



Title	大阪湾における麻痺性貝毒原因藻 <i>Alexandrium tamarense</i> の大規模増殖および二枚貝の毒化に関する生物環境学的研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	山本, 圭吾
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	乙第7037号
Issue Date	2017-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/68117
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Keigo_Yamamoto_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：山本圭吾

審査委員	主 査	教 授	今村 央
	副 査	特任教授	今井 一郎
	副 査	教 授	笠井 亮秀
	副 査	准教授	山口 篤

学 位 論 文 題 目

大阪湾における麻痺性貝毒原因藻 *Alexandrium tamarense* の大規模増殖
および二枚貝の毒化に関する生物環境学的研究

大阪湾東部（大阪府）は典型的な富栄養海域として知られるが、1990年代まで麻痺性貝毒が問題となることはなかった。しかし2002年に麻痺性貝毒の原因となる渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* により規制値を超える毒化が確認されて以来、ほぼ毎年春季に本種が増殖し、二枚貝の毒化を通じた経済的損失がもたらされている。さらに近年は、中毒事例が3件確認されるなど健康被害としても深刻な問題となっている。本研究は、有毒渦鞭毛藻 *A. tamarense* の大阪湾における発生メカニズムを解明し、近年大規模増殖するようになった要因を明らかにするとともに、二枚貝の毒化機構を解明することを目的とした。そして高精度で効果的な麻痺性貝毒原因プランクトンおよび二枚貝毒化モニタリング体制を構築し、麻痺性貝毒による経済的損失および中毒被害を未然に防ぐことを企図して実施されたものである。得られた成果は以下のように要約される。

大阪湾における *A. tamarense* 栄養細胞出現状況を2002–2016年に調査した結果、本種は3–4月（水温12–15℃）に集中的に増殖することが明らかとなった。また栄養塩および他種プランクトンとの関係をみると、*A. tamarense* は栄養塩濃度が低く、他の植物プランクトンの増殖が低調な時期に大規模に増殖していた。栄養細胞の高密度出現には淀川河口沖、ないしは中部沿岸を中心とする2パターンが認められた。栄養細胞は主に5–10mの中層に分布したが、2007年の赤潮発生時の昼夜観測の結果、日周鉛直移動が確認された。

2006年に大阪湾全域において *Alexandrium* 属シストを調査したところ、東部海域にて高い密度で確認された。さらに2007年以降東部海域で行ったシストのモニタリングの結果、中部沿岸で恒常的に高密度に存在することが明らかになった。2013–2016年に定量PCRで *A. tamarense* と *Alexandrium catenella* のシストについて種別存在割合を推定したところ、90%以上が *A. tamarense* であった。このことから、湾中部沿岸における *A. tamarense* の増殖は、同海域に高密度に分布するシストを seed population とすることが推察された。

A. tamarense 赤潮が確認された淀川感潮域において、2008–2009年に本種の増殖と環境要因について調査した結果、感潮域における増殖に河口堰からの放水が深く関わっていることが明らかになった。すなわち、河口堰からの放水が減少する春季に塩分が上昇し、増殖に適した環境になっていた。2007年に同水域でシストの分布を調査したところ、シストはほぼ全域で確認された。このことから、淀川感潮域では海域から進入した栄養細胞による

増殖と、感潮域内のシストの発芽で生じた細胞の増殖の 2 パターンが想定された。同水域では海域よりも高密度に増殖することが多く、2016 年までに 4 例の赤潮が確認された。河口沖での高密度の出現はこの赤潮とほぼ同時期であり、感潮域内で爆発的に増殖した栄養細胞が河口域に流出したものと考えられた。以上の成果を基に、2011 年に発生した本種赤潮に対し国土交通省が河口堰より緊急放水を行った結果、赤潮の消滅に成功した。この放水効果を検証するため、培養株を用いて急激な塩分低下の影響を調べる実験を行った結果、1/10 海水（塩分約 3）で処理すると海水に戻しても死滅したままであるが、1/3 海水では復活した。一方、増殖初期より対数増殖期の細胞の生残率が高かったことから、増殖初期における放水の対応が重要と考えられた。

春季の環境要因の長期変動を解析した結果、栄養塩では特に DIN が低下傾向にあることが判明した。クロロフィル *a* は 2000 年代以降低下傾向を示し、珪藻の構成も *Skeletonema* 属に次いで *Chetoceros* 属の割合が増加するなど、生物環境にも変化が認められた。これらと *A. tamarense* の大増殖との関係を検討したところ、DIN および *Skeletonema* 属平均密度と *A. tamarense* 最大密度との間に負の関係が確認された。すなわち、近年の DIN の低下とそれに伴う *Skeletonema* 属を主とした春季ブルームの規模縮小が、これまで競合により増殖が抑制されていた *A. tamarense* の大規模増殖を招いたと推察された。

重要二枚貝のアカガイとトリガイについて毒化状況を 2013–2015 年に調査した結果、トリガイは *A. tamarense* 減少後速やかに無毒となるのに対し、アカガイは毒力がほぼ周年残存した。毒成分は両貝種とも *A. tamarense* の増殖時には GTX1,4 が増加する点で共通したが、トリガイが *A. tamarense* 出現期以外は弱毒成分の C1, C2 主体であるのに対し、アカガイでは強毒成分の GTX2,3 主体で後半に STX の割合が増加した。さらに 2014 年に各貝種で部位別の毒量を調べた結果、トリガイでは内臓に大半の毒が存在するのに対し、アカガイでは筋肉、外套膜、貝柱など可食部に毒が多く存在した。以上から、アカガイでは体内で内臓から筋肉等に毒が移行して長期間保持され、強毒成分に変換し長期間毒力が維持されることが考えられた。天然貝における毒力は、アカガイで最大値は最低値の 7.5 倍、トリガイで 11.7 倍と大きなばらつきが 2010 年に確認された。同時に毒成分は毒組成が類似したことから、このばらつきは毒化の時期より海域差によるものと判断された。そこで、2015 年に漁場別に調査した結果、*A. tamarense* 栄養細胞とシストの高密度分布域の中部沿岸で毒力が顕著に高かった。また、同一漁場内ではばらつきが比較的小さかった。以上の生物環境学的調査によって大阪湾における麻痺性貝毒原因渦鞭毛藻 *A. tamarense* の出現生態、および本種による二枚貝の毒化機構について全容が解明された。

本研究の内容は、高精度で効果的な麻痺性貝毒原因プランクトンおよび二枚貝の毒化モニタリング体制の構築に大きく貢献しており、本海域におけるアカガイやトリガイ、シジミ等の有用二枚貝類の漁業を根本から支えるものであると評価出来る。よって審査員一同は申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。