

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月31日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2009～2011

課題番号：21248024

研究課題名（和文）わが国におけるシガテラ毒魚の発生とその広域化

研究課題名（英文）Occurrence of ciguatera causative fish in Japan and their expansion mechanisms

研究代表者

福代 康夫（FUKUYO YASUWO）

東京大学・アジア生物資源環境研究センター・教授

研究者番号：70095511

研究成果の概要（和文）：

黒潮の影響を受ける沖縄、和歌山、静岡、千葉、東京、岩手の各都県の沿岸域において、海藻から底生性渦鞭毛藻類を採集し、種を査定するとともに培養株を作り生理的特性を調べた。その結果、シガテラ原因種の *Gambierdiscus* 属の種と、共存する *Ostreopsis* 属の種も発生量は少ないものの極めて分布が広いことがわかった。また、本州で得られた株の塩分耐性は他と変わりはないものの、20℃以下の低温域でも増殖し、低温耐性が強いことがわかり、広域化機構を理解するうえで重要と考えられた。

研究成果の概要（英文）：

Various benthic dinoflagellates were collected for species identification and establishment of clonal cultures from macroalgae growing in Pacific coastal areas of several prefectures such as Okinawa, Wakayama, Shizuoka, Tokyo, Chiba, and Iwate. *Gambierdiscus* and *Ostreopsis* were found from wide areas, although their population densities were low. Physiological characters analyzed using the cultures showed that clones from Honshu had similar optimum salinity range, but better tolerance to low temperature (< 20 degree), comparing with those from tropical areas. This fact is important for consideration of distribution expansion mechanisms.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	14,000,000	4,200,000	18,200,000
2010年度	9,900,000	2,970,000	12,870,000
2011年度	8,100,000	2,430,000	10,530,000
年度			
年度			
総計	32,000,000	9,600,000	41,600,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：シガテラ、有毒微細藻類、貝毒、食中毒、水産資源利用

1. 研究開始当初の背景

シガテラとは主にサンゴ礁海域で取れる魚を食することによって発症する、熱帯・亜熱帯域に多い食中毒である。シガテラの原因生物は、底生性渦鞭毛藻の *Gambierdiscus toxicus* であり、毒化機構は『海藻に付着し

ている原因渦鞭毛藻→草食魚→肉食魚』という食物連鎖が考えられている。その規模は、世界で年間2万～6万人の患者が発生しているとされ、自然毒の食中毒としては世界最大規模である。我が国ではごくわずかの例を除き、沖縄等の九州南部から報告が殆どであっ

たが、近年、本州太平洋沿岸の和歌山・三重・静岡等から、釣りにより採集されたイシガキダイによる中毒罹病報告が続いた。我が国における原因種の調査は、本研究申請者が古く1981年に沖縄で、続いて原と堀口が同時期に伊豆で打ち上げ海藻から採集したのみで、最近までほとんどなかったが、佐古らが四国沿岸域で採集したのに続き、本年申請者らも本州中部の和歌山、伊豆から発見している。しかし、実際にどの範囲の海域まで分布しているかという点については全く調査例がなく、不明のままである。

現在のところ上述のようにシガテラの発生地域は、熱帯・亜熱帯地域ばかりでなく、温帯域へ広がっているように見えるが、その理由として、地球温暖化に伴う海水温上昇による *G. toxicus* の分布域拡大の可能性が考えられる。しかし、*G. toxicus* は一般に発生細胞数がきわめて少なく、従来の採集法では検出精度が悪いため、分布域拡大の検証には、新たな方法の開発が必要である。すなわち、原因種 *G. toxicus* は海藻の表面に付着しているおり、海藻試料を濾過海水で洗浄し、その後篩等を用いて濃縮するが、こうして得られた試料には多くの夾雑物が含まれ、*G. toxicus* を検出計数および観察するのが困難であり、また多くの時間を必要とする。また、*G. toxicus* は培養株の作成・維持が非常に困難であるため、生理・生態学的情報がほとんど無く、いままでに簡易検出法は開発されていない。

2. 研究の目的

平成20年以降わが国中部太平洋沿岸の異なる場所から、シガテラ毒を体内に蓄積していたと思われるイシガキダイによる食中毒が、数件報告された。これらはその症状からシガテラに相違ないと思われたので、われわれはそのイシガキダイが採捕された海域で原因種の採集を試みたところ、原因と思われる底生性渦鞭毛藻がごく少数であるが広い海域から発見された。このような予備的調査結果を踏まえ、本研究では、従来分布していなかった、あるいは分布することが予想されなかった海域への広域化の機構について細胞生理学的手法を用いて知見を得ることを目的とした。また、分子生物学的手法を用いた原因渦鞭毛藻の簡易検出法を開発して、国内のシガテラの原因となる底生性渦鞭毛藻類の発生状況を、広く日本沿岸全体で調査すること、およびすでに分布が確認されている本州太平洋沿岸域における大量発生の機構解析を行い、シガテラの広域化防止対策に役立てることを目的とした。

3. 研究の方法

シガテラの発生事例を西日本各県の水産

試験場などに依頼して調査を行い、発生が確認された場合には原因魚種とその魚が採捕された海域を調べ、可能であればその海域で底生性渦鞭毛藻相の調査を試みた。

また、沖縄、和歌山、静岡、千葉、東京、岩手の各都県の沿岸域で海藻を採集し、その表面を洗浄後、その洗浄液を250、125、20 μm の網目の張ってあるふるいでろ過して、125 および 20 μm のふるい上に集められた残渣から底生性渦鞭毛藻を顕微鏡下で探索した。見つけることのできた渦鞭毛藻は種を同定するとともに、培養株を作成して生理的特徴の把握に努めた。

確立された *G. toxicus* の培養株は通常の顕微鏡および走査型電子顕微鏡で形態観察を行うとともに、遺伝子解析として分子種の SSU rDNA および LSU rDNA の領域に加え、微細藻の系群判別を行う場合有効であるとされている ITS 領域の塩基配列を比較し、分布地域間の比較を行い、類縁関係の推定を行った。

研究対象としては、*G. toxicus* ばかりでなくシガテラ中毒との関連が強く疑われている底生性渦鞭毛藻の *Prorocentrum* や *Ostreopsis* についても分布生態や形態観察と培養株の確立を行った。

4. 研究成果

本州において、2007年と2008年に発生した合計3件のシガテラ中毒は、発症者が自ら本州沿岸で釣り上げたイシガキダイを食したことによるものであった。しかし、2009年に本州において発生した1件のシガテラは本州において釣り上げた魚ではなく、鹿児島県喜界島で釣り上げたバラフエダイを持ち帰って食し、シガテラに罹病したもので、2009年以降本州沿岸から得られた魚類を食することによるシガテラの報告は無かった。

シガテラ毒生産種 *G. toxicus* の分布と生理特性を調べるため、黒潮域の八丈島において調査した結果、採集した海藻から数は多くないものの同種を発見できた。発見できた海藻は特定の種ではなく、マクサ類・ヘラヤハズ・ウミウチワ・シマオオギといった様々な種であり、海藻に対する付着の特性は認められなかった。これは今までの知見と異なっていたが、数少ない細胞が様々な海藻に付き、それらが多く増殖するには特定の海藻であること、あるいは水温等の環境が継続的に長期適していることが必要と考えられた。

そこでこれらの海藻から得られた同種の培養株を作成し、過去の研究で確立され、代表者の研究室で維持されている和歌山、沖縄、タヒチの株と温度耐性を比較したところ、八丈島および和歌山から得られた株は、沖縄お

よびタヒチから得られた株よりも低い温度で十分な成長が可能であった。また、塩分耐性においては4つの地域間で大きな差は無く、比較的高い塩分（塩分20）から成長が可能であり、高い塩分（塩分30以上）で良好な成長が確認された。

このほか、シガテラに関連するとされている *Ostreopsis* も千葉、静岡、沖縄で実施した調査から発見されており、これらの培養株を確立することができた。培養株を用いて種を査定したところ、千葉と静岡から得られた培養株は、*O. ovata* であり、沖縄からは *O. ovata* と *O. lenticularis* であった。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計12件）

- ① Surivilai, D., Lirdwitayaprasit, T. and Fukuyo, Y., Distribution of dinoflagellate cysts in the surface sediment of the coastal areas in Chonburi Province, Thailand. *Coastal Marine Science*, 35, 11-19, 2012, 査読あり。
- ② Furio, E.F., Azanza, R., Fukuyo, Y. and Matsuoka, K., Review of geographical distribution of dinoflagellate cysts in Southeast Asian coasts. *Coastal Marine Science*, 査読有, 35巻, 2012, 20-33.
- ③ Dao, V.H., Omura, T., Takata, Y., Pham, X.K., Fukuyo, Y. and Kodama, M., *Pseudo-nitzschia* species, a possible causative organisms of domoic acid in *Spondylus versicolor* collected from Nha Phu Bay, Khanh Hoa Province, Vietnam. *Coastal Marine Science*, 査読有, 35巻, 2012, 7-10.
- ④ 大村卓朗・福代康夫 海産微細藻類による各種被害とその研究動向, 水産振興, 査読無, 2012, 529号, 1-65.
- ⑤ 福代康夫・大村卓朗 バラスト水による生物移動の生態系や社会活動への影響 KANRIN, 査読有, 39巻, 2012, 2-7.
- ⑥ 福代康夫・大村卓朗・長濱幸生 IMOによる船舶由来の水生生物多様性攪乱に対する対策とその実施困難性 -環境対策における科学技術の限界と、実効性を増すための社会的な取り決め-, 日本海洋政策学会誌, 査読有, 1巻, 2011, 78-79.
- ⑦ 大村卓朗・福代康夫 大型船舶のバラスト水により越境移動する海洋生物対策とその課題, 用水と排水, 査読無, 53

巻, 2011, 796-802.

- ⑧ Yap-Dejeto, L.G., Omura, T., Nagahama Y. and Fukuyo, Y., Observations of eleven *Pseudo-nitzschia* species in Tokyo Bay, Japan, *La mer*, 査読有, 48巻, 2010, 1-16.
- ⑨ Omura, T., Yap-Dejeto, L.G., Cobacha, M., Cinco, G. and Fukuyo, Y., *Pseudo-nitzschia* species in San Pedro Bay, Leyte Philippines, *Proceeding of the 13th International Conference on Harmful Algae*, 査読有, 2010, 6-7.
- ⑩ Yap-Dejeto, L.G., Omura, T., Cinco, G., Cobacha, M. and Fukuyo, Y. Evaluation of sampling protocols to detect and quantify the diatom *Pseudo-nitzschia* in San Pedro Bay, Philippines, *J. Nature Studies*, 査読有, 8巻, 2010, 123-128.
- ⑪ Dao, V.H., Takata, Y., Omura, T., Nguyen, T.D., Nguyen, T.H., Sato, S., Fukuyo, Y. and Kodama, M. Domoic acid in small-sized plankton in Nha Phu Bay, Khanh Hoa Province, Vietnam, *La mer*, 査読有, 46巻, 2009, 117-120.
- ⑫ Dao, V.H., Takata, Y., Omura, T., Sato, S., Fukuyo, Y. and Kodama, M. Seasonal variation of domoic acid in a bivalve *Spondylus versicolor* in association with that in plankton samples in Nha Phu Bay, Khanh Hoa, Vietnam, *Fish. Sci.*, 査読有, 75巻, 2009, 507-512.

〔学会発表〕（計12件）

- ① Fukuyo, Y. and Dao, V.H. Harmful algal blooms in Asia during 2001-2010. *International Workshop on Investigation and Research of Marine Natural Resources and Environment*, September 16, 2011, Vietnamese Academy of Science and Technology, Hanoi, Vietnam
- ② Omura, T. and Fukuyo, Y. Ciguatera causative species in main land of Japan. *The 6th Asia-Pacific Phycology Forum 2011 (APPF2011)*, October 13, 2011. Yeosu, Korea.
- ③ 大村卓朗, 二ノ倉彰一, 長濱幸生, 福代康夫 堆積物捕集装置を用いたバラスト水による生物移動量の把握, 日本水産学会 秋季大会, 2010年9月24日, 京都.
- ④ 大村卓朗, 長濱幸生, 福代康夫 本州におけるシガテラ原因生物の *Gambierdiscus* について 日本水産学会 秋季大会, 2010年9月24日, 京都.
- ⑤ Dao V.H., Omura, T., Takata, Y., Ky,

- P. X., Nguyen, T. H., Fukuyo, Y. and Kodama, M. *Pseudo-nitzschia caciantha*, a possible causative organism of domoic acid in *Spondylus vesicolor* from Nha Phu Bay, Vietnam, Horiba International Conference “New Direction of Ocean Research in the Western Pacific”, 2010年10月26-29日, 東京大学 大気海洋研究所, 柏, 千葉
- ⑥ Matsuoka, K., Lim, P. T., Iwataki, M., Omura T., and Fukuyo, Y. Unarmored harmful dinoflagellate *Cochlodinium* in Southeast Asia, Horiba International Conference “New Direction of Ocean Research in the Western Pacific”, 2010年10月26-29日, 東京大学 大気海洋研究所, 柏, 千葉
- ⑦ Omura, T., Iwataki, M., Borja, V. M., Thoha, H., Yap-Dejeto, L. G., Nagahama, Y. and Fukuyo, Y., Harmful microalgae in Southeast Asia, Horiba International Conference “New Direction of Ocean Research in the Western Pacific”, 2010年10月26-29日, 東京大学 大気海洋研究所, 柏, 千葉
- ⑧ Dao, V. H., Omura, T., Takata, Y., Ky, P. X., Nguyen, T. H., Fukuyo, Y. and Kodama, M. *Pseudo-nitzschia caciantha*, a possible causative organism of domoic acid accumulated in *Spondylus vesicolor* in Nha Phu Bay, Khanh Hoa Province, Vietnam, 14th International Conference on Harmful Algae, 2010年11月1-5日, クレタ, ギリシャ.
- ⑨ 大村卓朗, 長濱幸生, 福代康夫, 本州の *Gambierdiscus* の生理生態, 微細藻類の生理活性物質、遺伝子解析、関連生物現象に関するミニシンポジウム, 2010年12月13日, 沖縄健康バイオテクノロジー研究開発センター. 沖縄.
- ⑩ Omura T. and Fukuyo, Y. Benthic dinoflagellates in Japan, International symposium on subtropical benthic/toxic dinoflagellates, 2011年3月31日, Gyeongsang National University, 韓国.
- ⑪ 大村卓朗, 長濱幸生, 高田義宜, 福代康夫, 児玉正昭, 佐藤 繁, Le, T. T., Nguyen, V. N. ベトナム ハイホン沿岸で発生した *Alexandrium*, 日本水産学会秋季大会, 2009年10月2日, 岩手.
- ⑫ 大村卓朗・長濱幸生・福代康夫, シガテラ原因生物に関する最新の研究, 平成21年度 漁場環境保全関係

研究開発推進特別部会 赤潮・貝毒部会, 2009年12月10日, 広島国際会議場, 広島.

[図書] (計3件)

- ① Fukuyo, Y., Kodama, M. and Omura, T. Coastal Marine Science in Southeast Asia, TERAPUB, 315pp
- ② Fukuyo, Y. and Dao, V. H. Proceedings of the International Workshop on Investigation and Research of Marine Natural Resources and Environment, Publishing House for Science and Technology, Hanoi, (2011), 430pp.
- ③ 福代康夫・大村卓朗 その他 ずかんプランクトン、技術評論社 (2011) 136pp.

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)
なし

○取得状況 (計0件)
なし

[その他]
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福代 康夫 (FUKUYO YASUWO)
東京大学・アジア生物資源環境研究センター・教授
研究者番号：70095511

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし

(4) 研究協力者

大村 卓朗 (OOMURA TAKUO)
東京大学・アジア生物資源環境研究センター・特任助教授
研究者番号：80507880