化管中のマイクロプラスチック

二枚貝と甲殻類生物組織中の有害化学物質

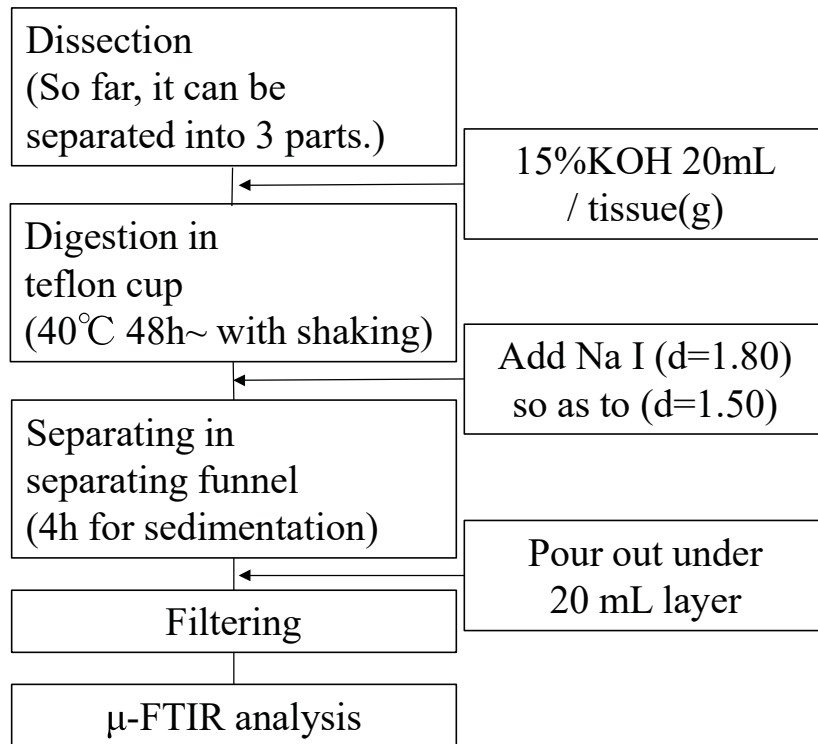




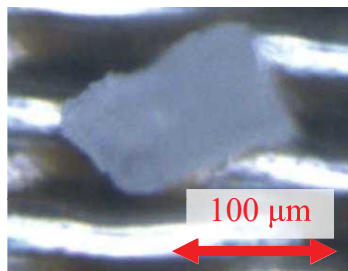
二枚貝と甲殻類消化管中のマイクロプラスチック

二枚貝と甲殻類生物組織中の有害化学物質

# Mussel中の微細プラスチックの分析法



PE 破片



PET 繊維

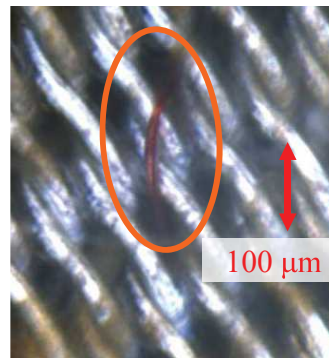


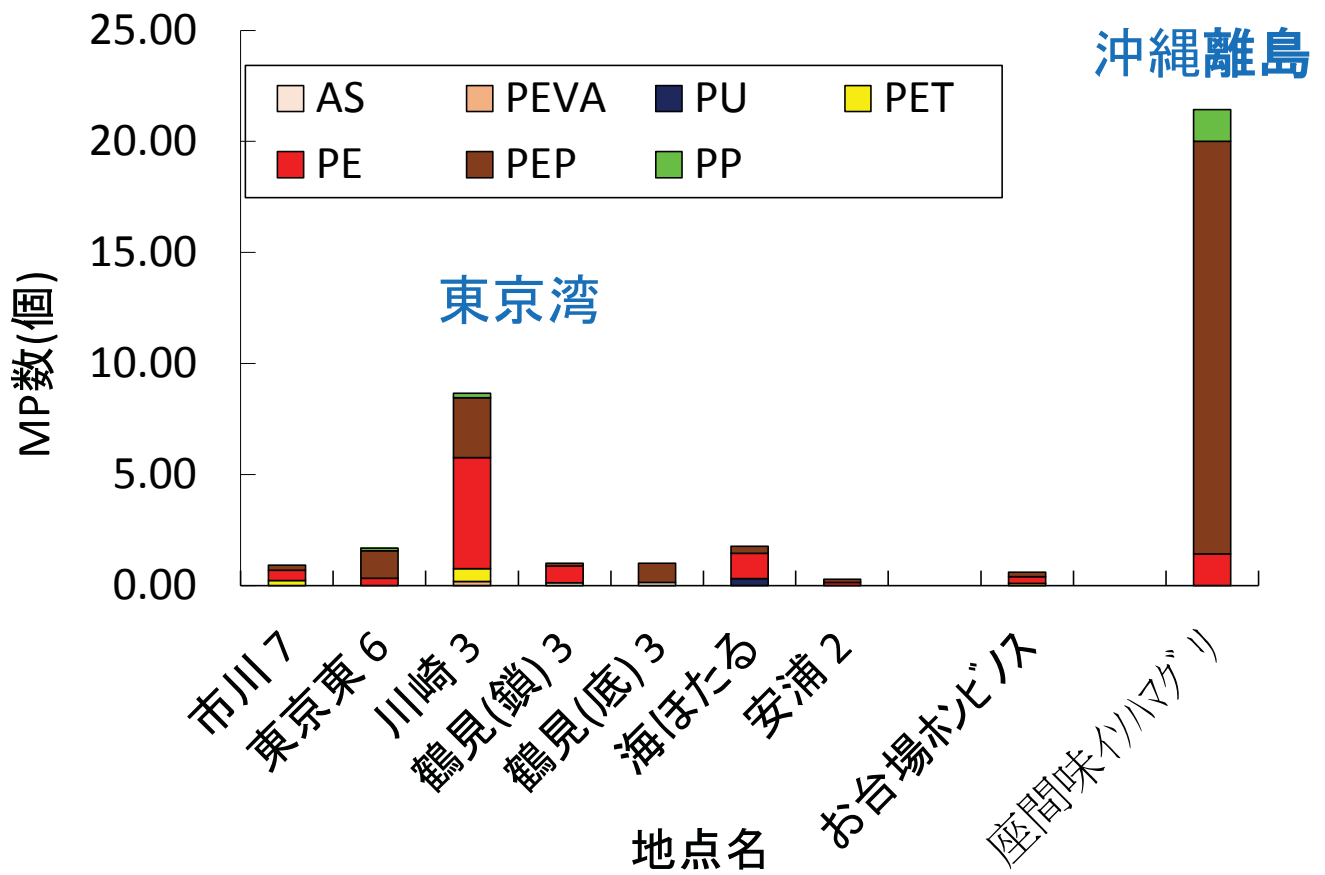


表. 沖縄生物試料マイクロプラスチック計測結果まとめ

	生物	試料ID	分析重量 (g-wet)	総数 (個数/重量)	形状			
					破片	繊維	フィルム	
2017 ニタ	ムラサキオカヤドカリ	n=1	0.05	27	540	25	2	0
2018 ニタ	ムラサキオカヤドカリ	A	0.17	82	482	56	10	16
	ムラサキオカヤドカリ	B	0.3	88	293	77	7	4
2018 古座間味	ムラサキオカヤドカリ	A	0.3	0	0	0	0	0
	ムラサキオカヤドカリ	B	0.15	2	13	1	0	1
2018 ニタ	イソハマグリ	n=3	0.45	76	169	72	3	1

	生物	大きさ (μm)								主要ポリマー種
		<20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-200	200-300	300<	
2017 ニタ	ムラサキオカヤドカリ		2	8	7	2	5	1	2	ポリスチレン
2018 ニタ	ムラサキオカヤドカリ	0	4	9	22	4	29	9	5	ポリスチレン
	ムラサキオカヤドカリ	0	1	13	21	17	23	5	8	ポリスチレン
2018 古座間味	ムラサキオカヤドカリ	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ムラサキオカヤドカリ	0	0	0	0	0	2	0	0	
2018 ニタ	イソハマグリ		15	30	14	1	12	4		ポリエチレン
										Polyalkene, chlorinated

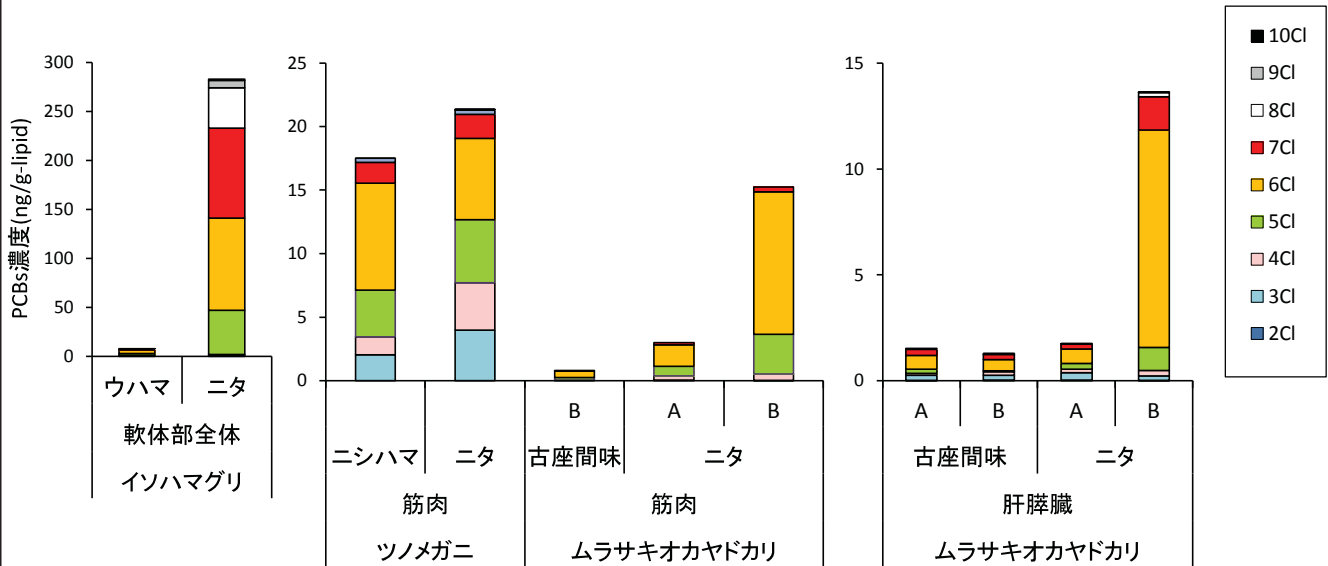
## 二枚貝の内臓塊1g当たりのMP量(破片・ビーズ)



二枚貝と甲殻類消化管中のマイクロプラスチック

二枚貝と甲殻類生物組織中の有害化学物質

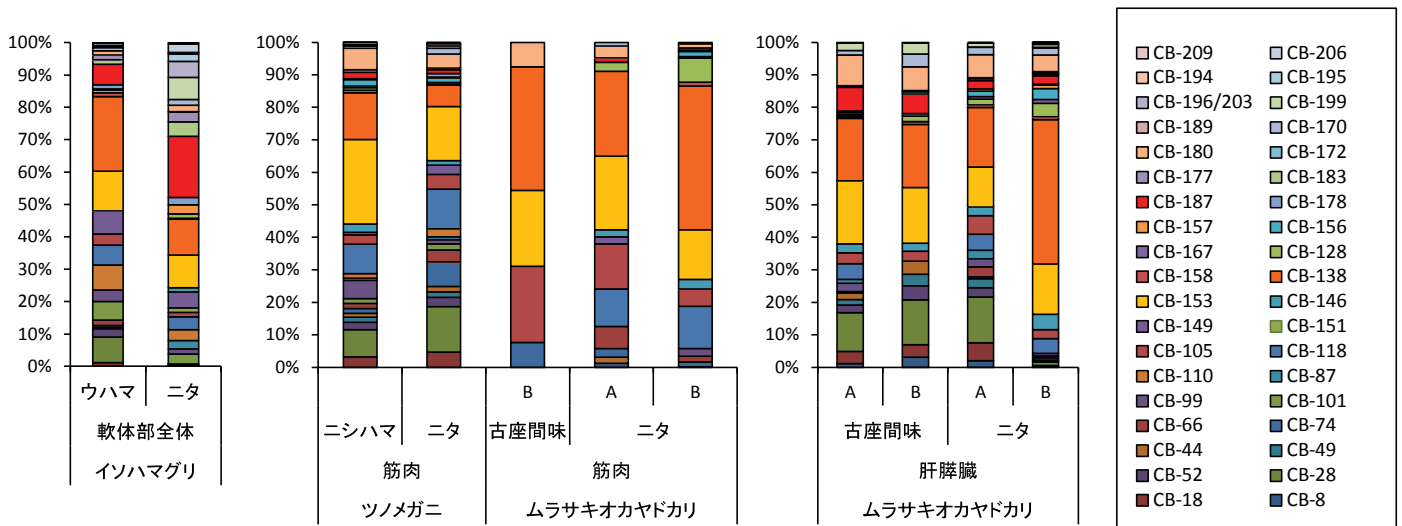
# PCBs濃度(塩素数ごと)



- ・イソハマグリ: ニタのPCBs濃度がウハマ(control)よりも約50倍高い
- ・ツノメガニ: ニシハマとニタで同程度。ニタのムラサキオカヤドカリの筋肉とも同程度。  
→ニシハマは対照区として適さない可能性?  
組成は異なり、ムラサキオカヤドカリの方が高塩素PCBsの割合が高い。

※古座間味のムラサキオカヤドカリAの筋肉は、分析上のトラブルから除外

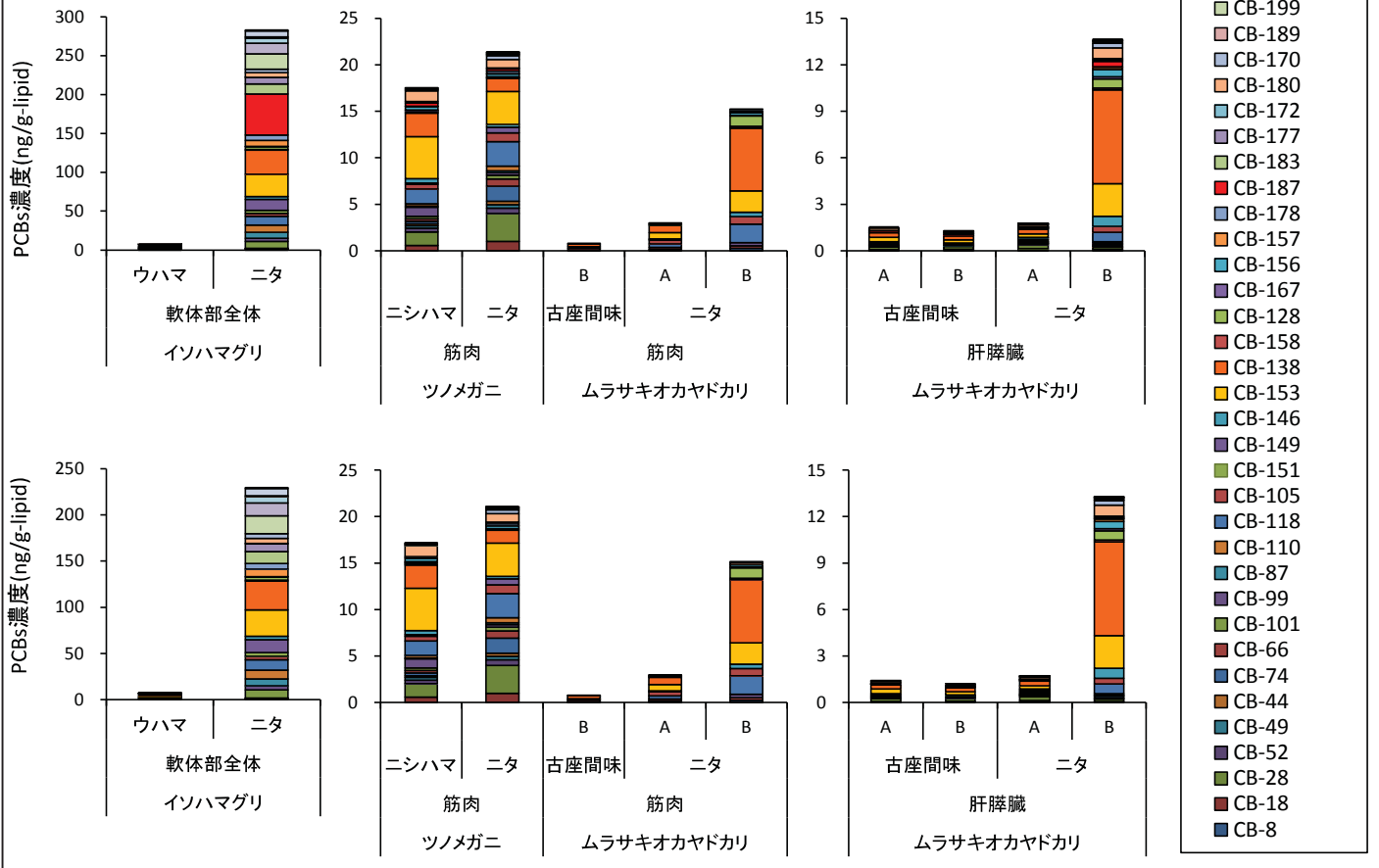
# PCBs同族異性体組成



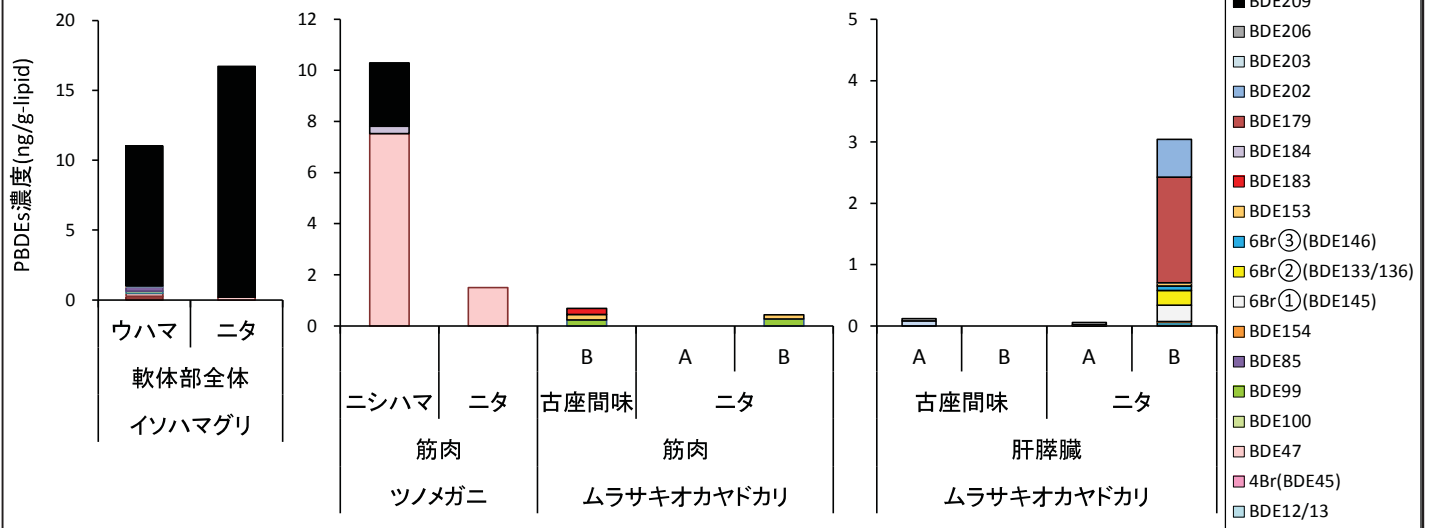
- ・ニタのイソハマグリは■CB187の割合が最も高い。  
この組成は生物組織ではあまり認められない。
- ・その他の生物では■CB138や■CB153が多いが、  
これらは生物組織中で多く認められる同族異性体である。

# PCBs濃度(同族異性体ごと)

上段:CB187含む  
下段:CB187含まず



# PBDEs濃度(同族異性体ごと)



・イソハマグリ: BDE209の割合が高い→ろ過摂食の生物なので妥当と思われる。

ニタとウハマ(control)で違いは認められない。

・ツノメガニ: ニシハマの方がニタよりも低臭素PBDEsであるBDE47の割合が高い

→ やはりニシハマは対照区として適さない可能性が強まる。

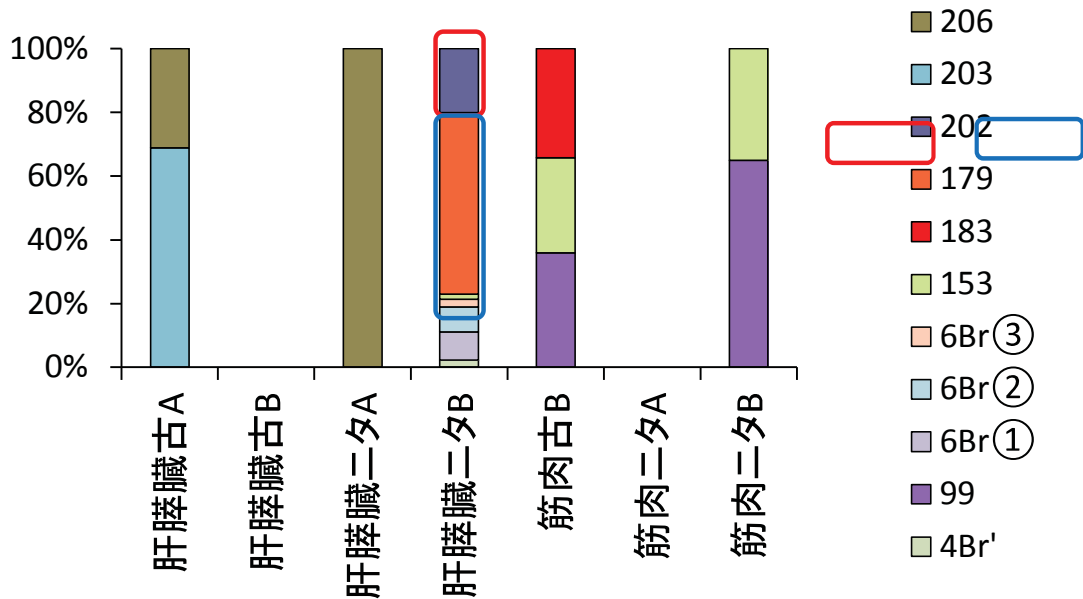
・ツノメガニとオカヤドカリの筋肉中から有意に検出された同族異性体が異なるが理由は不明

・ニタのムラサキオカヤドカリの肝臓から検出された同族異性体は検出されず

※古座間味のムラサキオカヤドカリAの筋肉は、分析上のトラブルから除外



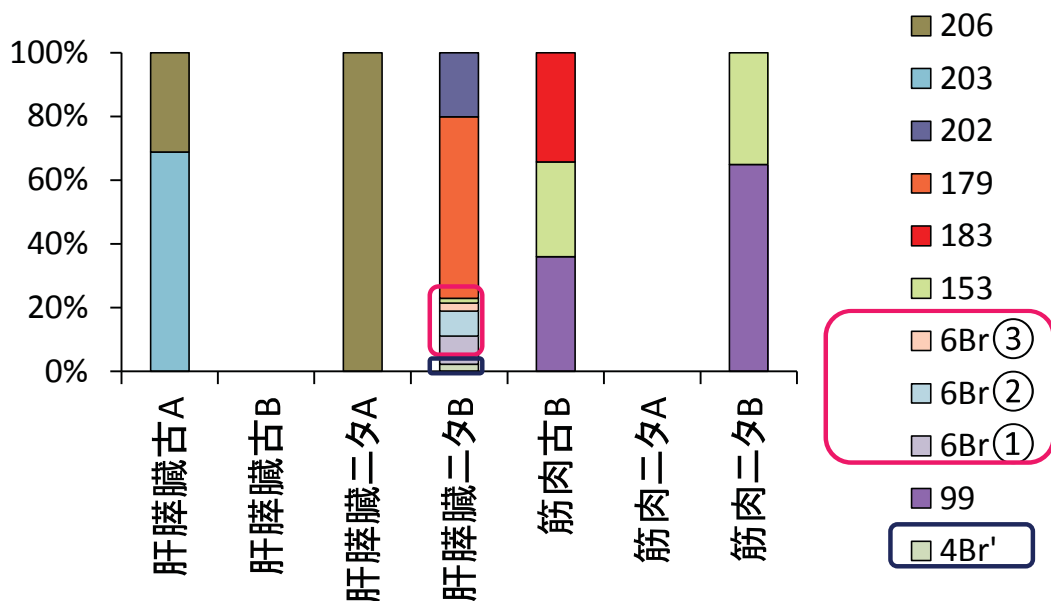
## PBDEs 組成



### 肝腓臓ニタB

- BDE209の代謝産物であるBDE179,202が検出

## PBDEs 組成

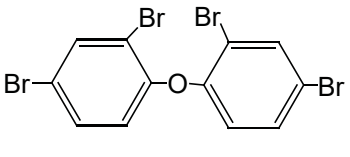
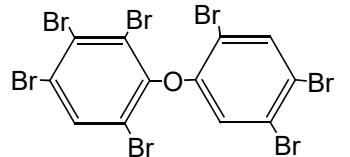
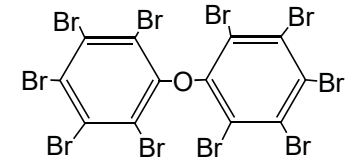


### 肝腓臓ニタB

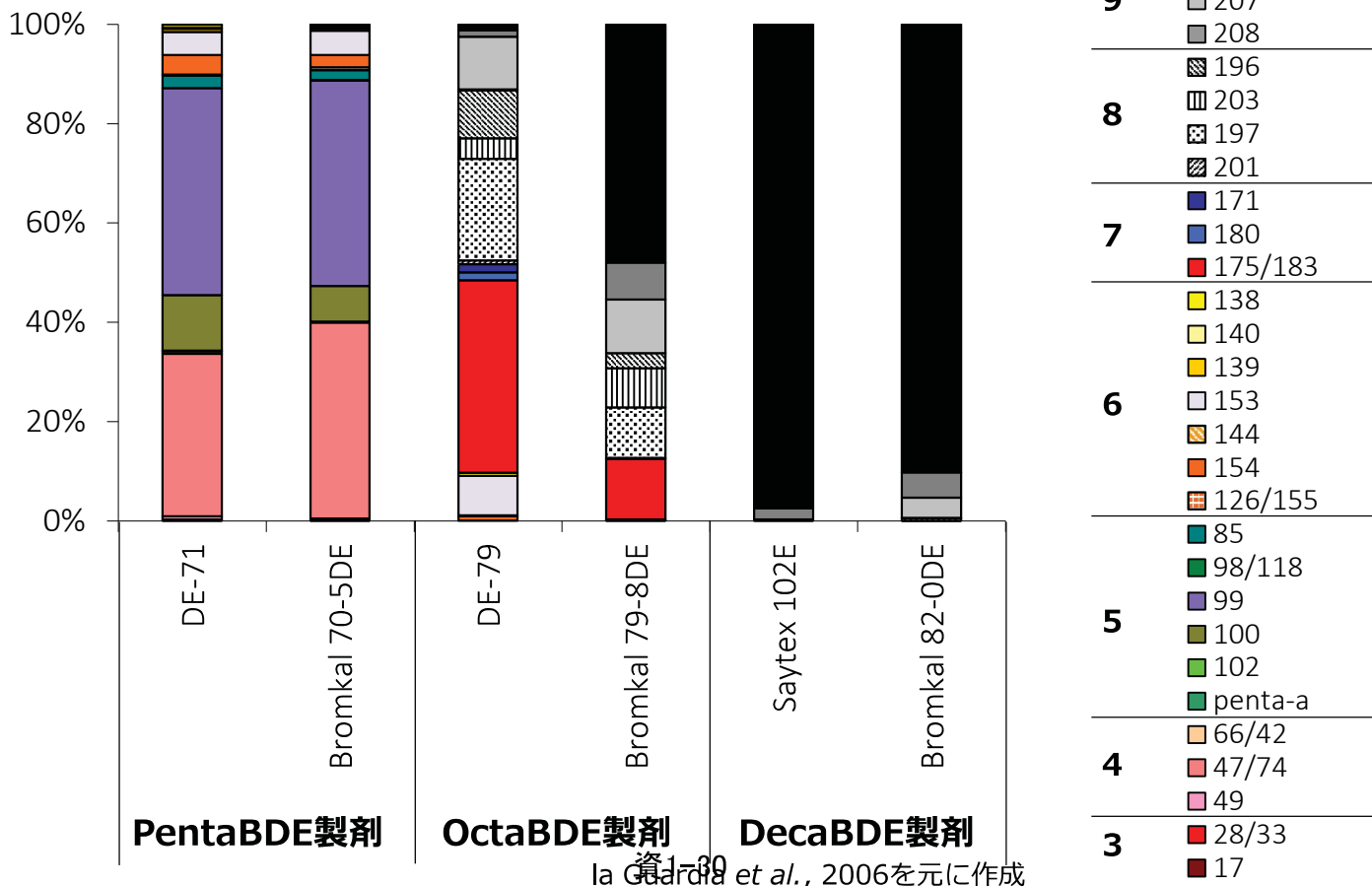
- BDE209の代謝産物であるBDE179,202の検出
- 環境試料中から報告例のない6臭素と4臭素の同族異性体
- プラスチック漂着量の多いニタのサンプル

→ 添加剤由来の可能性 資1-29

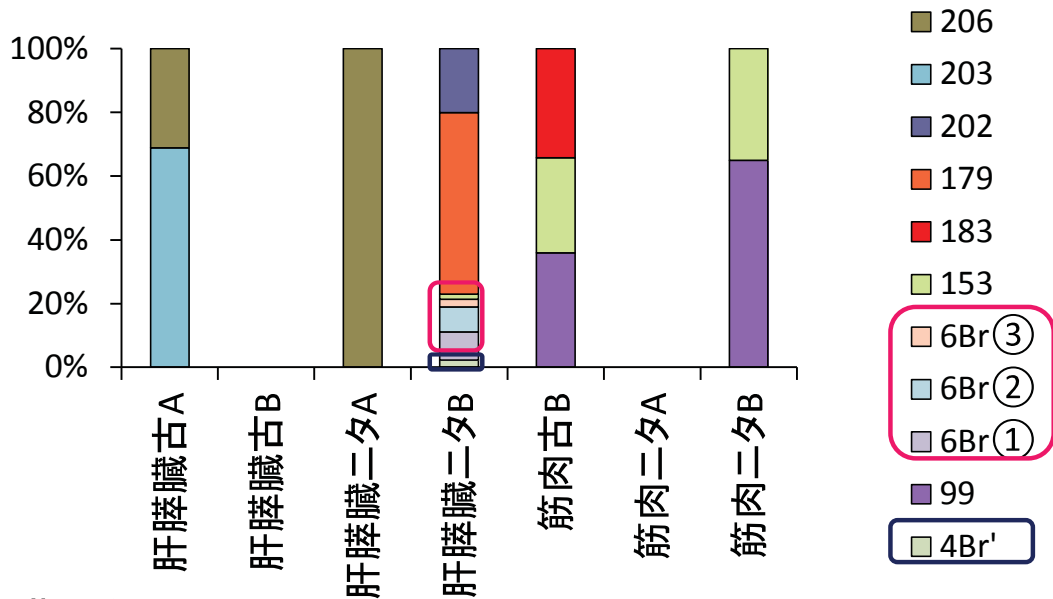
# 添加剤製品としてのPBDEs

	PentaBDE製剤	OctaBDE製剤	DecaBDE製剤
使用地域	北米	アジア・ヨーロッパ	
含有臭素数	4-7臭素	6-10臭素	9,10臭素
主要な同族異性体	 BDE47	 BDE183	 BDE209
毒性	生物濃縮性・神経毒性・ 甲状腺ホルモンかく乱作用		毒性 低? 生物濃縮性 低?
規制時期	2009年5月		2017年5月
規制状況	残留性有機汚染化合物として ストックホルム条約にて生産・使用が禁止		

## PBDEs添加剤の組成



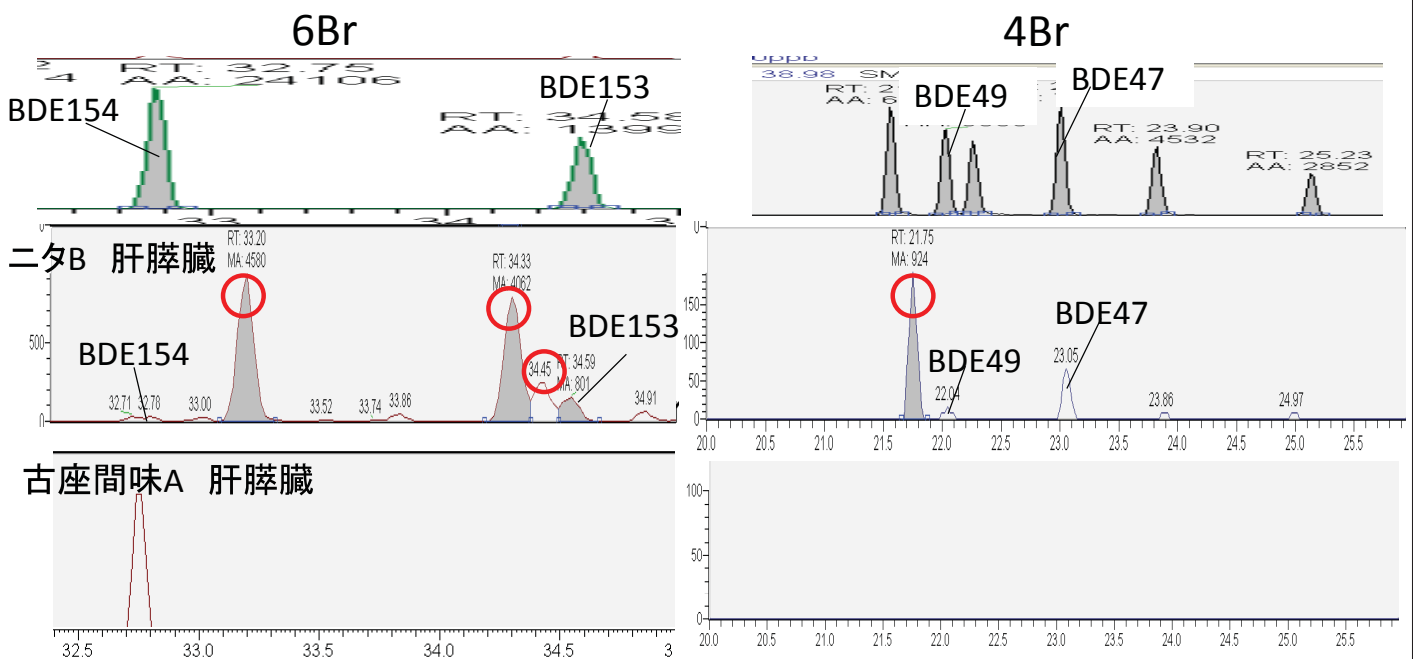
# PBDEs 組成



## 肝腓臓ニタB

- BDE209の代謝産物であるBDE179,202の検出
- 環境試料中から報告例のない6臭素と4臭素の同族異性体
- プラスチック漂着量の多いニタのサンプル  
→ 添加剤由来の可能性

# 6臭素, 4臭素同族異性体



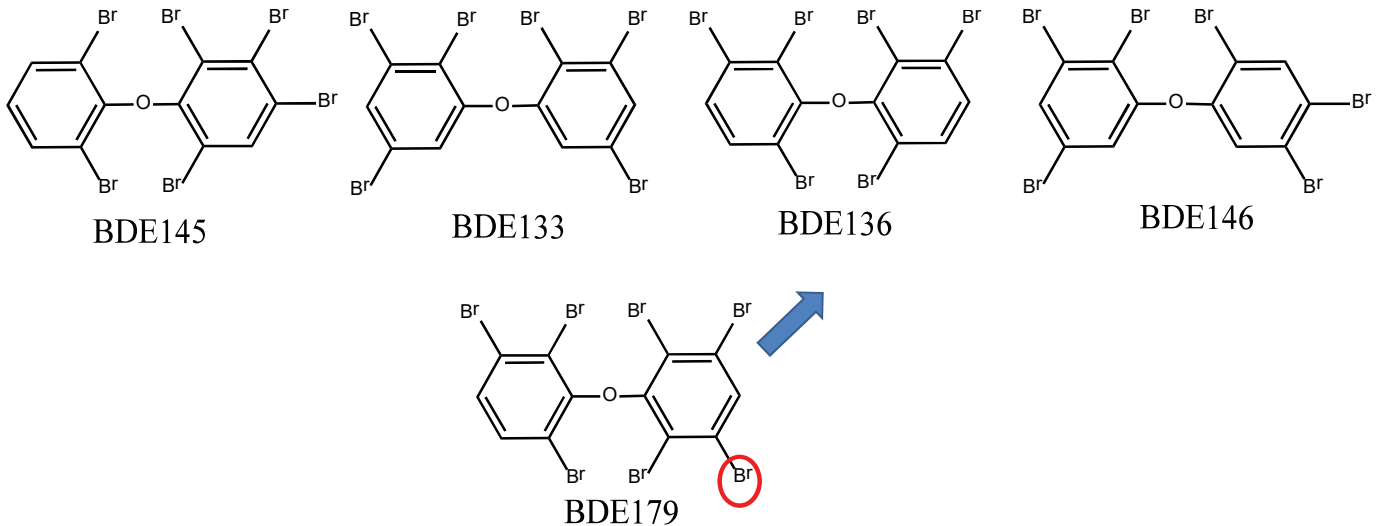
- BDE154とBDE153の間に3つのピーク  
(ニタAでも発見されたが検出限界以下)
- BDE49の前にピーク

環境試料中に含まれていないPBDE同族異性体の可能性

## 6臭素・4臭素同族異性体推定

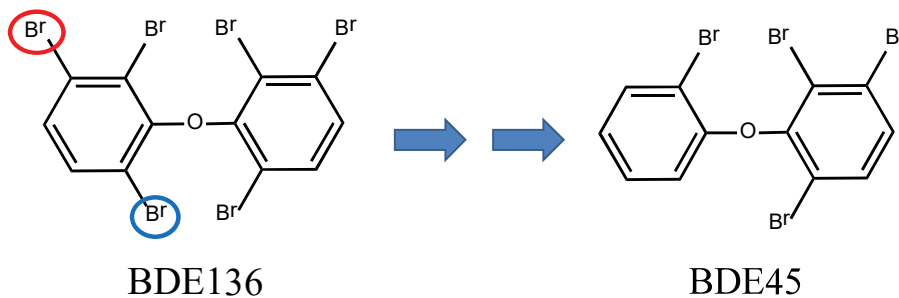
Relative RT(Hua Wei et al.,2010)から,  
環境試料中に見えないピークと同族異性体を推定

- 6Br同族異性体はBDE145,BDE133/136,BDE146と推定
- BDE136はBDE179からメタ位のBrがとれた構造
- メタ位の臭素は代謝過程で脱臭素しやすい (Mizukawa et al.,2013)



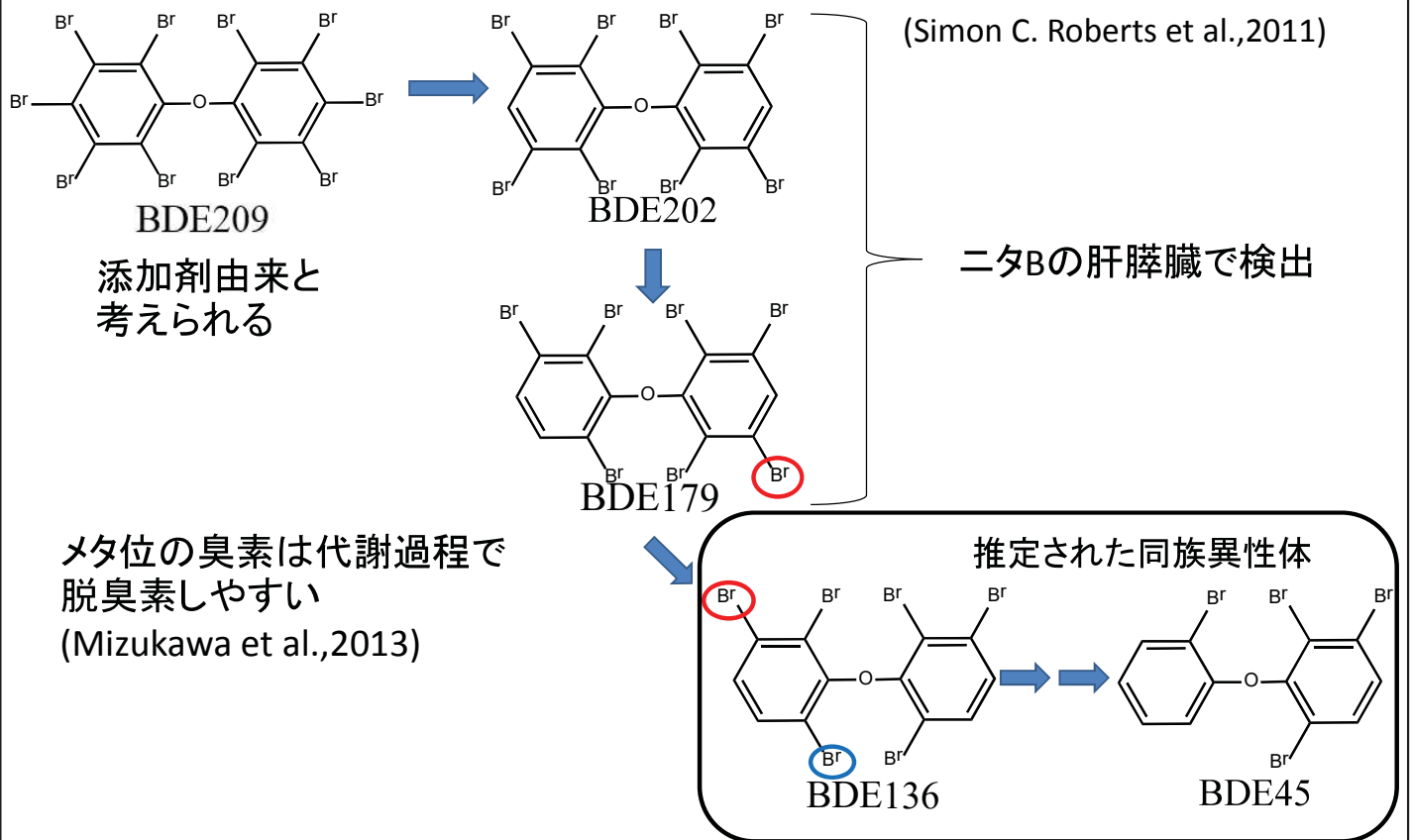
## 6臭素・4臭素同族異性体推定

- 4Br同族異性体はRRTの計算で当てはまる同族異性体なし。  
BDE136のメタ位のBrがとれたBDE45の可能性が高い。





# PBDEs代謝過程



## 今年度までにわかったこと

二枚貝、ヤドカリの消化管からマイクロプラスチックが検出される。

プラスチック漂着量が多い海岸の方が多い。

生物体内の吸着性のPOPsおよび添加剤はプラスチック漂着量の多い海岸の方が、高濃度であった。組成も含めて詳細に検討すると、二枚貝およびヤドカリでは摂食したプラスチックからそれらの化学物質が体内組織に移行・蓄積している可能性が極めて高い。今後、試料数を増やして検証していく必要がある。

## 2019年度の計画

二枚貝と甲殻類消化管中のマイクロプラスチック

二枚貝と甲殻類生物組織中の有害化学物質

分析数を増やす。

特に、異なる季節、イソハマグリのコントロール

年度はじからの調査が必要。後半だけでは限られた調査しかできない  
2018年度の配分予算規模では安定した分析は難しい。

Table 1 資料情報

種名	イソハマグリ				ツノメガニ			ムラサキオカヤドカリ						
分析試料数	29		30		1			1		2		2		
採取日	181106		181013-15		181014			181013-15		181014		181013-15		
地点名	ウハマ		ニタ		ニシハマ			ニタ		ニシハマ		ニタ		
計測項目	殻長(mm)	殻幅(mm)	殻長(mm)	殻幅(mm)	甲長(mm)	甲幅(mm)	体重(g)	甲長(mm)	甲幅(mm)	体重(g)	前甲(mm)	体重(g)	前甲(mm)	体重(g)
1	19.0	23.6	17.3	21.4	25	30	15.5	20.1	24.7	7.7	19.8	33.9	22.6	43.2
2	17.9	21.9	15.7	19.7							17.5	24.9	22.4	40.0
3	17.1	22.3	16.1	19.5										
4	17.2	21.1	15.1	19.4										
5	16.9	19.5	15.5	19.3										
6	17.4	19.2	14.9	19.0										
7	16.7	20.1	14.3	19.1										
8	14.7	17.9	13.6	16.7										
9	15.0	18.3	14.0	18.5										
10	12.0	16.5	13.2	16.4										
11	18.4	23.3	17.8	22.0										
12	16.8	21.0	16.0	20.0										
13	14.7	19.3	17.7	22.0										
14	16.6	19.5	16.9	21.6										
15	16.2	19.4	16.6	20.0										
16	15.0	18.2	17.0	21.6										
17	16.5	19.3	16.5	19.5										
18	14.0	17.8	16.7	22.1										
19	14.1	17.3	16.5	20.0										
20	14.0	18.1	14.0	18.5										
21	13.7	17.0	16.6	20.1										
22	11.9	16.4	13.0	16.0										
23	11.7	16.2	14.3	19.5										
24	11.1	15.2	15.5	20.0										
25	13.3	16.4	16.5	19.0										
26	11.2	14.0	15.0	18.0										
27	11.5	13.7	13.5	17.6										
28	10.8	13.7	14.5	17.7										
29	9.1	11.3	12.1	16.5										
30			11.4	14.8										
average	14.6	18.2	15.3	19.2										
stdev	2.59	2.90	1.63	1.85										

Table 2 座間味生物中PCBs濃度(ng/g-lipid)

種名	イソハマグリ				ツノメガニ			ムラサキオカヤドカリ				
分析部位	軟体部全体		筋肉			筋肉		肝臓		肝臓		
個体	n=29		n=30		A	A	B	A	B	A	B	
地点	ウハマ	ニタ	ニシハマ	ニタ	古座間味	ニタ	古座間味	ニタ	古座間味	ニタ	古座間味	
塩素数 2	CB-8	0.05	0.12	0.25	0.40	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02
塩素数 3	CB-18	0.09	0.12	0.57	1.01	0.10	0.09	0.06	0.06	0.05	0.10	0.06
	CB-28	0.60	0.57	1.46	2.99	0.31	0.33	0.38	0.18	0.18	0.25	0.15
塩素数 4	CB-52	0.20	0.87	0.39	0.60	0.07	0.03	0.05	0.04	0.06	0.05	0.02
	CB-49	0.02	0.08	0.28	0.36	0.02	n.d.	0.01	0.03	0.05	0.05	0.02
	CB-44	n.d.	0.21	0.21	0.35	0.03	0.06	n.d.	0.03	0.05	0.01	0.06
	CB-74	0.05	0.10	0.27	1.63	0.06	0.08	0.23	0.01	0.01	n.d.	0.10
	CB-66	0.13	0.34	0.27	0.78	0.12	0.20	0.27	0.02	0.02	0.06	0.08
塩素数 5	CB-101	0.44	8.65	0.27	0.39	0.19	0.18	0.12	0.02	0.00	0.01	0.03
	CB-99	0.28	4.30	0.97	0.27	0.10	0.21	0.35	0.04	0.04	0.04	0.10
	CB-87	0.02	7.49	0.13	0.20	0.15	0.03	0.17	0.02	0.01	0.05	n.d.
	CB-110	0.59	9.44	0.24	0.51	0.17	0.12	0.14	0.02	0.01	0.01	0.01
	CB-118	0.46	11.19	1.57	2.62	0.26	0.34	1.99	0.07	0.07	0.09	0.61
	CB-105	0.27	3.76	0.52	0.95	0.19	0.42	0.81	0.05	0.04	0.10	0.37
塩素数 6	CB-151	n.d.	4.03	n.d.	0.05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	CB-149	0.54	13.96	0.14	0.62	n.d.	0.07	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	CB-146	n.d.	3.72	0.45	0.29	n.d.	0.06	0.46	0.04	0.03	0.05	0.64
	CB-153	0.94	28.48	4.54	3.55	0.19	0.68	2.31	0.29	0.22	0.22	2.11
	CB-138	1.77	31.29	2.52	1.41	0.31	0.78	6.75	0.29	0.25	0.32	6.05
	CB-158	0.09	0.87	0.14	0.05	0.01	0.02	0.17	0.01	0.01	0.01	0.12
	CB-128	0.06	3.62	0.12	0.09	0.04	0.09	1.12	0.01	0.02	0.03	0.58
	CB-167	n.d.	0.22	0.09	0.12	n.d.	n.d.	0.07	0.00	0.01	0.01	0.15
	CB-156	n.d.	n.a.	0.36	0.30	n.d.	0.02	0.25	0.01	n.d.	0.03	0.46
	CB-157	0.03	7.97	0.05	0.06	n.d.	n.d.	0.06	0.01	0.00	0.01	0.15
塩素数 7	CB-178	0.10	6.40	n.d.	0.24	0.01	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.00	0.03
	CB-187	0.49	53.25	0.34	0.25	0.02	0.04	0.11	0.11	0.08	0.04	0.36
	CB-183	0.10	12.68	0.15	0.09	n.d.	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06
	CB-177	0.12	8.69	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	n.d.	0.01	0.06
	CB-172	n.d.	0.09	0.01	n.d.	n.d.	0.01	n.d.	n.d.	0.00	n.d.	0.06
	CB-180	0.10	5.57	1.15	0.93	0.06	0.11	0.19	0.14	0.09	0.12	0.70
	CB-170	0.08	4.96	0.01	0.39	0.01	0.04	0.07	0.02	0.05	0.04	0.29
	CB-189	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.00	0.02
	CB-199	0.02	19.52	0.11	0.14	n.d.	n.d.	n.d.	0.04	0.04	0.02	0.13
	CB-196/203	0.03	13.95	0.08	0.06	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.00	0.00	0.03
塩素数 8	CB-195	0.05	6.43	0.03	0.02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01
	CB-194	n.d.	1.37	0.12	0.11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.00	0.04
塩素数 9	CB-206	n.d.	7.49	0.03	0.05	0.02	n.d.	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
塩素数 10	CB-209	0.01	1.17	0.01	0.02	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.00	0.00
total PCBs (LOQ以下除外)		7.67	283	17.5	21.4	0.804	3.00	15.2	1.52	1.28	1.75	13.6

n.d.: not detected, n.a.: not available 定量限界以下(&lt;LOQ)

Table 3 塩素数ごとの総濃度(ng/g-lipid, 定量限界以下除外)

種名	イソハマグリ		ツノメガニ		ムラサキオカヤドカリ							
	軟体部全体		筋肉		筋肉				肝臓			
	n=29	n=30	A	A	B	A	B	A	B	A	B	
分析部位	ウハマ	ニタ	ニシハマ	ニタ	ニタ	ニタ	古座間味	ニタ	古座間味	ニタ	ニタ	
2Cl	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3Cl	0.7	0.6	2.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
4Cl	0.4	1.6	1.4	3.7	0.1	0.3	0.5	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3
5Cl	2.0	45	3.7	4.9	0.2	0.8	3.1	0.2	0.0	0.3	1.1	1.1
6Cl	3.4	94	8.4	6.4	0.5	1.7	11.2	0.7	0.5	0.7	10.3	10.3
7Cl	1.0	92	1.6	1.9	0.1	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	1.6	1.6
8Cl	0.1	41	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
9Cl	0.0	7.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10Cl	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 4 座間味生物中PBDEs濃度(ng/g-lipid)

種名	イソハマグリ		ツノメガニ		ムラサキオカヤドカリ							
	軟体部全体		筋肉		筋肉				肝臓			
	n=29	n=30	A	A	B	A	B	A	B	A	B	
分析部位	ウハマ	ニタ	ニシハマ	ニタ	古座間味	ニタ	古座間味	ニタ	古座間味	ニタ	ニタ	
臭素数 1	BDE1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01	n.d.
	BDE3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	n.d.
臭素数 2	BDE10	2.59	n.d.	2.56	1.24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE12/13	0.28	n.d.	n.d.	0.09	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
臭素数 3	BDE30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE32	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE17/25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE33/28	n.d.	n.d.	0.25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE35	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
臭素数 4	BDE75	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE49	n.d.	0.08	0.12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.01
	BDE71	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE47	0.20	0.18	7.53	1.50	0.00	n.d.	0.15	n.d.	0.01	0.01	0.02
	BDE66	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00
	BDE77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
臭素数 5	BDE100	0.15	n.d.	0.15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE119	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.00
	BDE99	n.d.	0.14	0.23	n.d.	0.25	0.13	0.28	n.d.	n.d.	0.00	0.01
	BDE116	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE118	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01	n.d.
	BDE85	0.28	0.05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE126	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
臭素数 6	BDE155	n.d.	0.08	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE154	0.10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01	0.00	0.00	0.00
	BDE153	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.20	0.12	0.15	n.d.	n.d.	0.00	0.05
	BDE138	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.00
	BDE166	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.00
臭素数 7	BDE183	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.24	0.03	0.03	n.d.	n.d.	0.00	n.d.
	BDE181	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE190	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE188	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE184	n.d.	n.d.	0.29	n.d.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	BDE179	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.88	0.92	1.17	0.07	n.d.	0.12	1.72
臭素数 8	BDE202	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.02	n.d.	0.61
	BDE197	n.d.	n.d.	1.4	1.6	0.54	0.54	0.54	0.03	0.05	n.d.	n.d.
	BDE203	n.d.	n.d.	0.9	1.0	0.59	0.71	0.53	0.08	0.07	0.07	0.09
	BDE196	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.16	0.10	0.14	0.01	n.d.	0.01	0.01
臭素数 9	BDE208	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	BDE207	n.d.	n.d.	0.17	0.22	0.60	0.57	0.48	0.03	0.04	0.05	n.d.
	BDE206	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.05	0.05	0.00	0.04	n.d.	0.03	0.02
臭素数 10	BDE209	10.0	16.5	2.5	0.85	0.99	0.49	0.49	0.13	0.08	0.11	0.15
PBDE total		11.0	17.1	13.5	5.31	4.49	3.67	3.98	0.40	0.25	0.44	2.70
lower Br PBDEs	1-6Br	0.72	0.54	8.03	1.50	0.45	0.24	0.59	0.01	0.01	0.04	0.10
higher Br PBDEs	7-10Br	10.0	16.5	5.19	3.72	4.04	3.42	3.39	0.40	0.25	0.40	2.60

n.d.: not detected, n.a.: not available 定量限界以下(&lt;LOQ)

Table 5 標準物質に含まれていない同族異性体(Wei et al. 2009を基に推定)

種名	イソハマグリ		ツノメガニ		ムラサキオカヤドカリ							
	軟体部全体		筋肉		筋肉				肝臓			
	n=29	n=30	A	A	B	A	B	A	B	A	B	
分析部位	ウハマ	ニタ	ニシハマ	ニタ	古座間味	ニタ	古座間味	ニタ	古座間味	ニタ	ニタ	
臭素数 4	(BDE45)	n.d.	n.d.	n.d.	0.19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.07
臭素数 6	①(BDE145)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.27
	②(BDE133/136)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.00	0.02	0.24
	③(BDE146)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01	0.07
上記4同族異性体を含むPBDE total		11.0	17.1	13.5	5.5	4.5	3.7	4.0	0.4	0.3	0.5	3.3