

船底防汚物質のウニに対する複合影響

○常政典貴¹

(¹ (一財) 広島市都市整備公社下水道部)

【はじめに】

従来から船舶、海中構造物、魚網用の防汚剤として使用されてきた T B T 等の有機スズ化合物は、その毒性と蓄積性から問題となり、2008 年 9 月に有機スズ剤を含む船舶塗料の使用が禁止となった。それに伴い、有機スズ剤に代わる代替物質の研究が行われ、わが国では現在、TPBP, Diuron, Sea-Nine211, CuPt, Znpt, Irgarol 1051 などが使われていると考えられる。

当初、これらの物質は分解が早く、海水中で検出はされることはないと思われていた。しかしながら、世界各地で海水中への残留や底質への蓄積が報告されており、瀬戸内海でも残留が確認されている。また、有機スズ剤に代わる代替物質の海洋生物に対する毒性については、TBT に匹敵する毒性が認められた物質もあり、それらへの影響が懸念される。

今回の研究では、広島湾北部海域で検出された Sea-Nine 211, Diuron, Irgarol 1051 について、海洋生物に対する影響が、複数の物質が存在した際に、どのように変化するかを検討した。

【方法】

毒性試験は、有機スズ代替物質を既存濃度(0.0, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10, 20, 50, 100ppb)に調整した人工海水 10ml を 6 穴マイクロプレートに入れた後、バフンウニの卵 20 個、1000 倍に希釈した精子を 100 μ l ずつ添加して受精させた後、20°C で 72 時間培養することにより行った。同濃度につき、6 穴を用いた。また、受精させた時刻を毒性試験の開始時刻とした。

有機スズ代替物質は、広島湾北部海域で検出された Sea-Nine 211, Diuron, Irgarol 1051 を用いた。ウニ受精卵への影響は、72 時間後にプルテウス幼生にならなかった卵の数を計数することによりおこなった。

EC10、EC50 の計算は、日本環境毒性学会の EcoTox ver.3 を用いておこなった。

複合影響の評価は、既存濃度に調整した Sea-Nine 211 に、広島湾北部海域で検出された Diuron、Irgarol 1051 の最高濃度を追加添加して実施した。

実施方法は以下のとおり

- 1 Sea-Nine 211+Diuron 0.4 μ g/l
- 2 Sea-Nine 211+Irgarol 1051 0.1 μ g/l
- 3 Sea-Nine 211+Diuron 0.4 μ g/l+Irgarol 1051 0.1 μ g/l

Combined effect on sea urchins (*Hemicentrotus pulcherrimus*) of antifouling substances

Noritaka Tsunemasa

Hiroshima City of Urban Development Corporation

ougi 1-1-1,nishi-word,hiroshima,hiroshima 733-0831, Japan

E-mail:gesui019@hts.hiroshima.jp, Tel:082-276-5361, Fax:082-501-5271

【結果と考察】

毒性試験の結果は以下のとおりで、ウニ受精卵に対する Sea-Nine 211 の毒性は、以前の研究でおこなった TPBP よりも強かった。また、Diuron ($0.4 \mu\text{g/l}$)のみを追加添加した際には毒性が増加し、Irgarol 1051 ($0.1 \mu\text{g/l}$)のみを追加添加した際には毒性に変化は見られなかった。また、Diuron ($0.4 \mu\text{g/l}$)と Irgarol 1051 ($0.1 \mu\text{g/l}$)を追加添加した際には、わずかに毒性が増加する傾向がみられた。

Diuron と Irgarol 1051 は元々、海藻など植物の生育阻害を目的として使用されているもので、ウニやカキなどの動物性プランクトンにはほとんど毒性がないとされている。しかし今回の毒性試験では、Diuron ($0.4 \mu\text{g/l}$)が同時に存在することにより、Sea-Nine 211 の毒性が増加する結果となった。

Sea-Nine 211 と Diuron がどちらもウニ受精卵に対して毒性を有する物質であれば、濃度加算で毒性が増加したと考えられるが、Diuron の毒性はほとんど無いと考えられるので、今のところどのような作用が起こっているのかは分からない。

Table Effective concentration of antifouling compounds to sea urchin embryo

antifouling compound's name	72hr	
	EC10	EC50
Sea-Nine 211	3.0(2.6-3.4)	19(13-28)
Sea-Nine 211+Diuron ($0.4\mu\text{g/l}$)	0.57(0.51-0.64)	7.8(5.0-12)
Sea-Nine 211+Irgarol 1051 ($0.1\mu\text{g/l}$)	2.5(2.2-2.9)	20(13-30)
Sea-Nine 211+Diuron ($0.4\mu\text{g/l}$)+Irgarol 1051 ($0.1\mu\text{g/l}$)	1.0(1.0-1.1)	17(10-29)
EC50 = 50% effective concentration($\mu\text{g/l}$)	() = 95% confidence interval	
EC10 = 10% effective concentration($\mu\text{g/l}$)		

【結論】

今回、Sea-Nine 211, Diuron, Irgarol 1051 を使ってウニ受精卵に対する複合影響を調べた結果、本来、動物性プランクトンには毒性がほとんどないと考えられている Diuron が、ウニ受精卵に強い毒性を示した Sea-Nine 211 と共存することにより、さらに毒性が強まることが明らかとなった。

Diuron は、海域での検出率が高い船底防汚物質の 1 つであり、Sea-Nine 211 と同時に検出される確率も高い。海産生物への影響が懸念される状況であることから、今後も海域でのモニタリング調査を継続することが重要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) Noritaka Tsunemasa, Hideo Yamazaki. Concentration of Antifouling Biocides and Metals in Sediment Core Samples in the Northern Part of Hiroshima Bay. International Journal of Molecular Sciences (2014) 15: 9991-10004
- 2) Noritaka Tsunemasa, Ai Tsuboi, Hideo Okamura. Effects of Organoboron Antifoulants on Oyster and Sea urchin embryo development. International Journal of Molecular Sciences (2013) 14: 421-433
- 3) Noritaka Tsunemasa, Hideo Okamura. Effects of Organotin Alternative Antifoulants on Oyster Embryo. Arch Environ Contam Toxicol (2011) 61:128-134
- 4) 常政典貴ほか: 有機スズ代替船底防汚剤による広島湾北部海域の底質汚染状況, 環境化学, 18, 19-27 (2008)
- 5) 常政典貴ほか: 広島湾北部における有機スズ代替船底防汚剤による海域の汚染状況について, 環境化学, 16, 201-211 (2006)

An aerial photograph of a coastal region. A dark blue river or inlet flows through a landscape of green hills and some urban development. Several buildings, including what appear to be industrial or commercial structures, are visible along the riverbanks. The overall scene is a mix of natural and built environments.

船底防汚物質のウニに対する複合影響

第27回環境化学討論会

2018年5月24日

沖縄県市町村自治会館

(一財)広島市都市整備公社

常政 典貴

研究の背景と目的

- ・ 有機スズ化合物は、高い環境残留性、毒性及び生物蓄積性から使用が禁止されている。
- ・ 有機スズ化合物に代わる代替物質の研究が行われ、現在はそれらが使われている。
- ・ 代替物質は、海水中での分解が速く検出されないと思われていたが、世界各地で海水中への残留や底質への蓄積が報告されている。

研究の背景と目的

- ・ 代替物質の中には、海洋生物に対してTBTに匹敵する毒性が認められたものもあり、影響が懸念される。
- ・ 今回の研究では、複数の代替物質が存在した際に、海洋生物に対する毒性がどの様に変化するかを検討した。

試薬及び材料

- ・供試防汚物質は、広島湾北部海域で検出された Irgarol 1051(イルガロール)、Diuron(ジウロン)、Sea-nine211(シーナイン)の3種類を用いた。
- ・供試生物は、三浦半島で採取された *Hemicentrotus pulcherrimus*(ハブウニ)を用いた。

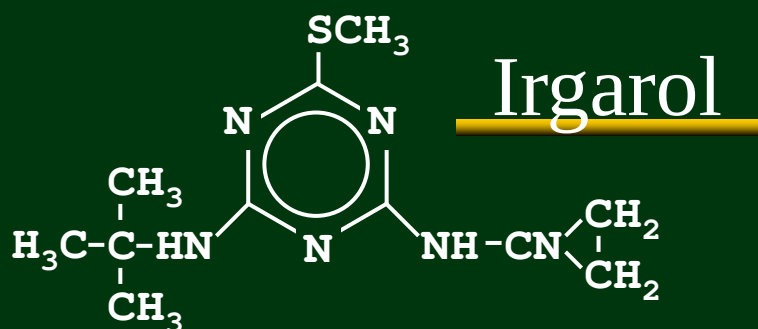
毒性試験の方法

- ・供試物質はジメチルホルムアミドに溶解後、人工海水で希釈し、既存濃度(0.0,0.1,.....100ppb)に調整した。
- ・試験溶液を6穴マイクロプレートに10mlずつ入れ、同濃度につき6ウェルを用いた。
- ・卵を各ウェルに20個ずつ入れた後、人工海水で1000倍に希釈した精子を各ウェルに100 μ lずつ入れ受精させた。
- ・20°Cで72時間培養後、顕微鏡で観察し、プルテウス幼生にならなかった卵の数を計数した。

毒性試験の方法

- ・毒性試験の解析は日本環境毒性学会のECOTOX ver.3を使用し、EC10、EC50を算出した。
- ・複合影響の評価は、既存濃度に調整したSea-Nine211に、広島湾北部海域で検出されたDiuron, Irgarol 1051の最高濃度を追加添加して行った。
- ・Sea-Nine211+Diuron 0.4 μ g/l
- ・Sea-Nine211+Irgarol1051 0.1 μ g/l
- ・Sea-Nine211+Diuron 0.4 μ g/l+Irgarol1051 0.1 μ g/l

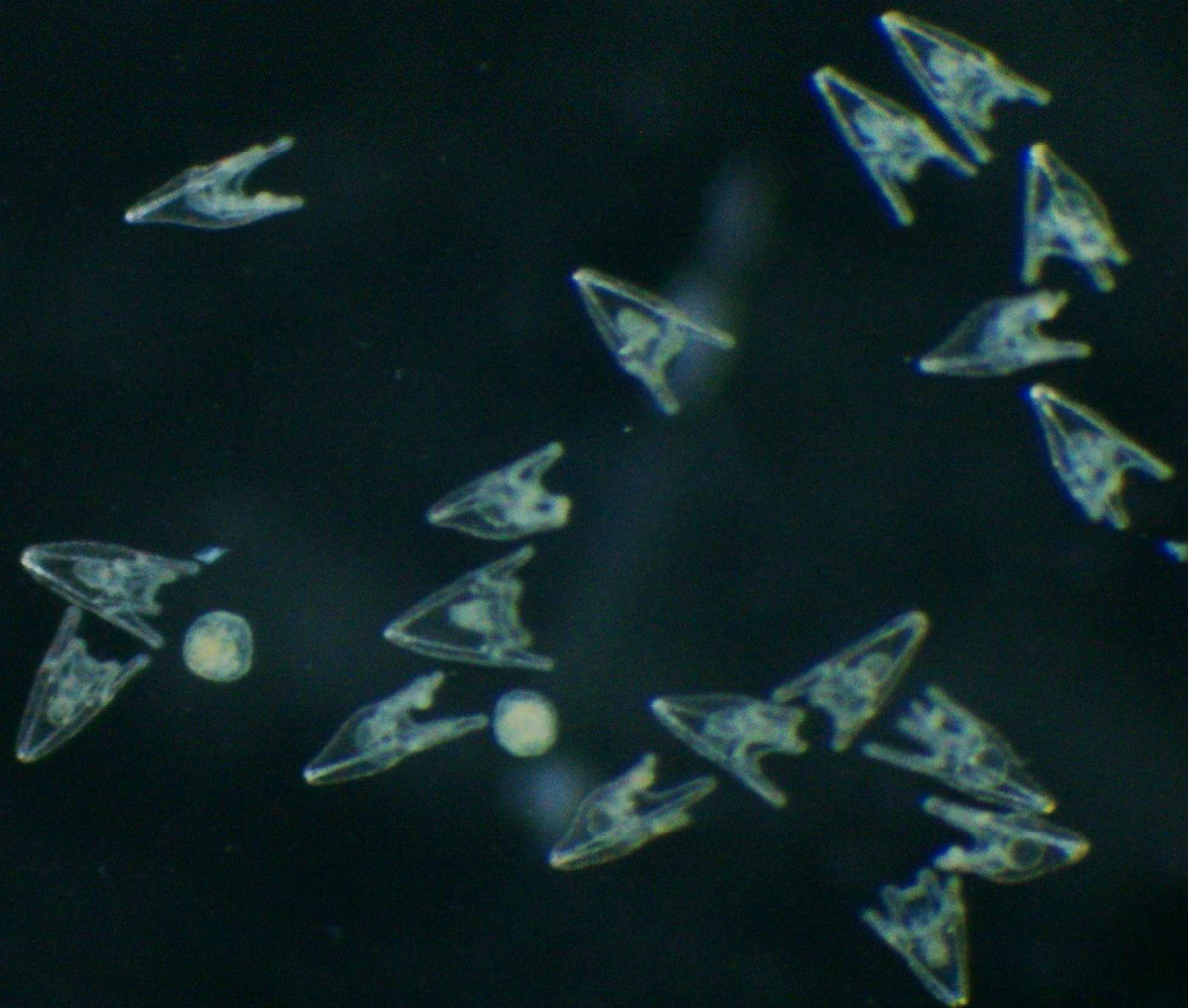
Structures of antifouling compounds



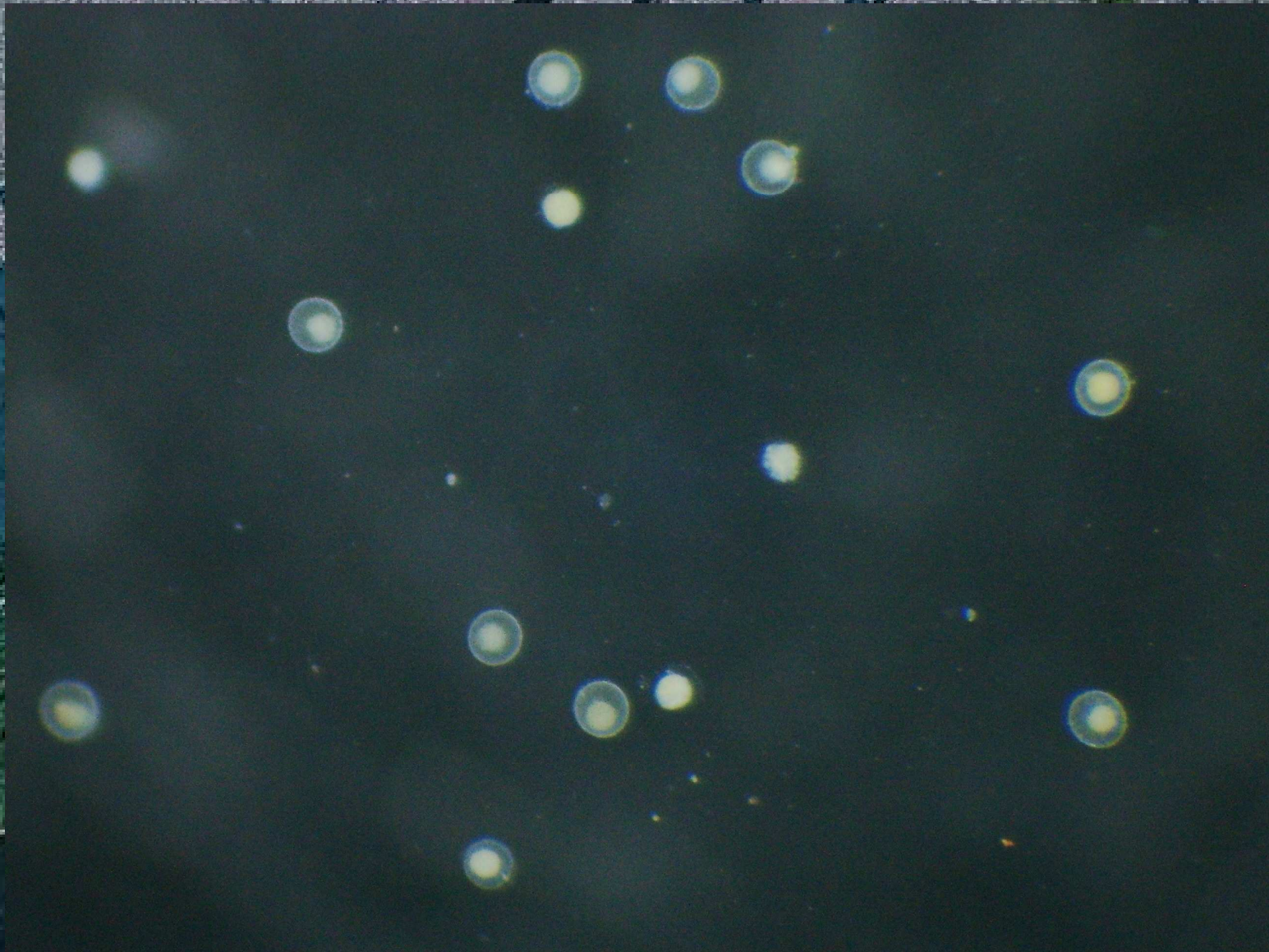
プルテウス幼生



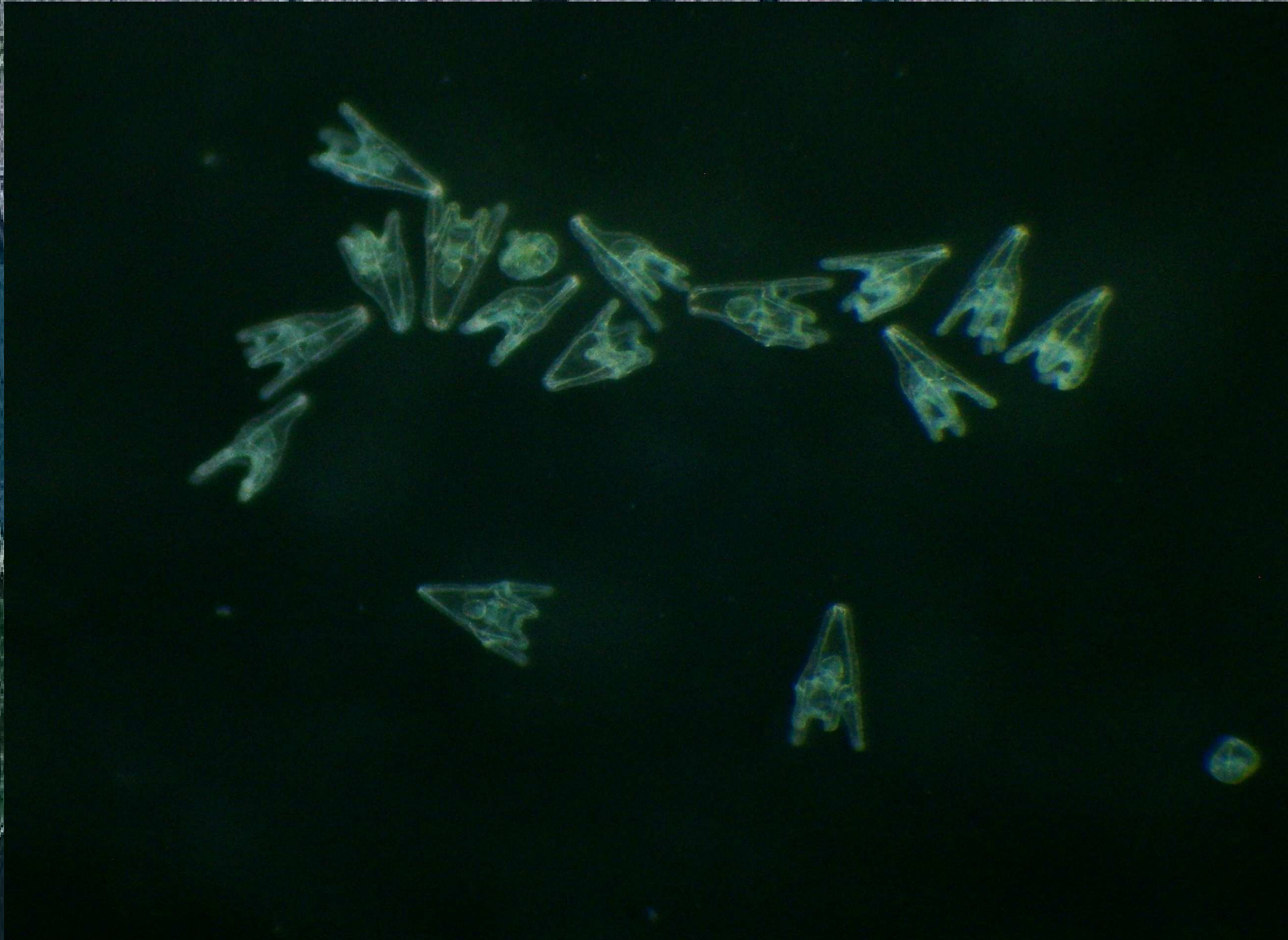
Control



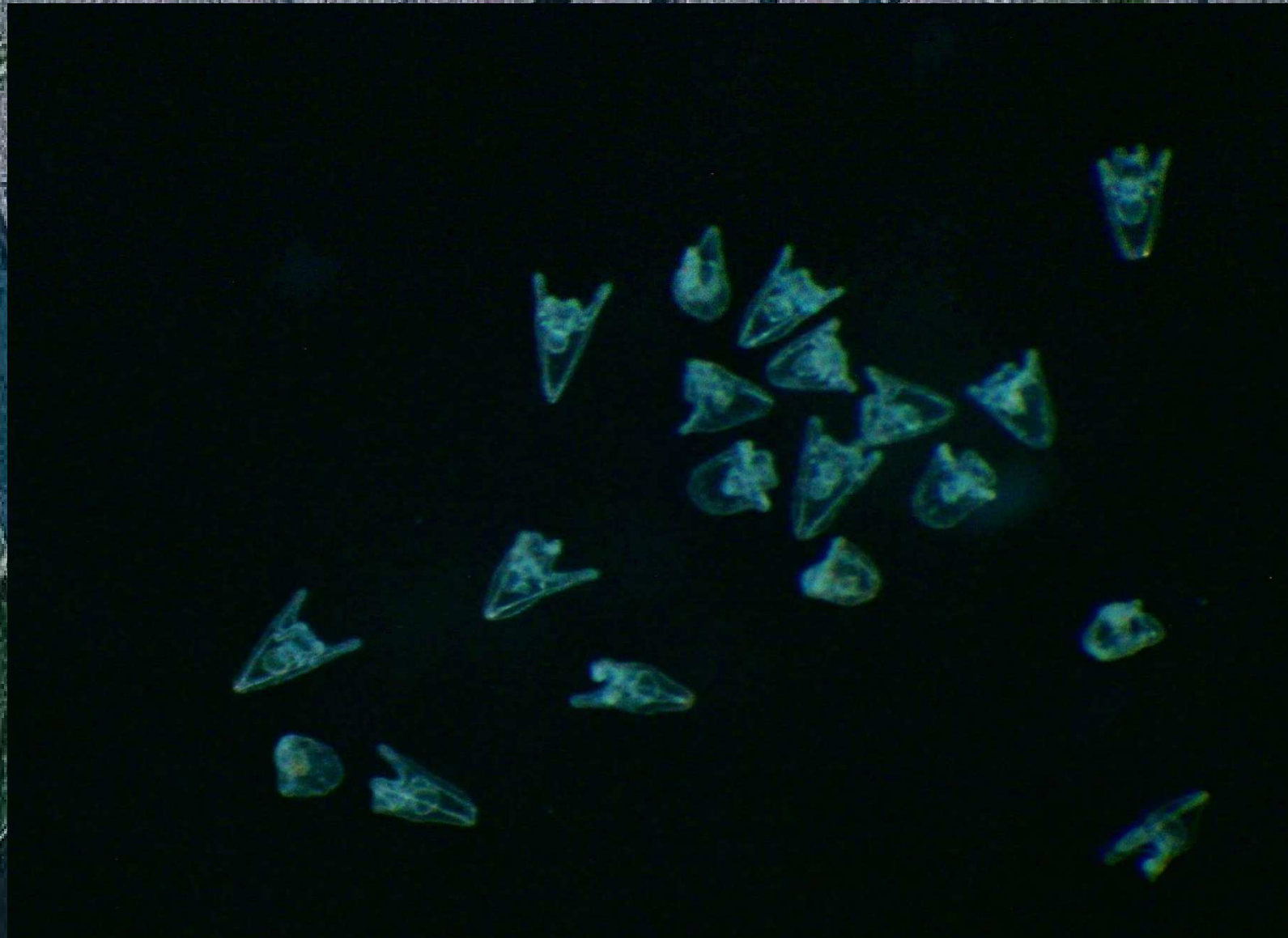
Sea-Nine 211 50 μ g/l



Sea-Nine 211 0.1 μ g/l



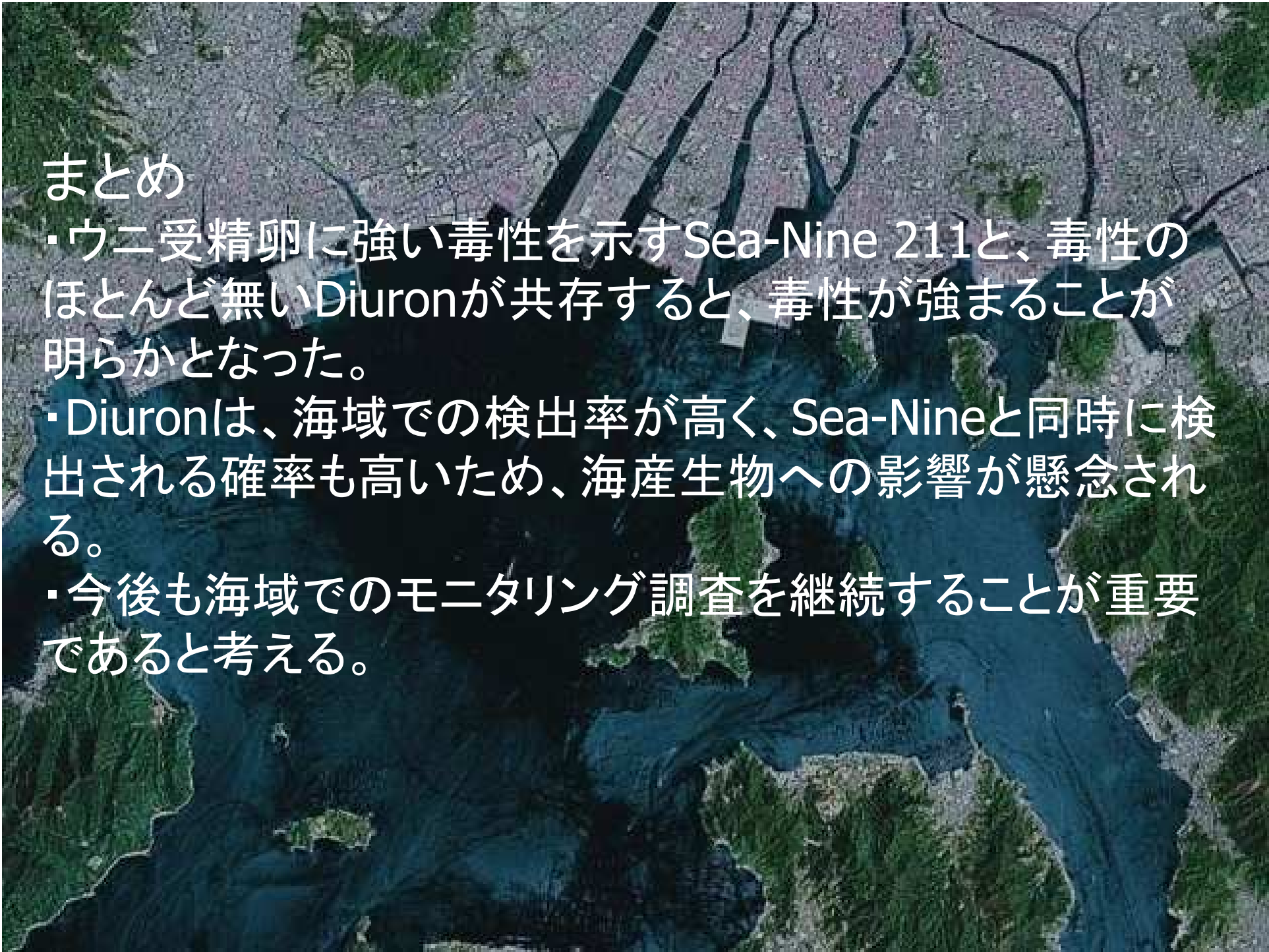
Sea-Nine 211 $0.1\mu\text{g/l}$ +Diuron $0.4\mu\text{g/l}$



結果

Table Effective concentration of antifouling compounds to sea urchin embryo

antifouling compound's name	72hr	
	EC10	EC50
Sea-Nine 211	3.0(2.6-3.4)	19(13-28)
Sea-Nine 211+Diuron (0.4 μ g/l)	0.57(0.51-0.64)	7.8(5.0-12)
Sea-Nine 211+Irgarol 1051 (0.1 μ g/l)	2.5(2.2-2.9)	20(13-30)
Sea-Nine 211+Diuron (0.4 μ g/l)+Irgarol 1051 (0.1 μ g/l)	1.0(1.0-1.1)	17(10-29)
EC50 = 50% effective concentration(μ g/l)	() = 95% confidence interval	
EC10 = 10% effective concentration(μ g/l)		



まとめ

- ・ウニ受精卵に強い毒性を示すSea-Nine 211と、毒性のほとんど無いDiuronが共存すると、毒性が強まることが明らかとなった。
- ・Diuronは、海域での検出率が高く、Sea-Nineと同時に検出される確率も高いため、海産生物への影響が懸念される。
- ・今後も海域でのモニタリング調査を継続することが重要であると考える。



ご清聴ありがとうございました

参考文献に示した論文は、すべてResearch Gateで公開しており、入手可能です。