

メジナに対する酸化トリブチルスズの急性毒性

誌名	東海区水産研究所研究報告
ISSN	00408859
著者	角埜, 彰 木村, 関男
巻/号	123号
掲載ページ	p. 41-44
発行年月	1987年11月

メジナに対する酸化トリブチルスズの急性毒性

角埜 彰・木村 関男

Acute Toxicity of Bis (tributyltin) oxide to Girella (*Girella punctata*)

Akira KAKUNO · Sekio KIMURA.

Abstract: Bis (tributyltin) oxide (TBTO) had been widely used as an active ingredient of anti-fouling paints. Recently, the toxicity of TBTO has caused public discussions. Therefore, acute toxicity of TBTO was tested on girella. The 48-hour median lethal concentration (LC_{50}) was 5.2 ppd, and the 96-h LC_{50} was 3.2 ppb. Test solutions were renewed every 24 hours, and TBTO contents in seawater were determined initially and finally. Final contents decreased about 60% of initial values.

Our LC_{50} values were much lower than previous by reported ones (48-h LC_{50} = 94 ppb⁷⁾: same species). Probably, this difference was attributed to the complex TBTO behaviour in experimental seawater.

In the concentration over 3 ppb, girella lay down on the bottom, stopped opercular movement, and died without agitation. It seemed that they were paralyzed with TBTO.

有機スズ化合物は、フジツボ、藻類等の水生生物の付着を防止する防汚剤として、船底塗料、漁網、網生簀等に広く用いられてきた。中でも、Bis (tributyltin) oxide (以下TBTOと略す)は、防汚剤としての効果が大きく、有効期間も長いので、広く使用されていた。しかしながら、TBTOは、人体に対してかなり毒性が強いことが知られており、魚類への蓄積性も高い²⁾ため、最近ではTBTOの海域における汚染が問題となっている。海産生物に対するTBTOの毒性についての研究は数多く行われているが、魚類に関する試験データは少ない。そこで、TBTOのメジナ (*Girella punctata*) に対する急性毒性評価試験を行ったので、ここに報告する。

材料及び方法

実験には荒崎地先の磯で採取し、当研究所で3~4ヶ月飼育した当歳魚のメジナ (体重: 2.4 ± 0.4 g, 体長: 4.4 ± 0.3 cm; 平均値±標準偏差) を用いた。供試魚は実験開始1週間前より恒温水槽中で試験水温 (平均 20.2°C) に順化し、実験開始に先だて2日間餌止め後、使用した。

試験に用いたTBTOは、Aldrich Chemical Company製である。

LC_{50} の測定は、DOUDOROFF *et al.* (1951)³⁾の方法に準じて行った。実験濃度は、予備試験の結果より、TBTOとして18, 13.5, 10.0, 7.5, 5.6, 及び4.2 ppbと設定した。

実験には、約30ℓ容量の円筒型ガラス水槽を用い、予め砂及び活性炭で濾過した海水を約20ℓ入れ、恒温水槽中に設置し、一昼夜通気しながら実験水温とした。試験水の調製は、このように準備した各水槽中へ1,000 ppmのTBTO-アセトン溶液を前述の各濃度となるように添加して20ℓに調節後、十分に攪拌した。また、対照として無添加区を設けた。試験は1濃度区で2水槽とし、1水槽に供試魚を5尾ずつ収容して96時間観察を行った。試験期間中、通気は行わず試験水を24時間毎に交換した。なお、10.0, 7.5, 5.6, 4.2 ppb, 及び対照区の試験水を調製直後と24時間後の交換前にそれぞれ採取し、日本冷凍食品検査協会に依頼して、原子吸光法⁹⁾により分析し、TBTOの濃度を算出した。

結果及び考察

10.0, 7.5, 5.6, 4.2 ppb, 及び対照区の試験水調製直後と24時間後のTBTOの実測濃度の平均値はそれぞれ、 6.0 ± 0.8 , 4.3 ± 1.1 , 3.9 ± 1.0 , 2.5 ± 0.6 , 及び0 ppm (平均値±標準偏差)であった。この実測値からLC₅₀値を求めると、表1に示したように、48時間LC₅₀値が5.2 ppb, 96時間LC₅₀値が3.2 ppbとそれぞれ推定された。また、10.0, 7.5, 5.6, 及び4.2 ppb区のTBTO濃度の平均低下率が61%であることから、18及び13.5 ppb区のTBTO存在量を算出し、24時間LC₅₀値を推定すると、9.6 ppbとなった。

表2に、すでに報告されている各種海産魚類に対するTBTOのLC₅₀値を示した。2例を除いて試験水の

Table 1. LC50 values of TBTO for girella and water quality data

Hours		Water temp. (°C)	DO (ppm)	Specific gravity	pH
48 (ppb)	96 (ppb)				
5.2*	3.2*	20.2±0.3**	4-8	1.0250-1.0255	7.8-8.1

* Analyzed seawater.

** Mean±standard deviation.

Table 2. Previous reported LC50 values of TBTO for seawater teleostei

Species (size)	Hours		Authors
	48	96	
	(ppb)		
<i>Agonus catophractus</i> (?)	—	16	Hall <i>et al.</i> (1982) ⁵⁾
<i>Solea solea</i> (adult)	—	36	
(larvae)	—	2	
<i>Alburnus alburnus</i> (?)	—	15	
<i>Citharichthys stigmæus</i> (?)	—	20*	
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i> (24.5g)	—	1.5*	Short <i>et al.</i> (1987) ⁶⁾
<i>Fugu niphobles</i> (7.0g)	170	—	Sudou <i>et al.</i> (1970) ⁷⁾
<i>Audeuduf vaigiensis</i> (1.0g)	40	—	
<i>Girella punctata</i> (2.5g)	94	—	
(7.0g)	140	—	

* TBTO contents of sewerage were analyzed, however, TBTO contents in others were calculated.

TBTO 濃度の測定について記載されておらず、魚種による差異もあるであろうが、本実験結果よりも高い値が多く、メジナに対して TBTO は従来報告されていた LC₅₀ 値よりも低い値で毒性を発現することが判明した。すなわち、須藤らの報告⁷⁾では、48 時間 LC₅₀ 値は 2.5 g のメジナで 94 ppb、7.5 g では 140 ppb (通気、試験水は交換せず) と本実験での値の数十倍になっている。TBTO は器壁に吸着し易いことが知られており⁸⁾、本実験においても TBTO は試験水中に設定濃度の 61% しか存在していない。従って、この差異には恐らく試験水の TBTO 濃度の測定や、試験水の交換をしなかったことなども関与しているのではないかと推測される。

次に、TBTO がメジナに与えた特徴的影響として観察されたことは、麻痺性致死効果とも言える症状を示したことである。

まず、設定濃度 18 ppb 区では実験開始 6 時間後頃からメジナの行動が鈍化し始め、体色も黒化した。そして、24 時間後には 70% が死亡した。

13.5 ppb 区では、24 時間後頃から体色が黒化、行動も鈍化し、着底して胸鰭を斜め前に出して体の横臥を防止するかのような状態となり、30 時間後には底で横転する個体も現われ、48 時間後には全部死亡した。

10.0 ppb 区では、30 時間後頃から行動が鈍化し始め、横臥する個体もあった。48 時間後には 80% が死亡し、72 時間後には全部死亡した。

7.5 ppb 区では、24 時間後まで何ら影響は認められなかったが、48 時間後には 20% が死亡し、生存している個体の中には横転しているものもいた。そして、72 時間後には 100% 死亡した。

5.6 ppb 区では、54 時間後頃から体色が黒化した個体が現われ始め、72 時間後には 50% 死亡し、96 時間後には 100% 死亡していた。

4.2 ppb 区では、96 時間後まで全部生存していた。また、対照区には何ら異常は認められなかった。

以上のように、肉眼的観察による TBTO の毒性の発現は、まず高濃度でメジナの麻痺したような行動の鈍化→横臥→鰓蓋運動の停止という状態が生じ、時間の経過に伴って順次低濃度区でもこの症状が現れるようになった。なお、観察した限りでは、狂奔状態を示す個体は認められなかった。また、死亡魚の約 50% は尾鰭、胸鰭等に出血が認められた。

CHLIAMOVITCH & KUHN (1977)⁹⁾は、TBTO の急性毒性により *Tilapia rendalli* の縞紋様が目立つようになり、また、1,170 ppb 区では狂奔、117 ppb 区では正の走流性の喪失、11.7 ppb 区では運動量の低下、反応の鈍化を観察している。さらに、5,850 ppb で 10 分間暴露したニジマス (*Salmo gairdneri*) では鰓上皮の浮腫が観察されている。

有機スズ化合物の人体に対する毒性としては、まず中枢神経を侵す性質があり、大量に摂取すると肝障害や貧血を起こす¹¹⁾ことも知られている。さらに、トリアルキルスズ化合物は動物に対して、ミトコンドリアにおける酸化活性に影響を及ぼしたり¹⁰⁾、ヒツジの中枢神経系に影響を与えたりする¹²⁾といわれている。

従って、本実験で観察されたことは、麻痺したように行動が鈍化し、死に至るという症状であり、このことから、TBTO は魚類においても神経系に何らかの影響を与えているように思われる。

要 約

荒崎地先産のメジナ当歳魚 (体重 2.4 g、体長 4.4 cm) を用いて TBTO の急性毒性試験を行った。試験水の TBTO の実測値より LC₅₀ 値を推定した結果、48 時間 LC₅₀ 値は 5.2 ppb、96 時間 LC₅₀ 値は 3.2 ppb であった。TBTO の急性毒性により、メジナは麻痺したように行動が鈍化し、水槽の底に横臥し、やがて死亡した。

本報作成に当り有益な御助言を賜った、東海区水産研究所里見至弘水質部長、梅津武司汚濁対策研究室長には厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) CLAYTON, G. D. and F. E. CLAYTON : *Patty's industrial hygiene and toxicology* vol 24. John Wiley and Sons. N. Y. p 1958 (1981).
- 2) WARD, G. S., G. C. CRAMM, P. R. PARRISH, H. TRACHMAN, and A. SLESINGER : *Aquatic Toxicology and Hazard Assessment; Fourth Conference*, p 183-200, ASTM STP 737, D. R. Branson and K. L. Dickson, Eds., American Society for Testing and Materials, Spec. Tech. Publ. U. S. A. (1981).
- 3) DOUDOROFF, P., B. G. ANDERSON, G. E. BURDICK, P. S. GALTISOFF, W. B. HART, R. PATRICK, E. G. STRONG, E. G. SURBER, and W. M. VANHORN : *Sewage and Industrial Waste* 23 (11), 1380-1397 (1951).
- 4) 三島昌夫 · 丸山武紀 · 小日山正剛 · 村上千秋 · 熊谷昌士 · 住吉雅己 · 旭 武 · 野沢稔雄 · 田中良和 · 小川 晃 · 松月典昭 · 南保 隆 · 小野惠一 · 高橋正紀 · 伊藤一夫 : *分析化学* 33(8), T 57 - T 60 (1984).
- 5) HALL, L. W. Jr. and A. E. PINKNEY : *C. R. C. Critical Review in Toxicol.* 14(2), 159-202 (1985).
- 6) SHORT, J. W. and F. P. THROWER : *Aquaculture* 61, 193-200 (1987).
- 7) 須藤俊造 · 相良順一郎 · 小川良徳 · 梅林 脩 · 荒木公一 : *水産増殖* 18(4), 163-176 (1970).
- 8) MAGUIRE, R. J., J. H. CAREY and E. J. HALE : *J. Agric. Food Chem.*, 31, 1060-1065 (1983).
- 9) CHLIAMOVITCH, Y. P. and C. KUHN : *J. Fish. Biol.* 10, 575-585 (1977).
- 10) FISHER, F. : Preliminary investigation of effects on the environment of boron, indium, nickel, selenium, tin, vanadium, and their compounds. Vol. V. Tin. Environ. Prot. Agency - 560/2 - 75 - 005 E. Washington, DC. p 80 (1975).
- 11) ZUCKERMAN, J. J., R. P. RESIDORF, H. V. ELLIS III. and R. R. WILKINSON : Organotins in biology and the environment p 383-424, *In* F. E. Brinckman and J. M. Bellama [ed.] *Organometals and organometalloids : occurrence and fate in the environment.* ACS Symposium Series 82. Am. Chem. Soc. Washington, DC. (1978).