

【資 料】

魚介類中の有機スズ実態調査（第3報）
Survey of Organotin Compounds in Fish and Shellfish (3)

赤木正章, 肥塚加奈江, 難波順子, 北村雅美, 金子英史

Masaaki Akaki, Kanae Koeduka, Junko Namba, Masami Kitamura, Hidefumi Kaneko
(Food and Drug Cgemical Reseach Section)

要 旨

岡山県では、県内で流通している魚介類に含まれるトリブチルスズ化合物（以下「TBT」という。）の実態調査を1988年度から行ってきた。調査開始から1992年度にかけて増加し、最大平均濃度0.3 $\mu\text{g/g}$ 程度になったが、その後は急激に減少し、2000年度頃から現在に至るまで、低濃度で推移している。また、2000年度以降に調査しているジブチルスズ化合物（以下「DBT」という。）、ジフェニルスズ化合物（以下「DPT」という。）及びトリフェニルスズ化合物（以下「TPT」という。）については、当初から低濃度で推移している。これまでの調査結果から、魚介類中で検出された各有機スズ化合物の最高値は、TBTはビストリブチルスズオキシド（以下「TBTO」という。）換算、DBT、DPT及びTPTは塩化物換算したところ、TBTは0.089 $\mu\text{g/g}$ 、DBTは0.015 $\mu\text{g/g}$ 、DPTは0.009 $\mu\text{g/g}$ 、TPTは0.045 $\mu\text{g/g}$ であり健康に影響する値よりも小さいと考えられた。

[キーワード：有機スズ化合物, トリブチルスズオキシド, トリフェニルスズ, 魚介類]

[Key Words: Organotin Compounds, TBTO, TPT, Fish and Shellfish]

1 はじめに

トリブチルスズ化合物（以下「TBT」という。）及びトリフェニルスズ化合物（以下「TPT」という。）は、船底防汚塗料や養殖用網の防汚剤として1960年代半ばから大量に使用されてきた。その後、水生生物に対する毒性が強く、魚介類から高濃度に検出されるようになったことから、ビストリブチルスズオキシド（以下「TBTO」という。）は、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）に基づき1990年に第一種特定化学物質に指定された。また、TBT及びTPTも第二種特定化学物質に指定され、製造、輸入及び使用が規制された。国際的には、国際海事機関により2003年以降は有機スズ化合物を含む船底防汚塗料の塗布行為が禁止され、2008年以降は、全船舶から既に塗布されている有機スズ化合物の除去又は溶出防止対策が義務付けられた。

岡山県では、TBTによる汚染状況を把握するため、1988年度から県内に流通する魚介類に含まれるTBTの実態調査を行ってきており、2000年度からは、これに加えてジブチルスズ化合物（以下「DBT」という。）、ジフェニルスズ化合物（以下「DPT」という。）及びTPTの実態調査を行ってきている。この度、調査開始から30年分の結果が得られたので、その概要を報告する。

2 方法

2.1 試料

県内で広く流通しており、消費の機会が多いことが想定されるアジ、マダイ、ハマチ及びカキを用いた。

2.2 調査部位

アジ、マダイ、ハマチは、骨と皮を除いた筋肉、カキは、むき身全体を細切均一化して用いた。

2.3 装置及び測定条件

使用機器

(2000年度) ThermoQuest製イオントラップMS/MSシステム

(2001～2004年度) 日本電子製Automass20

(2005～2008年度) Thermo Quest 製 POLARIS

(2009～2017年度) Varian 製 240MS

以下は、2017年度に実施した測定条件を示す。

使用カラム：Agilent DB-5MS+DG 長さ:30 m+10 m
内径:0.25 mm 膜厚:0.25 μm

昇温条件:60 $^{\circ}\text{C}$ (2 min) \rightarrow 20 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ \rightarrow 130 $^{\circ}\text{C}$ \rightarrow 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ \rightarrow 310 $^{\circ}\text{C}$ (5 min)

注入法：スプリットレス法

注入口温度：270 $^{\circ}\text{C}$

注入量：1 μL

キャリアガス：ヘリウム 流速:1 mL (定流量モード)

イオン化法：EI

イオン化電圧：70 eV

Sorce温度：200 °C

測定法：プロダクトスキャン法

測定イオン

プリカーサーイオン（プロダクトイオン）

TBT 291.0 (235.0)

TBT-d27 318.0 (254.0)

DBT 263.2 (207.0)

DPT 303.1 (275.0)

TPT 351.2 (197.0)

TPT-d15 366.3 (197.0)

(内標準) テトラブチルスズ-d36 318.0 (254.0)

2.4 試験溶液の調製

既報¹⁾のとおり一斉分析法により実施した。すなわち、試料にサロゲート物質を添加し、を臭化水素酸-メタノール/酢酸エチル（1：1）で抽出後、テトラエチルホウ酸ナトリウムにより誘導体化、さらにフロリジル固相カラムにより精製、濃縮して測定液を調製し、GC-MS（又はGC-MS/MS）により測定した。なお、魚介類中の各有機スズ化合物濃度については、TBTはTBTOとして、DBT、DPT及びTPTは各々塩化物として換算した。

3 結果及び考察

3.1 魚介類中の有機スズ化合物の平均濃度の推移（1988～2017年度）

1988年度からのTBT及び2000年度以降の魚介類中のDBT、DPT、TPTの平均濃度の推移を図1に示す。TBTについては、調査開始頃から急激に増加し、1992年度には最大の0.30 $\mu\text{g/g}$ となった。その後、急激に減少し、1995年度には、0.10 $\mu\text{g/g}$ 未満となり、2007年度には、0.010 $\mu\text{g/g}$ 未満となった。DBT及びDPTについては、2000年度の調査開始から、0.010 $\mu\text{g/g}$ 未満であった。TPTは0.010 $\mu\text{g/g}$ より高い値が検出される年度があるものの最大で2000年度の0.019 $\mu\text{g/g}$ であった。なお、平均値の算出に

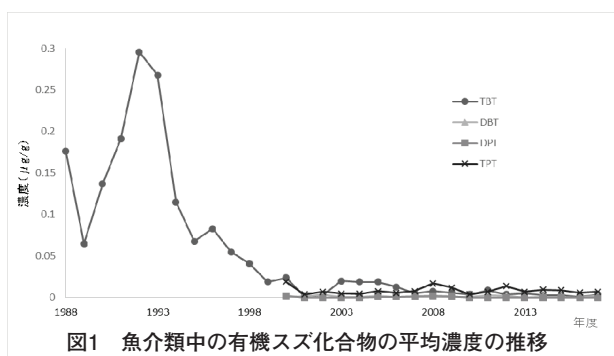


図1 魚介類中の有機スズ化合物の平均濃度の推移

あたり、定量下限値未満の試料は、濃度0 $\mu\text{g/g}$ として計算した。他の自治体でも魚介類中の有機スズ化合物の調査^{2~6)}が行われており、TBTは、1990年度以降急激に濃度が減少し、2000年度以降はほとんどが0.010 $\mu\text{g/g}$ 未満であり、本調査と同程度であった。また、DBT、TPTについても、2000年度以降はほとんどが0.010 $\mu\text{g/g}$ 未満で、本調査と同程度であった。

3.2 個々の試料の有機スズ化合物の検出状況（2000～2017年度）

2000年度以降に調査した魚介類中の有機スズ化合物の各濃度は、表1のとおりであった。天然か養殖の判別がつく魚は、試料名に記載した。また、カキはすべて養殖である。全158試料のうち、TBTは127試料から0.001～0.089 $\mu\text{g/g}$ 検出された。DBTは78試料から0.001～0.015 $\mu\text{g/g}$ 検出された。DPTは36試料から0.001～0.009 $\mu\text{g/g}$ 検出された。TPTは121試料から0.001～0.045 $\mu\text{g/g}$ 検出された。TBTが検出された最高値は、2000年度の県西部のカキで0.089 $\mu\text{g/g}$ であった。DBTが検出された最高値は、2002年度の県西部のカキで0.015 $\mu\text{g/g}$ であった。DPTが検出された最高値は、2000年度の県中部のハマチ2試料で0.009 $\mu\text{g/g}$ であった。TPTが検出された最高値は、2000年度の県中部のマダイで0.045 $\mu\text{g/g}$ であった。最高値は、いずれも調査開始頃に集中していた。

3.3 魚種別の有機スズ化合物の検出状況（2000～2017年度）

2000～2017年度調査における魚介類の種類別の最高値、最低値及び平均値は、表2のとおりであった。カキに含まれるTBT及びDBTの平均濃度は、他の3種に比べてそれぞれ4倍、3倍程度大きかった。一方で、カキのTPTの平均濃度は最も小さくアジヤマダイの平均濃度の1/2未満であった。DPTについては、4種とも平均値が定量下限値程度（0.001 $\mu\text{g/g}$ ）の濃度であった。また、TPTについては、ハマチの平均濃度がアジヤマダイの平均濃度の2倍より大きかった。

3.4 カキと魚類に含まれる有機スズ化合物の平均濃度推移の比較（2000～2017年度）

図2は、カキに含まれる有機スズ化合物の平均濃度の推移を示した。カキでは、ほとんどの年で、TBTの平均濃度が他の3つの有機スズ化合物の平均濃度よりも大きい傾向があった。このことは、カキは、海水中のプランクトンをろ過、捕食しているため、カキが成育している環境を反映していると考えられる。岡山県の化学物質環境モニタリング調査⁷⁾では、岡山県海域の底質中のTBT及びTPT濃度を調査しており、毎年、TBT濃度はTPT濃度よ

表1 試料中の各有機スズ化合物濃度 (2000～2017年度)

年度	試料名	TBT ($\mu\text{g/g}$)	DBT ($\mu\text{g/g}$)	DPT ($\mu\text{g/g}$)	TPT ($\mu\text{g/g}$)	漁獲域 又は産地	体重(g)	体長 (cm)
2000	アジ	0.005	ND	ND	0.025	香川県	174	21
	アジ	0.008	0.005	ND	0.017	香川県	176	21
	マダイ	0.016	0.004	0.001	0.038	県中部	690	28
	マダイ	0.020	ND	0.001	0.045	県中部	860	31
	ハマチ	0.004	ND	0.009	0.020	県中部	2500	48
	ハマチ	0.009	ND	0.009	0.008	県中部	2250	48
	カキ	0.031	ND	ND	0.004	県中部		
	カキ	0.031	ND	ND	0.004	県東部		
2001	カキ	0.089	ND	ND	0.009	県西部		
	アジ	ND	ND	ND	ND	三重県	113	17
	アジ	ND	ND	ND	ND	三重県	113	17
	マダイ	ND	ND	ND	ND	愛媛県	2370	41
	ハマチ	ND	ND	ND	0.008	県西部	1550	40
	ハマチ	ND	ND	ND	0.004	県西部	1420	40
	カキ	0.006	0.007	ND	0.007	県中部	20	
	カキ	ND	ND	ND	0.005	県東部	20	
2002	カキ	0.006	0.007	ND	0.008	県西部	20	
	マダイ	ND	ND	ND	0.008	熊本県	1940	43
	マダイ	ND	ND	ND	0.001	愛媛県	920	32
	アジ	ND	ND	ND	0.003	富山県	38	12
	アジ	ND	ND	ND	0.028	香川県	214	22
	ハマチ	ND	ND	ND	0.002	県西部	2900	48
	ハマチ	ND	ND	ND	0.001	県西部	2900	48
	カキ	0.007	0.008	ND	0.005	県中部	20	
2003	カキ	0.007	0.008	ND	0.006	県東部	20	
	カキ	0.012	0.015	ND	0.007	県西部	20	
	養殖マダイ	0.020	ND	ND	0.001	長崎県	1800	38
	養殖マダイ	0.005	ND	ND	0.001	愛媛県	1100	32
	養殖アジ	0.014	ND	ND	ND	高知県	119	17
	養殖アジ	0.012	ND	ND	ND	愛媛県	163	19
	養殖ハマチ	0.007	ND	ND	0.013	県西部	1880	43
	養殖ハマチ	0.006	ND	ND	0.013	県西部	1880	43
2004	カキ	0.021	ND	ND	0.004	県中部	15	6.5
	カキ	0.020	ND	ND	0.005	県東部	10	6.5
	カキ	0.075	0.007	ND	0.007	県西部	10	7
	養殖マダイ	0.008	ND	ND	0.001	高知県	1150	35
	養殖マダイ	0.005	ND	ND	ND	愛媛県	1050	34
	養殖アジ	0.003	ND	ND	ND	愛媛県	167	19
	養殖アジ	0.013	ND	ND	ND	高知県	139	18
	養殖ハマチ	0.004	ND	ND	0.021	県西部	2580	50
2005	養殖ハマチ	0.011	ND	ND	0.004	県西部	3800	62
	カキ	0.019	0.002	ND	0.004	県中部	10	5
	カキ	0.024	0.001	ND	0.005	県東部	10	6
	カキ	0.083	0.005	ND	0.006	県西部	10	6
	マダイ	0.013	ND	0.001	0.001	愛媛県	1230	39
	マダイ	0.008	ND	ND	0.003	高知県	1150	37
	アジ	0.002	ND	0.001	0.014	長崎県	206	25
	アジ	0.001	ND	0.001	0.011	県中部	190	25
2006	ハマチ	0.003	ND	0.001	0.014	県西部	1130	41
	ハマチ	0.003	ND	0.001	0.014	県西部	1120	40
	カキ	0.041	0.008	0.001	0.006	県中部	13	6
	カキ	0.016	ND	ND	0.004	県東部	10	7
	カキ	0.084	0.009	ND	0.006	県西部	20	7
	マダイ	0.006	ND	ND	ND	愛媛県	1140	39
	マダイ	0.002	ND	ND	0.001	愛媛県	1230	42
	アジ	0.009	ND	ND	ND	高知県	121	20
2007	アジ	0.002	ND	0.003	0.015	香川県	263	27
	ハマチ	0.001	ND	0.003	0.014	県西部	2550	53
	ハマチ	0.001	ND	0.003	0.012	県西部	2180	53
	カキ	0.013	ND	ND	0.002	県中部	10	6
	カキ	0.007	ND	0.001	0.002	県東部	10	6.5
	カキ	0.076	0.008	0.001	0.006	県西部	15	6.5
	マダイ	0.002	0.001	0.002	0.015	県中部	970	32
	マダイ	0.002	0.001	0.002	0.015	県中部	1000	32

年度	試料名	TBT ($\mu\text{g/g}$)	DBT ($\mu\text{g/g}$)	DPT ($\mu\text{g/g}$)	TPT ($\mu\text{g/g}$)	漁獲域 又は産地	体重(g)	体長 (cm)
2007	アジ	0.003	0.001	ND	ND	高知県	132	20
	アジ	0.001	0.001	0.001	0.005	県中部	136	21
	ハマチ	0.001	ND	0.002	0.009	県西部	1040	36
	ハマチ	0.001	ND	0.002	0.013	県西部	1170	38
	カキ	0.012	0.004	0.002	0.002	県中部	5	6
	カキ	0.010	0.003	0.002	0.003	県東部	10	6.5
	カキ	0.016	0.004	0.001	0.003	県西部	10	6
2008	マダイ	0.003	0.001	0.004	0.016	香川県	955	49.0
	マダイ	0.003	0.001	0.002	0.012	香川県	1050	47.0
	天然アジ	0.003	0.001	0.003	0.013	香川県	212	27.0
	天然アジ	0.003	ND	0.002	0.016	香川県	212	26.8
	ハマチ	0.008	0.001	0.005	0.026	県西部	990	44.0
	ハマチ	0.009	0.002	0.002	0.031	県西部	1100	46.0
	カキ	0.010	0.002	ND	0.001	県中部	13	6.5
	カキ	0.014	0.002	ND	ND	県東部	15	7.0
	カキ	0.015	0.004	ND	ND	県西部	10	7.0
2009	養殖マダイ	0.003	0.001	0.001	0.014	香川県	1800	40
	養殖マダイ	0.001	0.001	0.003	0.017	愛媛県	1800	39
	養殖マダイ	0.004	0.001	0.003	0.014	愛媛県	1000	38
	ハマチ	0.004	ND	0.002	0.026	県西部	2400	50
	ハマチ	0.011	0.002	0.002	0.018	県西部	2600	53
	カキ	0.011	0.001	ND	ND	県中部	13	6.4
	カキ	0.008	0.002	ND	0.003	県東部	13	6.8
	カキ	0.012	0.002	ND	ND	県西部	15	6.5
2010	養殖アジ	ND	ND	ND	0.010	高知県	240	25
	養殖アジ	ND	ND	ND	0.008	長崎県	140	20
	養殖マダイ	0.003	ND	ND	ND	愛媛県	1000	33
	養殖マダイ	0.003	ND	ND	ND	愛媛県	1200	34
	ハマチ	0.001	0.002	ND	0.005	北海道	900	35
	ハマチ	0.001	0.002	ND	0.018	島根県	2100	50
	カキ	0.010	0.003	ND	ND	県中部	15	6.4
	カキ	0.010	0.003	ND	ND	県東部	17	7.4
	カキ	0.010	0.004	ND	ND	県西部	13	6.3
2011	養殖アジ	0.001	0.002	ND	0.007	県中部	31	12
	養殖アジ	0.052	0.011	ND	0.015	県中部	120	17
	養殖マダイ	ND	0.001	ND	0.002	愛媛県	1000	32
	養殖マダイ	0.005	0.002	ND	ND	高知県	1200	34
	ハマチ	0.003	0.003	ND	0.019	県西部	1300	40
	ハマチ	0.002	0.002	ND	0.022	県西部	1200	42
	カキ	0.003	0.002	ND	ND	県中部	8	6.0
	カキ	0.003	0.003	ND	ND	県東部	15	7.3
	カキ	0.013	0.005	ND	ND	県西部	7	5.3
2012	養殖アジ	0.001	0.001	ND	0.004	県中部	54	13
	養殖アジ	0.003	0.003	ND	0.007	県中部	18	8.6
	養殖マダイ	0.004	0.002	ND	0.002	愛媛県	930	30
	養殖マダイ	0.003	0.002	ND	0.006	香川県	860	32
	ハマチ	0.004	0.001	ND	0.026	県西部	800	32
	ハマチ	ND	0.001	ND	0.032	県西部	790	32
	カキ	0.008	0.002	ND	0.006	県中部	12	5.5
	カキ	0.005	0.003	ND	0.003	県東部	8	4.7
	カキ	0.009	0.001	ND	0.039	県西部	13	5.8
2013	マダイ	0.001	ND	ND	0.001	愛媛県	1038	30.0
	マダイ	ND	ND	ND	0.006	県中部	523	23.8
	ハマチ	0.004	ND	ND	0.019	県西部	1200	35.0
	ハマチ	0.006	ND	0.001	0.022	県西部	1080	35.0
	カキ	0.007	ND	ND	ND	県中部	14	6.5
	カキ	0.005	ND	ND	ND	県東部	13	6.6
	カキ	0.010	ND	ND	ND	県西部	16	6.9
2014	マダイ	0.002	0.001	ND	0.009	県中部	940	33.0
	マダイ	0.002	ND	ND	0.013	県中部	570	25.0
	ハマチ	0.002	ND	ND	0.032	県西部	3250	52.0
	ハマチ	0.002	ND	ND	0.019	県西部	2560	50.0
	アジ	ND	ND	ND	0.006	愛媛県	109	18.0
	アジ	0.001	ND	ND	0.008	愛媛県	99	17.5
	カキ	0.006	ND	ND	ND	県中部	8	5.2
	カキ	0.004	0.001	ND	ND	県東部	6	5.2

年度	試料名	TBT ($\mu\text{g/g}$)	DBT ($\mu\text{g/g}$)	DPT ($\mu\text{g/g}$)	TPT ($\mu\text{g/g}$)	漁獲域 又は産地	体重(g)	体長 (cm)
2015	カキ	0.009	0.003	ND	ND	県西部	11	5.8
	アジ	ND	ND	ND	0.003	県中部	198	21.1
	アジ	ND	ND	ND	0.001	県中部	197	20.8
	マダイ	ND	ND	ND	0.004	県中部	1000	31.0
	マダイ	ND	ND	ND	0.004	県中部	800	28.0
	ハマチ	0.007	0.001	ND	0.041	県西部	4800	62.0
	ハマチ	0.004	ND	ND	0.031	県西部	5110	59.0
	カキ	0.004	0.001	ND	ND	県中部	15	6.5
	カキ	0.004	0.001	ND	ND	県東部	6	4.9
	カキ	0.006	0.003	ND	ND	県西部	12	5.9
2016	アジ	ND	ND	ND	0.005	県中部	255	23.9
	アジ	ND	ND	ND	0.008	県中部	234	24.1
	マダイ	ND	ND	ND	0.004	県中部	990	32.0
	マダイ	ND	0.001	ND	0.006	県中部	940	32.0
	ハマチ	ND	ND	ND	0.018	県西部	1050	37.0
	ハマチ	ND	ND	ND	0.014	県西部	930	36.0
	カキ	0.005	0.001	ND	ND	県中部	10	6.2
	カキ	0.002	ND	ND	ND	県東部	9	5.7
	カキ	0.005	0.002	ND	ND	県西部	12	6.3
	アジ	ND	0.002	ND	0.007	県中部	260	23.5
2017	アジ	ND	0.001	ND	0.003	県中部	218	22.5
	マダイ	ND	0.001	ND	0.004	県中部	970	32.0
	マダイ	ND	0.001	ND	ND	県中部	1170	33.0
	ハマチ	0.017	0.006	ND	0.022	県西部	1450	41.0
	ハマチ	0.005	0.002	ND	0.022	県西部	1450	41.0
	カキ	0.004	0.001	ND	0.001	県中部	5	12.0
	カキ	0.005	0.001	ND	0.002	県東部	7	10.0
	カキ	0.004	0.011	ND	0.002	県西部	5	7.0

NDは定量下限値未満を示す

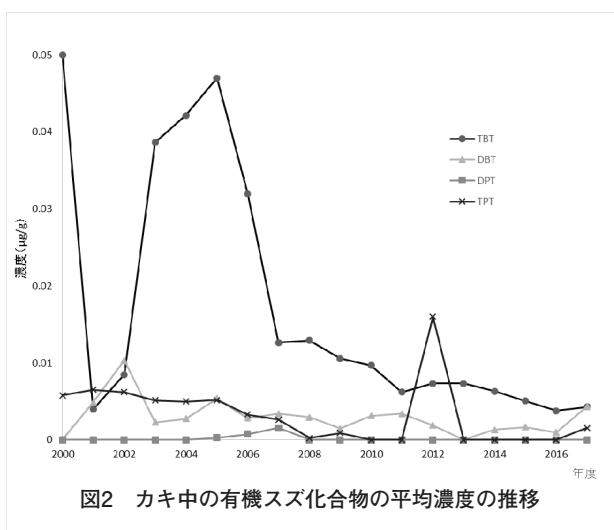


図2 カキ中の有機スズ化合物の平均濃度の推移

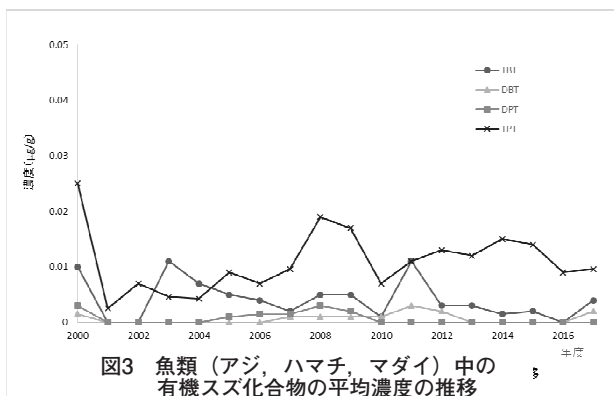


図3 魚類(アジ、ハマチ、マダイ)中の有機スズ化合物の平均濃度の推移

り大きい値となっている。

図3は、魚類(アジ、ハマチ、マダイ)に含まれる有機スズ化合物の平均濃度の推移を示した。魚類では、TPTの平均濃度が、他の3つの有機スズ化合物の平均濃度よりも大きい傾向が見られた。TPTは、TBTに比べて食物連鎖を通じて生物濃縮により、栄養段階が高いほど濃度が大きくなるとの報告⁸⁾があり、魚類は、プランクトンを主食とするカキに比べて、栄養段階が高く、本調査でも同様の結果となった。

4 魚介類の安全性評価

わが国では、TBTとTPTについて、暫定的一日許容摂取量(acceptable daily intake; 以下「ADI」という。)が厚生省通知^{9,10)}により定められており、TBTのADIは $1.6 \mu\text{g/kg/日}$ 、TPTのADIは $0.5 \mu\text{g/kg/日}$ である。20歳以上の日本人の魚介類摂取量は、平成26年の国民健康・栄養調査の結果から、1日あたり74.5 gとされている。それらの値から体重50 kgの人を想定した場合、TBTの暫定許容濃度は $1.1 \mu\text{g/g}$ であり、TPTの暫定許容濃度は $0.34 \mu\text{g/g}$ となる。調査における最高濃度の魚介類をあてはめると、TBTの $0.30 \mu\text{g/g}$ は、暫定許容濃度の27%の濃度、TPTの $0.045 \mu\text{g/g}$ は、暫定許容濃度の13%の濃度であった。このことから、県内に流通する魚介類中の有機スズ

化合物濃度は、現在の濃度がこれらに比べて相当の低濃度であることを考慮すると、健康に与える影響は少ないものと判断される。

5 まとめ

岡山県内で流通している魚介類に含まれる有機スズ化合物濃度を1988年度から調査したところ、次に示すとおりであった。

(1) 魚介類中のTBT平均濃度は1990年代に0.30 $\mu\text{g/g}$ 程度まで増加したが、2000年度頃からはTBT, DBT, DPT, TPTとも0.010 $\mu\text{g/g}$ 程度又はそれ以下の低濃度で推移している。

(2) カキは、4つの有機スズ化合物の中ではTBT濃度が高い傾向があった。一方、魚類ではTPT濃度が高い傾向にあった。

(3) 現在の魚介類中の濃度から、ADIが示されているTBT及びTPTについては、健康に与える影響は少ないものと判断される。

タリ ング 調 査<http://www.pref.okayama.jp/page/detail-92488.html> (確認：2018年10月19日)

- 8) 山田久:有機スズ化合物の海域環境における挙動と魚類による生物濃縮に関する研究,瀬戸内水研報1, 97-162, 1999
- 9) 厚生省生活衛生局乳肉衛生課長通知：衛乳第18号, 魚介類中のビストリブチルオキシド (TBTO) について (通知), 1985
- 10) 厚生省生活衛生局乳肉衛生課長通知：衛乳第20号, 魚介類中の有機スズ化合物について, 1994

文 献

- 1) 山辺真一, 武志保, 難波順子, 今中雅章:魚介類中の有機スズ実態調査, 岡山県環境保健センター年報28, 115-119, 2004
- 2) 藤本啓, 上野健一, 田沢悌二郎, 橋本論, 平間祐志ら:北海道近海産魚介類中の有機スズ化合物 (ジブチルスズ, トリブチルスズ, トリフェニルスズ) 汚染モニタリング調査 (平成11年度～平成18年度) (第2報), 道衛研所報57, 51-56, 2007
- 3) 藤本良昭, 橋本論, 西村一彦, 山口博美, 平間祐志ら:北海道近海産魚介類中の有機スズ化合物 (ジブチルスズ, トリブチルスズ, トリフェニルスズ) 汚染モニタリング調査 (平成19年度～平成26年度) (第3報), 道衛研所報65, 79-81, 2015
- 4) 大藤升美, 八島哲, 北野隆一, 井上知明, 小松正幹:魚介類中の有機スズ化合物含有量の調査結果 (1988-1998年), 京都府保環研年報44, 60-63, 1999
- 5) 茶谷祐行, 大藤升美, 都築英明, 柳瀬杉夫, 北野隆一ら:魚介類中の有機スズ化合物含有量の調査結果 (1999-2008), 京都府保環研年報53, 29-31, 2008
- 6) 小野恭司, 水石和子, 浜野朋子, 萩野周三:魚介類中のトリブチルスズ及びトリフェニルスズ化合物の含有量 (2005～2007年度), 東京健安七報59, 221-228, 2008
- 7) 岡山県環境管理課ホームページ:化学物質環境モニ