

グループ名 ・代表者名	諫早湾アオコ研究チーム ・梅原 亮	助成金額	50 万円
連絡先など	熊本県立大学大学院 環境共生学研究科 umehara84@gmail.com		
助成のテーマ	諫早湾干拓調整池におけるアオコの大発生と アオコ毒の堆積物および水生生物への蓄積と健康リスク		

【調査研究・研修の概要】

目的 諫早湾干拓事業により造成された調整池において、アオコによって生産された毒素ミクロシチンが、諫早湾および有明海奥部の堆積物にどのように広がり、そこに住む底生生物にどれほど蓄積し、生物濃縮はしているのかという点について明らかにすることを目的とした。

方法 調整池、諫早湾および有明海奥部において、水質・底質調査を実施し、アオコ毒素を定量した。

成果 調整池内でアオコが生産した毒素ミクロシチンが、年間を通して排水とともに海域（諫早湾）へと排出されており、諫早湾および有明海奥部の堆積物に蓄積していた。調整池および諫早湾に棲息する小さな底生生物に蓄積した微量なミクロシチンが、食物連鎖を通して、それらを摂餌する生物に生物濃縮していた。

【調査研究・研修の経過】

2011年4月、5月、7月、8月、9月、10月、11月、2012年2月、3月
調整池において水質・底質調査

2011年9月、11月、2012年3月

諫早湾および有明海奥部海域において多地点採泥調査

2011年9月17-19日

2011年度日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会発表



調整池の空撮写真（毎日新聞 2007年11月20日）

【今後の展望など】

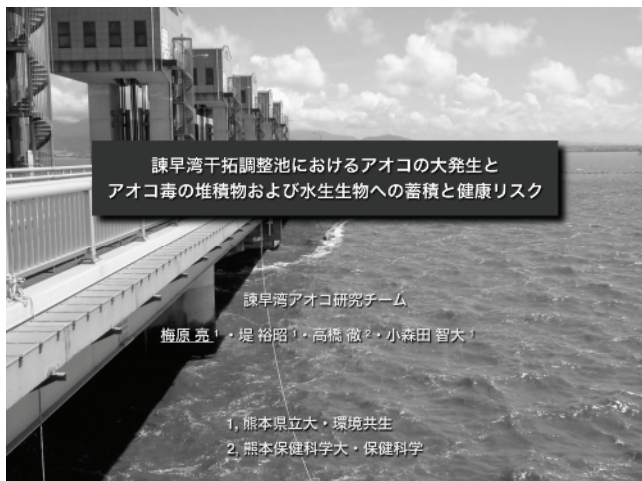
・毎年、大量のミクロシチンが生産される状態が続けば、調整池や諫早湾に棲息する水生生物に食物連鎖を通して蓄積し、生物濃縮される過程が進行していくことが懸念されるため、一刻も早く調整池の水門を開いて海水を導入し、塩分の上昇によってアオコの発生を防ぐ必要がある。

・今後も、調整池を含めた有明海全体の調査を継続して行う。

会計報告書の概要（金額単位：千円）			充当した資金の内訳		
支出費目	内 訳	支出金額	高木基金の 助成金を充当	他の助成金 等を充当	自己資金
旅費	調整池調査交通費（フェリー代）	47	47		
資料費					
機材・備品費					
会議費					
印刷費					
協力者謝礼など	一日一人6,000円 x 7日	42	42		
外部委託費					
その他	調整池備船費、毒素分析キット、水サンプル送料	509	284	225	
合 計		598	373	225	

参考文献（ウェブサイトや書籍、成果物など）

- ・高橋 徹、堤 裕昭、羽生 洋三（2010）諫早湾調整池の真実，かもがわ出版，東京，150 pp.
- ・九州農政局HP. 諫早湾からの新たな一歩，諫早湾干拓事業. <http://www.maff.go.jp/kyusyu/nn/isahayaindex.html>



はじめに：アオコの主な発生場所

湖 琵琶湖 <日本> (Kumagai & Roberts, 1996) Lake Erie's <U.S.A> (Makarewicz, 1993) 微池 <中国> (Yu et al. 2007) Polar lakes <北極・南極> (Vincent, 1988)	ダム Hartbeespoort Dam <南アフリカ共和国> (Gumbo et al. 2008) Zemborzycki Dam <ポーランド> (Pawlik-Skowronska et al. 2004)
調整池 諫早湾調整池 <日本> (高橋ら, 2010) 児島湾調整池 <日本> (村上ら, 1999) Copco Reservoir <U.S.A> (Bozarth et al. 2010)	閉鎖性海域 Baltic Sea <北白ロシア> (Koronen et al. 1996)

はじめに：アオコ毒マイクロシステン

- アオコのマイクロシステス、ドリコスヘルムム、ノストック、プランクトリックスおよびオシラトリア属が産生する藍藻毒である。
- ほ乳類に対して強い肝臓毒性を有する。
- 物理・化学的に安定な物質である。

WHOの基準 (1998)

飲料水 (1 µg/L), 環境水 (20 µg/L)

耐用一日摂取量 (0.04 µg/kg/day)

2010年8月25日 (x200)

2011年5月21日 (x200)

調整池で
大発生した
有種アオコ

世界におけるマイクロシステンによる事故の報告例

- ブラジルにおいて、マイクロシステンで汚染された人工透析液の使用により76人が死亡した。(Carmichael et al. 2001)
- カナダにおいて、アオコが大発生した湖の水を飲料したことで、家畜が死亡し、13人の遊泳者が中毒症状を示した。(Dillenberg & Dehné, 1980)
- イギリスにおいては、軍の訓練中にアオコが大発生した湖の水を誤飲したことで、18人の兵士が中毒症状を起こした。(Turner et al. 1990)
- 日本では、現在までに人への健康被害は報告されていないが、アオコが大発生していた岡山県の児島湾において、水鳥の大量死が報告されている。(原ら, 2001)

はじめに：諫早湾干拓事業

- 国営複式干拓事業 (長崎県)
- 湖受け堤防：約 7 km (1997年建設中)
- 農地：約 1,000 ha
- 調整池：約 2,600 ha
- 目的：農地および農業用水確保、高潮・洪水防止
- 調整池内：有毒アオコの発生とマイクロシステンの生産 (Umehara et al. 2012)
- 諫早湾への年間排水量：約 4 億 t
- 水生生物への蓄積の報告があるため (Magalhães et al. 2003)、調整池および諫早湾に棲息する生物への生物濃縮が懸念される。
- これまでの研究成果により、調整池内のボラや堤防付近のマガキにマイクロシステンが蓄積していたことを確認している。(高橋ら 2010)

目的

2008年5月～2012年3月に、調整池、諫早湾および有明海奥部海域において、水、堆積物および生物のマイクロシステン含量を測定し、

諫早湾調整池で生産されたアオコ毒素の水辺生態系への移行過程を明らかにする。

材料と方法

調査期間 2008年5月～2012年3月 ▶ 調整池 (計32回)、諫早湾 (計8回)、有明海奥部 (計3回)

調査地点

調整池および諫早湾

9地点

有明海奥部

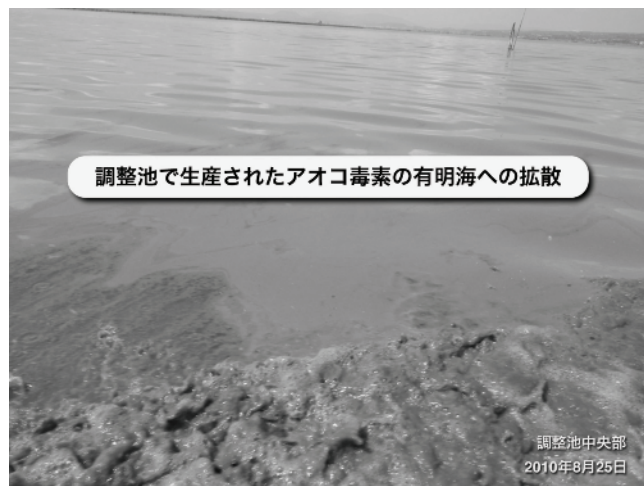
18地点

調査項目

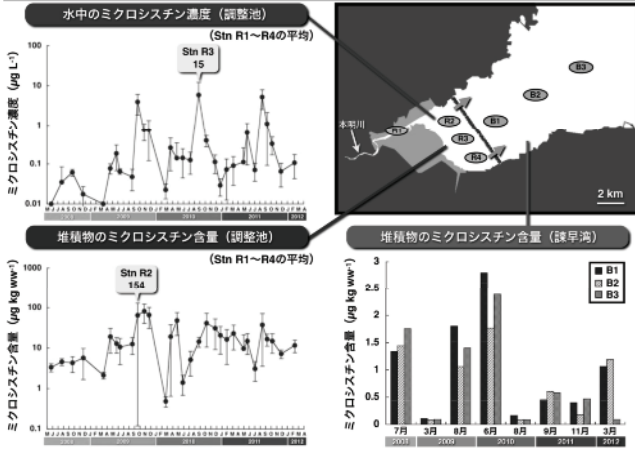
水	堆積物	生物
採水容器による採水	エクマン・バージ採泥器による採泥	採泥器、漁網および手による採集
表層水 (0m) を採取	堆積物表層 (0-1cm) を採取	水辺に棲息する生物を採集

マイクロシステンを抽出

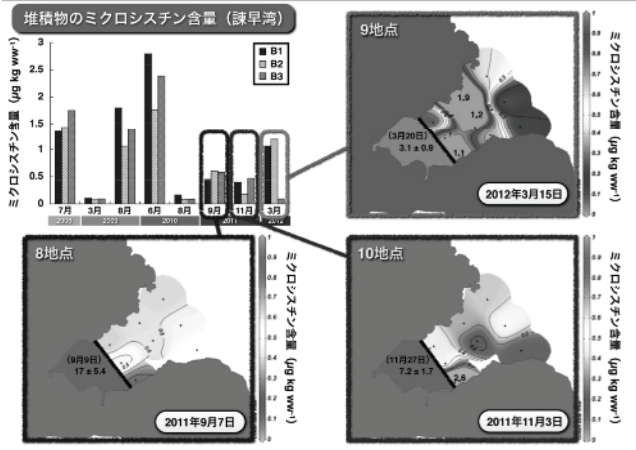
ELISA法を用いてマイクロシステンを定量



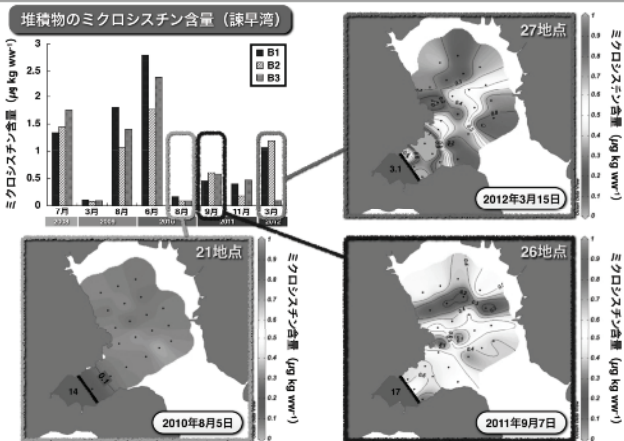
結果：調整池における有毒アオコの大発生および諫早湾への排出



結果：諫早湾における堆積物のマイクロシスチン含量の水平分布



結果：有明海奥部における堆積物のマイクロシスチン含量の水平分布



アオコ毒素の水辺生物への蓄積



結果：調整池に棲息する水生生物へのマイクロシスチンの蓄積

ボラ (Mugil cephalus) のマイクロシスチン含量

2011年4月30日	コイ	ナマス
肝臓	U.R.	0.003
精巣 or 卵巣	U.R.	
筋肉	U.R.	U.R.

耐用一日摂取量 = 0.04 µg/kg/day (WHO)
2.4 µg/day (体重60 kg)
ボラの肝臓を約1gww 食べるとWHOの基準を超える。

課題：調整池に棲息する底生生物にも高濃度のマイクロシスチンが蓄積している可能性がある。
調整池に棲息する底生生物の総重量：2.3 (gww/m²)
毒素の抽出が困難
ドレッジを引くなどして、底生生物を大量に採取し、マイクロシスチン含量を測定する必要がある。

結果：諫早湾に棲息する水生生物へのマイクロシスチンの蓄積

潮受け堤防近隣のマガキ (Crassostrea gigas) に蓄積したマイクロシスチン量

有明海 18 km

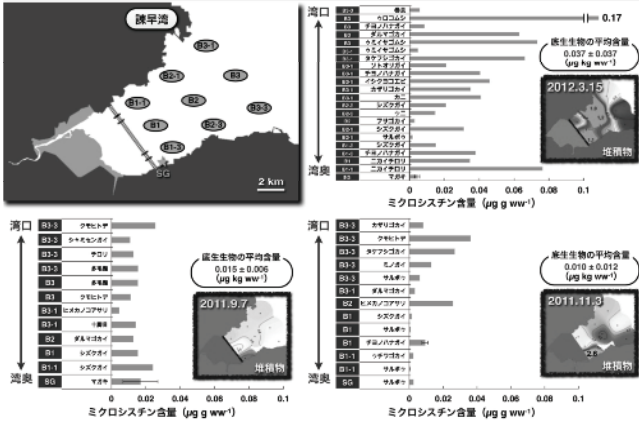
北部排水門 南部排水門

耐用一日摂取量 = 0.04 µg/kg/day (WHO)
2.4 µg/day (体重60 kg)
マガキを約6gww (1~2個) 食べるとWHOの基準を超える。

2011年度における詳細な時系列変化の概要から、アオコが大発生した8月の翌月(9月)に諫早湾のマガキのマイクロシスチン含量が増加したことが明らかとなった。
2010年以降、含量は低い傾向にあるが、度々毒性を考えると、餌口制限は必要である。

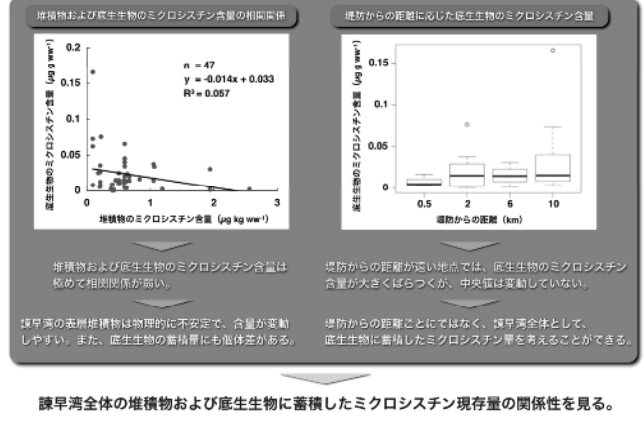
結果：諫早湾に棲息する水生生物へのマイクロシステンの蓄積

諫早湾に棲息する底生生物に蓄積したマイクロシステンの量

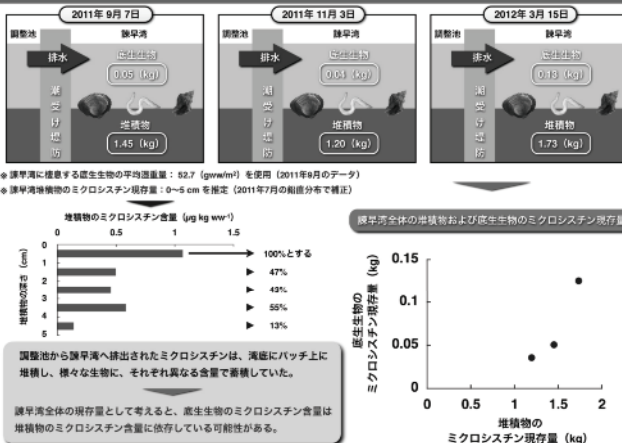


結果：諫早湾における堆積物および底生生物のマイクロシステンの関係

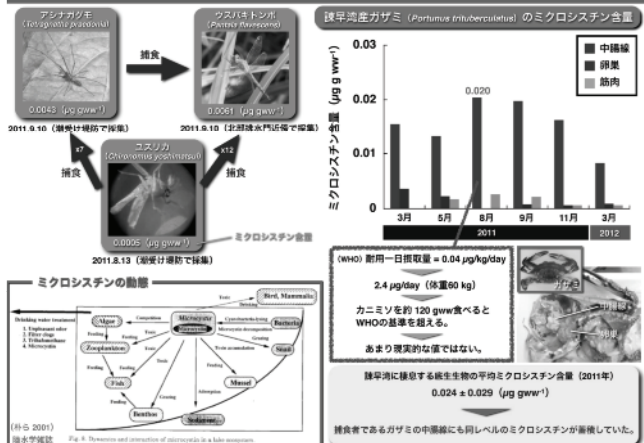
諫早湾における2011年9月および2012年3月のデータ



結果：諫早湾における堆積物および底生生物のマイクロシステンの関係



結果：生物濃縮



考察

- 調査池内でアオコが生産した毒素マイクロシステンは、年間を通して排水とともに海域（諫早湾）へ排出されていた。
 - マイクロシステンは諫早湾および有明海奥部へ拡散して堆積物に蓄積しており、諫早湾の含量が高い時期には、有明海奥部においても含量が高い傾向が見られた。
 - 諫早湾に棲息する底生生物にマイクロシステンの蓄積しており、蓄積傾向には個体差があるが、諫早湾全体の現存量として考えると、底生生物のマイクロシステンの含量は堆積物のマイクロシステンの含量に依存している可能性がある。
 - 諫早湾の前部排水門付近はマイクロシステンの溜まりやすい場所（ホットスポット）であり、そこで生育するマガキから2007～2008年に高い含量を検出した。
- 2010～2011年は含量が低い傾向であったが、慢性影響を考慮し、終口摂取は控えるべきである。
- 食物連鎖を通して、毒素が高次消費者（クモ、トンボおよびガザミ）に生物濃縮していた。
- 諫早湾に棲息する様々な食物連鎖上位の生物に含まれる毒素量をさらに調べる必要がある。

ご清聴ありがとうございました。

----- 謝辞 -----

本研究の調査実施に際し、助成して頂きました
高木仁三郎市民科学基金様に、厚く御礼を申し上げます。