

会長賞受賞者記念講演

マボヤの貝毒対策に関する研究

宮城県水産技術総合センター 気仙沼水産試験場

主任研究員 田邊 徹

【背景と目的】

宮城県沿岸では、春季に麻痺性貝毒、春季から夏季にかけて下痢性貝毒が発生、しばしば濾過食性生物が毒化し産業上大きな影響を及ぼす。このうち、ホタテガイについては貝毒成分が主に蓄積される中腸線を除去する処理加工を行い、無毒化を図ることで貝毒の発生期間中でも水揚げができるルールを整備し運用されている。貝毒の発生期間はマボヤ出荷の盛期であり、この期間の貝毒による出荷自主規制措置は産業上非常に影響が大きい。本研究は、これまで十分に知見のなかったマボヤにおける麻痺性貝毒及び下痢性貝毒の毒成分の器官偏在を明らかにし、処理加工による無毒化の可能性について検討することを目的とした。

【内 容】

宮城県沿岸でマボヤが下痢性貝毒により毒化した 2017 年及び麻痺性貝毒により高毒化した 2020 年に、それぞれ宮城県気仙沼市階上地先及び女川町塚浜地先において養殖されていたマボヤをサンプリングし、経時的に器官ごとの毒成分の含有量を分析した。その結果、下痢性貝毒については期間を通じて肝臓のみで検出され、麻痺性貝毒については他の二枚貝類と比べ日ごとの減衰率が高いこと、また特に高毒化期では 80%以上の毒成分が肝臓に偏在していることを明らかにした。

【成果と波及効果】

これまで知見が十分になかった貝毒毒化期間中における毒成分の器官偏在を明らかにし、肝臓除去により無毒あるいは減毒化が図れることを明らかにした。このことにより、今後マボヤの貝毒毒化期間中において処理加工により出荷できる可能性を示した。マボヤにおける貝毒成分の器官偏在や、毒化特性等については別紙 4 報の公表論文にまとめた。

マボヤの貝毒対策に関する研究

宮城県水産技術総合センター 気仙沼水産試験場
課代表者 主任研究員 田邊 徹

令和7年11月18日 令和7年度全国水産試験場長会

- マボヤ *Halocynthia roretzi* は脊索動物門尾索動物亜門ホヤ綱に分類され日本各地の他、朝鮮半島、山東半島などに分布
- 3日程度の浮遊生活の後、附着性、濾過食性
- マボヤは主に北海道、青森県、岩手県、宮城県で養殖(一部は漁獲(潜水、底曳等)もある)
- 主な漁期は春期～夏期
- 最大の輸出相手国である韓国への輸出が停止、国内消費の拡大が重要

下痢性貝毒について

原因生物	ディノフィシス属
主な症状	下痢、腹痛、嘔吐。死亡事例はない。
発生期間	本県の場合6月～8月
発症量	ヒトの最小発症量は約30μg
潜伏期間	食後30分程度
出荷規制	可食部1kgあたり0.16mgOA当量*を超えた場合

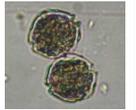


1/15mm
ディノフィシス・フォルティ
Dinophysis fortii

※OA当量 (オカダ酸当量)
OA群 (オカダ酸および同族体のDTX(ジノフィシトキシン)群) に含まれる物質を毒性の強さに応じてオカダ酸の量として換算した総毒量
プランクトンの出現要因と震災以降の変化
・津軽暖流や親潮の南下・沿岸など海流や気候との関わりが大きいとされる。
・ほぼ毎年発生し、広範囲 (複数海域) で発生することもある。
・震災による影響は見られていない。
※ マボヤの毒化報告はあるものの、本県ではマボヤでの規制はない。

麻痺性貝毒について

原因生物	Alexandrium属
主な症状	しびれ、まひ、言語障害 重度の場合は呼吸麻痺で 死亡
発生期間	本県の場合1月～6月
発症量	3,000～20,000MU(体重60kgの人)
潜伏期間	食後30分程度で軽度の麻痺が始まる
出荷規制	可食部1gあたり4MUを超えた場合*



1/30mm
アレキサンデルリウム属
Alexandrium.spp 沿岸性のプランクトン

※マウスユニット (MU) 20gのマウスを15分間で死亡させる毒量を1MUとする。
プランクトンの出現要因と震災以降の変化
・休眠胞子(シスト)の分布、環境要因による。
・湾ごとに発生状況が異なる。
・震災以降増加傾向にあり、津波によるシストの巻上、海洋環境等が要因で貝毒発生動向に変化が生じたのではないかと推測される。
※ 2020年以降本県ではマボヤの自主規制が頻発している。

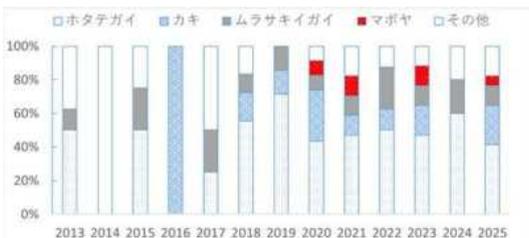
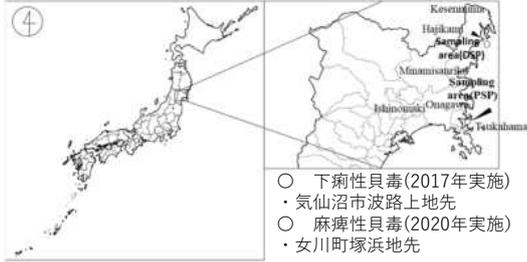


図 宮城県中北部海域で麻痺性貝毒の出荷自主規制件数に占めるそれぞれの貝種の割合
・ 2020年以降、マボヤの規制が多く発生している。

- 下痢性及び麻痺性貝毒の発生時期はマボヤの水揚げの最盛期である。
- ホタテガイではルールに基づき貝毒成分が蓄積する中腸腺を除去しての出荷が可能
- マボヤは下痢性及び麻痺性貝毒により毒化する
 - **下痢性貝毒：規制実績はないが、潜在的なリスク**
 - **麻痺性貝毒：2020年以降、頻繁に発生、対策が課題**
- 毒の器官偏在を示す予備的な分析結果はあるもの…
- 貝毒発生期間を通した報告はなく、安全管理としては不十分
- マボヤでの処理加工による貝毒の減毒化が可能ということになれば、加工原料としての利用が増え加工品の国内流通が促進**

○ 調査地点及び試料採取



- 下痢性貝毒(2017年実施)
 - ・気仙沼市波路上地先
- 麻痺性貝毒(2020年実施)
 - ・女川町塚浜地先

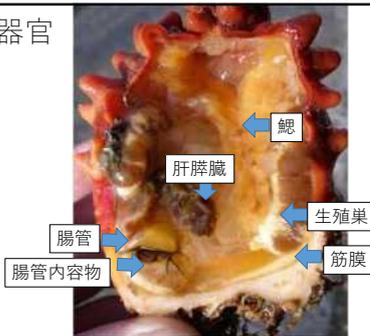
※ムラサキガイとマボヤは同じ海域でサンプリング、比較を実施

○調査・毒化傾向把握

- ▶1~4回/月で環境調査及びプランクトン出現状況調査を実施
- ▶毒化傾向について把握
 - (麻痺性貝毒についてはマウスアッセイによる貝毒モニタリング結果(マウスアッセイ)についても活用)
- 貝毒成分の機器分析と器官偏在
 - ▶マボヤの機器分析は解剖後体内の器官に分けて実施
 - ・器官：筋膜、鰓、肝臓、腸管、腸管内容物 → LC-MS/MSで分析※
 - 下痢性貝毒：15~20個体をまとめて分析
 - 麻痺性貝毒：個体ごと5個体の分析(分析①), 10個体まとめて分析(分析②)

※共同研究機関：宮城県保健環境センター(麻痺・下痢)、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所(麻痺) において分析

マボヤの器官



下痢性貝毒に関する成果

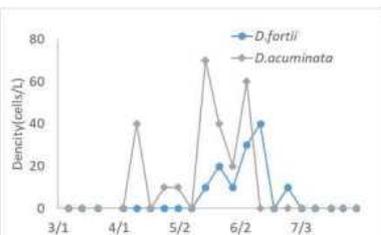
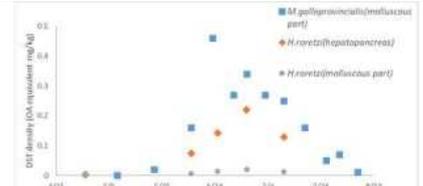


図 2017年の Dinophysis 属プランクトンの出現状況
D. acuminataは4月から6月, D. fortiiは5月の2週目から確認, 7月には何れも確認されず

○ 下痢性貝毒



- 図 下痢性貝毒毒量の推移
- ・ムラサキガイ(可食部)については5月の下旬から毒性分が検出, その後増加
 - ・マボヤは期間中肝臓のみで毒が検出
 - **肝臓に蓄積される(二枚貝の中腸線と類似)**
 - ・マボヤ(肝臓)毒量の推移はムラサキガイと類似し D. fortii の出現状況に応じて毒量が増加
 - **D. fortii を主要要因として毒化**
 - ・マボヤの可食部換算値(肝臓を含む軟体部全体に換算)は極めて低い。

表 毒の成分別検出状況

	date	total	OA	DTX1	DTX2	OA/total
H.roretzi	6/5	0.07	0.03	0.05	ND	0.36
	6/15	0.14	0.08	0.06	ND	0.55
	6/26	0.22	0.11	0.11	ND	0.50
	7/10	0.13	0.08	0.05	ND	0.59
M.galloprovincialis	6/5	0.16	ND	0.16	ND	0.00
	6/13	0.46	ND	0.46	ND	0.00
	6/21	0.27	ND	0.27	ND	0.00
	6/26	0.34	ND	0.34	ND	0.00
	7/3	0.27	ND	0.27	ND	0.00
	7/10	0.25	ND	0.25	ND	0.00
	7/18	0.16	ND	0.16	ND	0.00
	7/26	0.05	ND	0.05	ND	0.00
	7/31	0.07	ND	0.07	ND	0.00
	8/7	0.01	ND	0.01	ND	0.00

マボヤ：OAとDTX1で比較的OAの割合が高い
ムラサキガイ：DTX1のみ

※ 分析毒種
DTX1 国内では下痢性貝毒の主毒種
DTX2 国内では未報告
OA 下痢性貝毒の毒薬で割合は低い

※このほかDTX3があるが、加水分解されるためDTX1やDTX2として検出される。

表 過去の下痢性貝毒検出状況

	date	total	OA	DTX1	DTX2	OA/total
Mizuhopecten yessoensis	2016/6/13	0.64	0.01	0.63	ND	0.02
Mizuhopecten yessoensis	2016/6/13	0.54	0.01	0.53	ND	0.02
Mizuhopecten yessoensis	2017/6/13	1.1	0.02	1.1	ND	0.02
H.roretzi	2017/6/19	0.09	0.02	0.07	ND	0.22
Mizuhopecten yessoensis	2017/6/19	0.78	0.02	0.76	ND	0.03

2016年に貝毒の検査方法が現行の機器分析に変更
2018年末までに県内で1889検体の検査を実施
内499検体で毒を検出
OA(オカダ酸)が検出された検査は5例で(ホタテガイが4例、マボヤが1例)
マボヤだけが突出してOAの割合が高い

ホタテガイ：2~3%
マボヤ：22%

貝毒の蓄積や代謝が軟体動物と原索動物で異なる可能性

麻痺性貝毒に関する成果

Nippon Suisan Gakkaishi 91(4), 343-351 (2025) DOI: 10.2331/nissan.24-00042

マボヤ *Holocynthia roretzi* における麻痺性貝毒の器官偏在

田邊 龍^{1,2} 渡邊 隆^{1,2} 前田 達成¹ 松崎 直次¹
内田 隆¹ 小澤 善也¹ 千葉 美子¹ 鈴木 隆子¹
岡村 悠子¹ 阿部 修久¹ 田野 龍¹ 野木 敏之¹

(2024年12月17日受付、2025年4月18日受理、2025年7月23日JSTAGE専断公開)

「宮城県水産試験場センター」及び「宮城県水産試験場」で実施された麻痺性貝毒に関する研究結果を報告する。研究機関は「宮城県水産試験場」である。

These distribution of paralytic shellfish toxins (PST) in soft-shell *Holocynthia roretzi*
Yus. TANABE^{1,2}, Ryoji WATANABE^{1,2}, Tatsunori MAEDA¹, Naoki MATSUZAKI¹,
Ryuichi UCHIDA¹, Miori KAWABATA¹, Yumiko KISHIMOTO¹, Yoko OKAMURA¹,
Noriko ABE¹, Kazuo NUMANO¹ AND Tomoyuki SUZUKI¹

¹Kanagawa Miyagi Prefectural Fisheries Experimental Station, Kanagawa, Miyagi 989-0242, ²Fisheries Technology Institute, Aomori Prefecture Research and Education Agency, Iwajima, Aomori 996-8648, ³Miyagi Prefectural Health and Environmental Center, Sendai, Miyagi 981-8536, ⁴Miyagi Prefectural Environment and Lifestyle Department, Sendai, Miyagi 980-8570, ⁵Miyagi Prefectural Fisheries and Forestry Department, Sendai, Miyagi 980-8526, ⁶Miyagi Prefectural Government Office of Promotion Office, Kanagawa, Miyagi 989-0231, Japan

Amblyon *Holocynthia roretzi* is a very important aquaculture species on the coast of Miyagi prefecture.

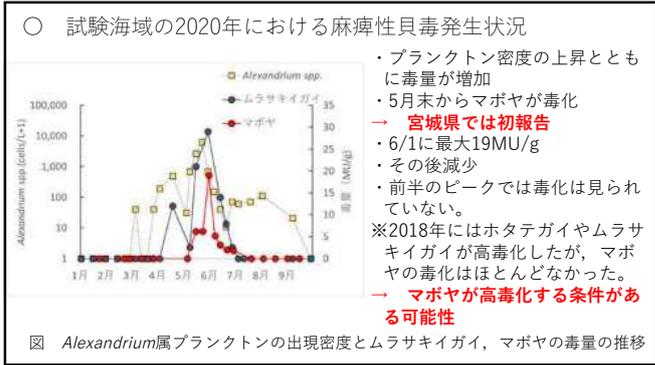


表 種ごとの麻痺性貝毒の減衰率(%/day)

種名	減衰率 (%/day) 近似式(P ₀)	R ²
A ムラサキガイ	7.3% P ₀ =P ₀ (1-0.073) ⁿ	0.96
B	6.2% P ₀ =P ₀ (1-0.062) ⁿ	0.98
ムラサキガイ平均	6.7%	
C アカザラガイ	1.7% P ₀ =P ₀ (1-0.017) ⁿ	0.80
D ホタテガイ	2.5% P ₀ =P ₀ (1-0.025) ⁿ	0.86
E	3.2% P ₀ =P ₀ (1-0.032) ⁿ	0.93
F	4.2% P ₀ =P ₀ (1-0.042) ⁿ	0.94
ホタテガイ平均	3.3%	
G マボヤ	7.9% P ₀ =P ₀ (1-0.079) ⁿ	0.92
H マボヤ	14.5% P ₀ =P ₀ (1-0.145) ⁿ	0.95

図 種ごとの麻痺性貝毒の曲線

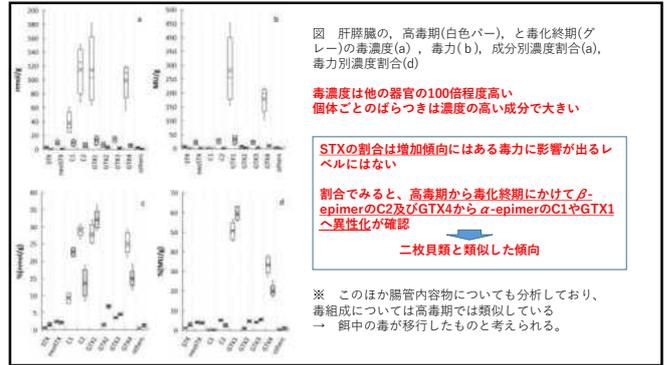
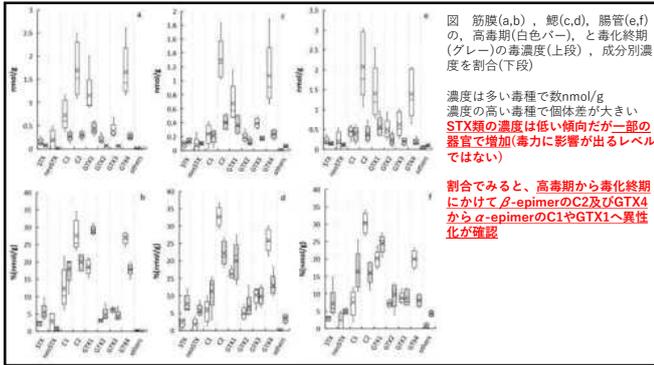
マボヤの毒量の減衰率は比較した中では最も高い
→他の二枚貝類と比較して抜けやすい種類

分析 1：高毒期と毒化終期の個体別分析による毒成分の比較

分析した毒素	
主要な毒成分	その他の毒としてまとめて比較
C1	GTX5
C2	GTX6
GTX1	dcGTX2
GTX2	dcGTX3
GTX3	dcSTX
GTX4	dcneoSTX
neoSTX	
STX	

・ 器官による違いの把握
・ 個体差の確認
・ 毒組成の比較→異性化等について確認*

*二枚貝などではSTXが増加し、高毒化する種もある。

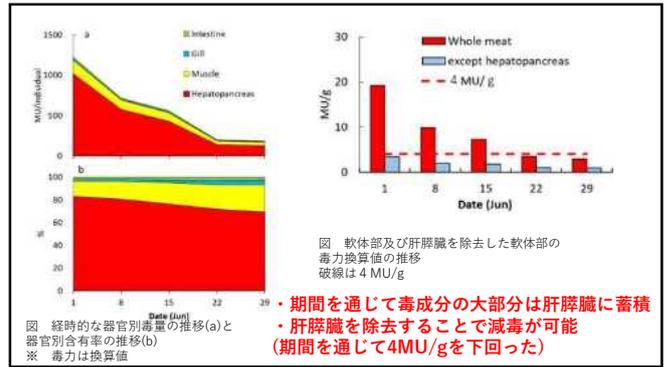


分析2：毒成分、毒濃度の経時変化 (10個体まとめて分析)

- 経時変化の確認
- 肝臓の蓄積状況の推移の確認
- 比毒性によりMU換算して比較

分析した毒素	
主要な毒成分	その他の毒としてまとめ比較
C1	GTX5
C2	GTX6
GTX1	dcGTX2
GTX2	dcGTX3
GTX3	
GTX4	

*STX類は分析せず(分析1でSTXの全体への影響度は高くないことを確認)



まとめ

- 下痢性貝毒
 - ・毒化についてはムラサキガイ等と同じ*D.fortii*を主因として毒化
 - ・毒の成分は期間を通じて肝臓に偏在
 - **肝臓除去による減毒加工ができる可能性**
 - ・他の二枚貝類と比べOAの含有率が高い
 - 分類群による代謝経路が違いなどがある可能性
- 麻痺性貝毒
 - ・体内の毒成分の異性化などは他の二枚貝類と類似する。
 - ・毒濃度の個体間のばらつきは、濃度の高い毒成分で大きく、検査については十分な個体数を用いる必要がある。
 - ・期間を通じて全毒量の70~80%の毒成分が肝臓に蓄積され、今回の研究結果では高毒期でも肝臓を除去することで基準値の4 MU/gを下回った。
 - **肝臓の除去による減毒加工ができる可能性**

貝毒発生時期にホタテガイと同様のルールを設定することで、処理加工を前提とした水揚げができる可能性が示された。

研究分担者紹介

宮城県保健環境センター
千葉美子, 新貝達成, 大内亜沙子, 佐藤智子, 鈴木優子
下痢性貝毒の分析及び麻痺性貝毒の分析にご尽力いただきました。

国立研究開発法人 水産研究・教育機構
水産技術研究所 環境・応用部門 水産物応用開発部
渡邊龍一, 松嶋良次, 内田肇, 小澤真由, 沼野聡, 鈴木敏之
麻痺性貝毒の分析にご尽力いただきました。

宮城県水産技術総合センター
岡村悠梨子, 阿部修久, 増田義男
同 気仙沼水産試験場
濫谷和明, 庄子充広, 藤田海音, 他力将
下痢性貝毒及び麻痺性貝毒の調査研究に協力いただきました。

敬称略、当時の所属で紹介しています

公表論文

- 田邊徹, 千葉美子, 渋谷和明, 庄子充広, 大内亜沙子, 佐藤智子. 下痢性貝毒によるマボヤ *Halocynthia roretzi* の毒化と毒の器官偏在. 日本水産学会誌 2020, DOI: 10.2331/suisan.20-00006
- 田邊徹, 藤田海音, 増田義男. 2020年に宮城県沿岸で発生した麻痺性貝毒によるマボヤの毒化と毒の減衰特性. 宮城県水産研究報告 2021; 21: 31-36.
- 千葉美子, 新貝達成, 鈴木優子, 他力 将, 田邊 徹. マボヤの麻痺性貝毒分析法の検討. 宮城県保健環境センター年報2021; 39: 49-52.
- 田邊徹, 渡邊龍一, 新貝達成, 松嶋良次, 内田肇, 小澤真由, 千葉美子, 鈴木優子, 岡村悠梨子, 阿部信久, 沼野聡, 鈴木敏行. マボヤ *Halocynthia roretzi* における麻痺性貝毒の器官偏在, 日本水産学会誌2025, DOI: 10.2331/suisan.24-00042