

## 有機スズ化合物のリスク評価における不確実性の解析に関する研究

分担研究者 (株)三菱化学安全科学研究所 技術グループ 吉田 喜久雄

(研究協力者) 同上 栢田 基司

### 研究要旨

日本人が多量に摂取する魚介類を汚染しており、巻き貝に内分泌攪乱的影響を示す有機すずの摂取量と一日許容摂取量(ADI)との比率(HQ)を検討した結果、東京湾、大阪湾及び瀬戸内海で取れる魚介類を常食する集団の場合、トリブチルスズ(TBT)についてはHQが1を超える確率はそれぞれ、33%、64%及び26%であると推定された。魚介類常食者に対するHQの50パーセンタイル値は、大阪湾のTBTの場合を除き、1より低くマーケットバスケット方式で実施されている曝露調査結果に基づくHQ値(TBT:0.28, トリフェニルスズ=TPT:0.11)と大きく異ならなかった。しかしその変動範囲は広く、HQの95パーセンタイル値はTBTで3以上、TPTで2以上であり、常食者集団内に高いリスクを被る個人が存在するが示唆された。

### A. 研究目的

トリブチルスズ化合物(TBT)、トリフェニルスズ化合物(TPT)等の有機スズ化合物は藻類等への強い殺生力を有するため、船舶の船底塗料等として使用されてきたが、1990年に化学物質審査規制法に基づきビス(トリブチルスズ)オキシド(TBTO)が第一種特定化学物質に、TPT 7物質とTBTOを除くTBT 13物質が第二種特定化学物質に指定され、製造等が規制されるに至っている。

しかし、環境庁が1985年からTBTについて、また1989年からTPTについても実施している生物モニタリング<sup>1)</sup>において、魚介類中のTBT及びTPT濃度は減少傾向にあるものの、未だに東京湾、大阪湾、瀬戸内海等では、かなりの検体でTBT及びTPTが検出されている(Fig. 1)。

日本人の有機スズ化合物の潜在摂取用量については、1990年からマーケットバスケット方式で調査が実施されている。TBT及びTPTは大気吸入経路の曝露の可能性はないとされては大気吸入経路の可能性はないとされており、ほぼ95%以上は魚介類経路の摂取で、残りは海藻を含む野菜類経路の摂取とされている。1997年の調査では、ともに塩化物としてTBTが0.046 µg/kg/day, TPTが0.054 µg/kg/dayと報告さ

れている<sup>2)</sup>(算出に際して、日本人の体重は50kgと仮定されている)。

しかしながら、実際には、人の体重及び魚介類の摂取量には個人差(分布)が存在するため、曝露集団を構成する各個人に対する潜在用量は同一の値ではなく各人で異なり、したがって曝露集団に対する有機スズ化合物のリスクも分布が存在する。

本研究では、環境庁から公表されている有機スズ化合物の生物モニタリング結果をもとに、東京湾、大阪湾あるいは瀬戸内海で魚介類を常食する集団を構成する個人に対するTBT及びTPTの人健康リスクを個人の変動性に伴う不確実性の分析を含めて評価した。

### B. 研究方法

東京湾、大阪湾及び瀬戸内海で漁獲される魚介類を常時食することによるTBTとTPTの日平均摂取量(µg/kg/day)は、これらの海域での魚介類中濃度(Cf, µg/g-wet)と魚介類・魚類加工品の摂取量(If, g/day)の積を体重(BD, kg)で除して求めた。

不確実性分析のため、魚介類中濃度、魚介類等の摂取量及び体重の出現確率密度関数

(PDF)を設定した。魚介類中の TBT 及び TPT 濃度の PDF は環境庁による平成2年～平成8年の7年間の生物モニタリング結果から対数正規分布を設定した。魚介類等の摂取量の PDF は報告されている平均と標準偏差<sup>3)</sup>の対数正規分布を仮定した。これは水俣病患者に魚介類をかなり多量(320 g/day)に常食した人がいたことを考慮したためである<sup>4)</sup>。体重は厚生省の国民栄養調査成績<sup>5)</sup>のデータを基に正規分布を設定した。

魚介類経由の TBT 及び TPT 摂取に伴う常食者のリスクは、次式で判定した。

$$HQ = \frac{Cf_i \cdot If}{BW \cdot Rfd_i}$$

ここで、HQ は非発がん影響に対するリスク記述子、Hazard Quotient であり、Rfd は有害な健康影響に対する参照用量である。

TBT の Rfd としては、TBTO による最もクリティカルな影響と考えられる免疫抑制に対する無影響量から経口曝露の指針値とされた値<sup>6)</sup>を採用したが、NOEL と benchmark dose 法での LED10 から推定される Rfd が若干異なるため、これを不確実性分析で考慮するため指針値を最尤値とする三角分布を設定した。TPT の Rfd としては、JMPR が勧告している許容一日摂取量<sup>2)</sup>を採用した。

HQ の不確実性分析のために設定した魚介類中濃度、魚介類等の一日摂取量、体重及び Rfd の PDF を Table 1 に示す。不確実性分析のための Monte Carlo シミュレーションは、Microsoft Excel 上で Crystal Ball (DECISIONEERING)を用いて行った。

### C. 研究結果及び考察

東京湾、大阪湾及び瀬戸内海の魚介類を常食

する集団を構成する個人に対する TBT 及び TPT によるリスクに対する HQ の 5～95 パーセンタイル値の区間を Fig. 2 及び Fig. 3 に示す。これらの図には、1997 年のマーケットバスケット方式の調査結果から推定される HQ 値も示す。

Fig. 2 及び Fig. 3 に示すように、魚介類常食者に対する HQ の 50 パーセンタイル値 (●で示す) は、大阪湾の TBT を除き、1 より低く、また、マーケットバスケット方式で実施されている曝露調査結果に基づく HQ 値 (TBT:0.28, TPT:0.11) と大きく異ならなかった。しかし、図に示すように、その変動範囲 (垂直線で示す) は広く、HQ の 95 パーセンタイル値は TBT で 3 以上、TPT で 2 以上であり、常食者集団内に高いリスクを被る個人が存在するが明らかになった。

また、TBT により被るリスクに対する HQ が 1 を超える確率は東京湾、大阪湾及び瀬戸内海でそれぞれ、33%、64%及び26%、TPT では、それぞれ、16%、29%及び13%であった。

TBT 及び TPT は同時に摂取される上に、ともに免疫系への影響が低用量で観察されていることから<sup>2)</sup>、他の地域に比べて高いリスクが懸念される大阪湾での魚介類常食者に対する有機スズ化合物の曝露をより詳細に評価すべきであると思われる。

TBT の HQ に対する各種パラメータの感度解析結果 (Fig. 4) から明らかなように、魚中濃度及び魚介類一日摂取量の HQ に対する順位相関値が大きく、これらのパラメータが HQ の変動性に大きく影響している。

したがって、今後詳細に有機スズ化合物によるリスクを評価する際には、魚介類中の濃度に加えて、漁獲される魚介類を常食する集団の魚介類等の一日摂取量等についても詳細に調査すべきであると考えられる。

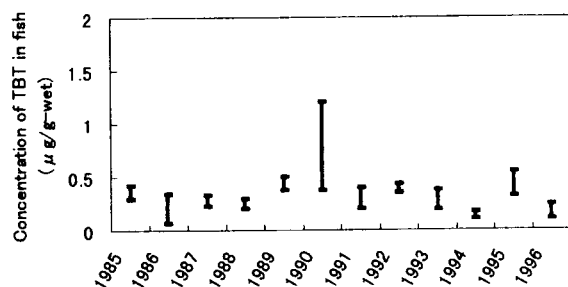


Fig.1 Change of TBT levels in fish of Osaka Bay

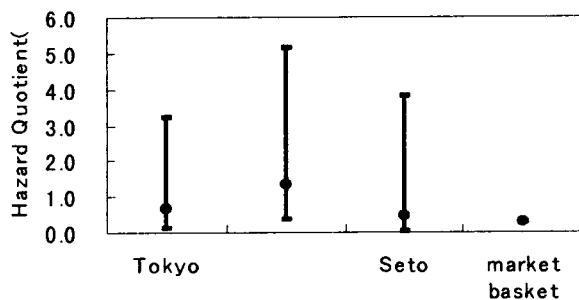


Fig.2 Range from 5 to 95 percentiles of HQ for TBT

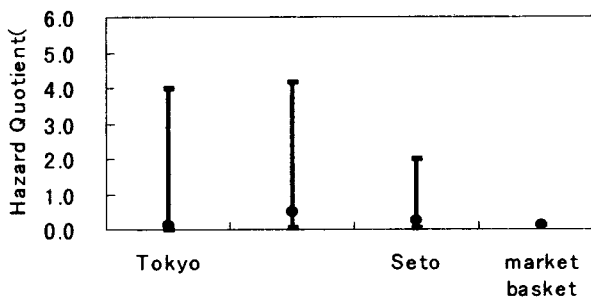


Fig.3 Range from 5 to 95 percentiles of HQ for TPT

Target Forecast : hazard quotient

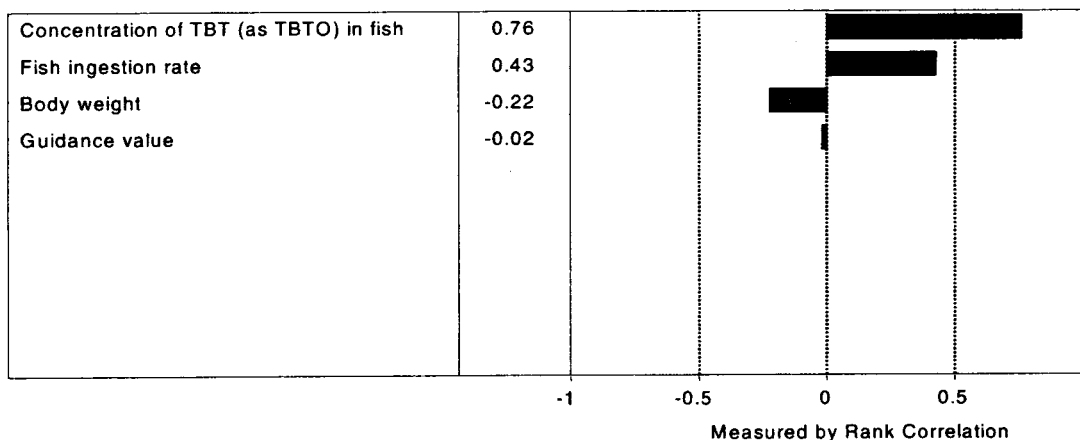


Fig.4 Sensitivity Chart

Table 1 List of Probability Distribution Functions

Parameter	Symbol	Probability distribution Function	
		type	Parameters
Concentration of TBT in fish, $\mu\text{g/g-wet}$	$Cf_{TBT}$	log-normal	gm = 0.14/0.28/0.10*, gsd= 2.15/1.82/3.14*
Concentration of TPT in fish, $\mu\text{g/g-wet}$	$Cf_{TPT}$	log-normal	gm = 0.04/0.18/0.08*, gsd= 7.68/3.24/3.45*
Fish-ingestion rate, g/day	$If$	log-normal	gm = 83.5, gsd = 1.67
Body weight, kg	$BW$	normal	$\mu = 59.1, \sigma = 8.8$
RfD of TBT, $\mu\text{g/kg/day}$	$RfD_{TBT}$	triangular	min = 0.25, max = 0.34, most likely value = 0.30
RfD of TPT, $\mu\text{g/kg/day}$	$RfD_{TPT}$	--	0.50

\* : The Tokyo Bay/The Osaka Bay/The Inland Sea of Japan, respectively  
 gm: geometric mean, gsd: geometric standard deviation,  $\mu$ : arithmetic mean,  
 $\sigma$  : arithmetic standard deviation

## 参考文献

1. 環境庁 (1992-1998): 化学物質と環境, 平成3年度版~平成9年度版
2. 関沢純 (1998): わが国の有機錫汚染による健康および, 環境影響リスクの評価, *Bull. Natl. Inst. Health Sci.* 116 126-131.
3. 環境庁ダイオキシンリスク評価検討会 (1997): ダイオキシンのリスク評価, 央法規出版
4. Nakanishi, J. (1998): Dioxins---from the Risk Assessment Perspectives. Proceedings of the 1st International Workshop on Risk Evaluation and Management of Chemicals. Yokohama.
5. 厚生省 (1998): 平成8年度国民栄養調査成績
6. International Programme on Chemical Safety (IPCS) (1998): Concise International Chemical Assessment Document, Tributyltin Oxide