

シガテラと底生渦鞭毛藻

小池一彦

東京水産大学大学院博士課程
(現・北里大学水産学部助手)

Ciguatera and its causative benthic dinoflagellates

K. Koike

南の海には色とりどりの魚や大きな巻貝が多く棲んでいる。事情が許せば、これらを採り、浜辺で食べるということも、海を愛する者の楽しみの一つだ。

ところが、あの美しい海で有名なタヒチや、カリブ海の島々では、ある特定の魚や巻貝による奇妙な食中毒、“シガテラ”が多発している。

この食中毒の起源は古く、その名前も、カリブ海産のシガと呼ばれる巻貝によって中毒を起こすことから、キューバに移住したスペイン人達によって付けられたものだ。

シガテラの症状は 105 を数えるといわれ、その中でも特徴的なのは“ドライアイスセンセーション”と呼ばれる感覚異常をもたらすことである。すなわち、中毒者が冷たいものを触ると、あたかも電気ショックを受けたように感じてしまうのである。幸いにも死亡率は非常に低く、個人差はあるが、数日から数週間で回復する。しかし、既往患者は他の人が食べて平気だった魚によって簡単に中毒を起こし、更に重症となる。

シガテラの発生地が南の島々に限られていることや、死亡率が低いことなどから、全国各地の保健衛生機関等に中毒者の統計的な数字が少なく、シガテラの発生の把握は非常に困難である。しかし、報告によれば、世界で年間 1 万～5 万人が中毒を起こしているとされており、そのほとんどが南太平洋の島々に集中している。漁業が主要な産業であるこれらの島では、シガテラの発生によって、その経済が大きく圧迫されることになる。また、中毒の噂が広まる

ことによって、シーフードを目当てに訪れる観光客が減少することも経済的な痛手となりうるであろう。

わが国の薩南諸島や沖縄においても、かなりの数の中毒事件が存在すると思われるが(私が出会った漁師さんの多くは中毒経験をもっていた。ちなみに、研究所の金城船長もその一人である。)、やはり、その数字ははっきりとは掴めていない。

毒化する魚には、ハギ類、ハタ類、フエダイ類、ブダイ類、オニカマス、ド

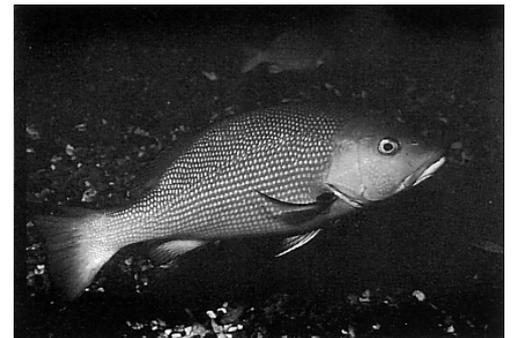


図 1: パラフエダイ
(横井謙典氏提供)

クウツボなどが知られており、チョウセンサザエ、ヤコウガイなどの巻貝も毒化する。特に徳之島や慶良間諸島においては、パラフエダイ(図 1)が要注意種とされている。中毒魚を見分ける方法については、地方によって様々な言い伝えがあり、例えば、ハエやア리가たからない魚や普通のものより色が黒い魚はシガテラ魚であるとされている。しかし、いずれの言い伝えも信頼性には欠ける。シガテラに関しては、古くからハワイ大学において研究が行われており、同大学の Scheuer 教授が 1960 年代に、シガテラの主要な毒である、シガトキシンを分離命名した。最近になって、この毒を、免疫抗体をつかい定量する簡便な方法が開発され、現場で中毒魚を見分けることが可能となりつつある。

肝心なシガテラの毒化機構であるが、シガテラの発生の際には、始めに藻食魚が毒化し、その後に肉食魚が毒化することから、食物連鎖によるものであろうと推測されていた。しかし、毒が一体どこからもたらされるのかは、長い間不明なままであった。

そして、1977年に、シガテラ研究にとって大きな発見がなされた。

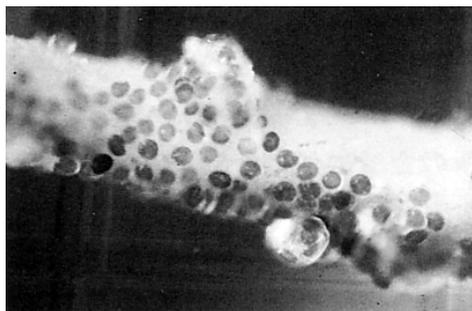


図 2: *Jania* sp. に付着する *Gambierdiscus toxicus* (福代康夫博士提供)

東北大学の安元教授を中心とする研究グループが、仏領ポリネシアにおいて、魚の毒性が強い海域の海藻

表面に、異常な高密度で付着している、ある大型の底性渦鞭毛藻を発見した (図 2)。この渦鞭毛藻は、強い毒生産能を持つこと、新属新種であることが確認され、発見された島の名前 (ガンピエ諸島) と、その強い毒生産能にちなんで *Gambierdiscus toxicus* と名付けられた (図 3)。後に *G. toxicus* の培養株が、シガトキシンとマイトトキシン (シガトキシンと同じく、シガテラの主要毒) を生産することが確認され、底性渦鞭毛藻を起源とする、シガテラの毒化メカニズムがついに明らかにされたのである (図 4)。

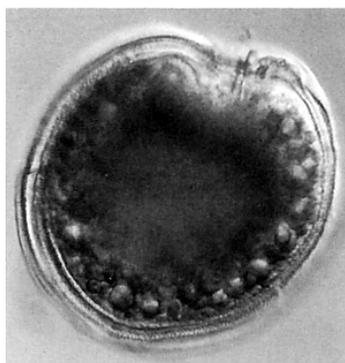


図 3: *Gambierdiscus toxicus* (上面観)

この発見以来、今まで、人に知られず、海藻の表面でひっそりと生きてきた底性渦鞭毛藻が一躍有名になり、多くの研究者の注目を集めるようになった。そして、次々と新種が発見され、

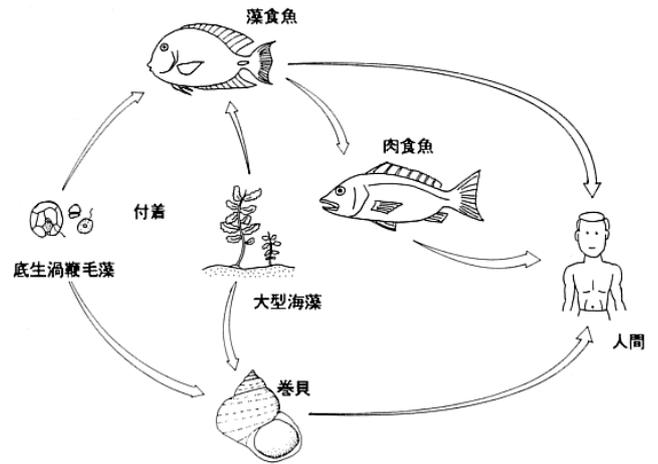


図 4: シガテラの毒化機構

表 1: 有毒底性渦鞭毛藻と生産毒

Species	Toxin
<i>Gambierdiscus toxicus</i>	Ciguatoxin, Maitotoxin
<i>Ostreopsis lenticularis</i>	Ostreotoxin, unnamed
<i>O. siamensis</i>	unnamed
<i>O. ovata</i>	unnamed
<i>Coolia monotis</i>	unnamed
<i>Amphidinium carteri</i>	Hemolysin 1-5
<i>A. klebsii</i>	unnamed
<i>Prorocentrum lima</i>	FAT, Okadaic Acid, prorocentrolide
<i>P. concavum</i>	FAT, Okadaic Acid, Unnamed
<i>P. mexicanum</i>	FAT

Bomber and Aikman (1991) より改変転載

また、既知種、新種を問わず、そのほとんどの種が何等かの毒を生産することが確認されてきている (表 1)。このように、非常に多くの種が有毒であるということは、麻痺性貝毒や下痢性貝毒の原因としても有名な浮遊性の渦鞭毛藻の世界では考えられなかったことである。こうした様々な底性渦鞭毛藻の作る様々な毒の存在が、シガテラの症状を複雑にしているであろう。

ここで、各々の有毒底性渦鞭毛藻について、その特徴を述べてみたいと思う。

シガテラの主原因種である *Gambierdiscus toxicus* の細胞 (図 3) は上下に強く扁平で、上方から見ると円形をしている。細胞の長さ 24-60 μm 、幅 42-140 μm 、背腹の厚み 45-150 μm と、渦鞭毛藻の中では非常に大型の種類である。通常は、海藻の表面

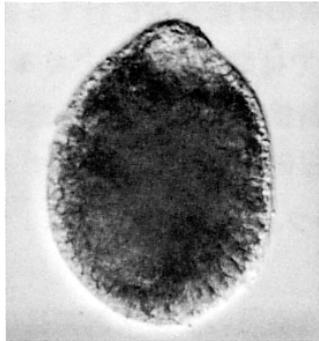


図5: *Ostreopsis siamensis*
(上面観)

に付着して生活するが、培養溶液の中では、活発に泳ぐ姿も観察される。色は濃褐色で、細胞表面は多数の鎧版に囲まれる。前述した、シガテラの主要毒であるシガトキシンと、ミトトキシンを生産する。ちなみ

にこの2つの毒は、史上最強の二大猛毒であり、わずか1mgのシガトキシンとミトトキシンは、それぞれ1万4千人、10万人の人間を中毒させる。

Ostreopsis lenticularis, *O. siamensis* (図5)の細胞は *G. toxicus* と同じくらいの大きさであり、また、形も似ているので、混同されやすい。しかし、生時であれば、細胞は薄緑色であり、細胞の一端を基質に付着させながらくるくると泳ぐので、*G. toxicus* と区別が可能である。鎧版の配列は、*G. toxicus* とは全く異なる。*O. lenticularis*, *O. siamensis* は、ともに強い毒を生産するとされている。

内湾などでよく赤潮を起こす渦鞭毛藻に、*Prorocentrum* の浮遊性種が知られているが、底性渦鞭毛藻にも、この仲間が多く存在する。中でも *Prorocentrum lima* (図6)、*P. concavum*, *P. mexicanum* などが有毒なものとして知られているが、この仲間は現在でも新種が続々と発見されているので、有毒種のリストにも、これから多くの種が加えられていくものと思われる。*Prorocentrum* の仲間は、前述の



図6: *Prorocentrum lima*
(側面観)

G. toxicus や *Ostreopsis* とは違い、細胞は二枚の大きな鎧版で包み込まれる。細胞の大きさは、何れの種も長さ、30-50 μm ほどである。*P. lima* と *P. concavum* はオカダ酸

という毒を生産することが知られている。この毒は、最初、カイメンから分離されたものであるが、後に下痢性貝毒の原因毒として認識されるようになった。もしかすると、シガテラの下痢症状は、*P. lima* と *P. concavum* の生産する毒によってもたらされているのかもしれない。*P. lima* は有性生殖を行うことが知られている。

上記以外にも、*Coolia monotis* や *Amphidinium* の仲間などが有毒底性渦鞭毛藻として知られている。

さて、これらのシガテラ原因の有毒底性渦鞭毛藻(現在までのところ、シガテラの原因種として実際に確かめられているのは、*Gambierdiscus toxicus* のみであるが、その他の有毒底性渦鞭毛藻も、シガテラに関与していると推察される。よってここでは、全ての有毒底性渦鞭毛藻を“シガテラ原因種”として言い切ってしまう。)はどのような生態を持っているのであろうか。

まず、何れの種も、海藻表面に密接な関係を持って生息している。海藻に対する基質選択性も持っているようであり、たとえば *G. toxicus* は石灰紅藻の *Jania* の仲間によく付着している。サンゴ礁の破壊が、シガテラ発生の引き金になるという報告がある。死んだサンゴの上に、最初に生えるのは、このような糸状石灰藻群集であり、このことが、*G. toxicus* の生育に好適条件を与えるようになると考えられる。その他には、*Ostreopsis* は褐藻の *Sargassum* の仲間によく付着し、*Prorocentrum* は同じく褐藻の *Desmoum* の仲間によく付着している。おそらく、彼らは海藻表面に付着する事によって何らかの成長促進物質を得ているのではないかと考えられる。その証拠に、*G. toxicus* の培養液の中に石灰紅藻の仲間である *Heterosiphonia* sp. の磨砕液を加えると、その細胞分裂速度が大きく促進される。同様に、

Prorocentrum lima の培養液に、*Destromium* sp. の表面浸出液を加えても、その細胞分裂速度が向上する。

また、これら底性渦鞭毛藻を様々な照度環境下で培養してみると、強い光の下では細胞分裂が阻害されてしまう。しかし、実際には、水深数十 cm のタイドプールに生息する海藻や、流れ藻等の非常に光の強い環境下においても、これら底性渦鞭毛藻の付着が見られる事から、彼らは海藻の表面（この場合は裏というべきか）に付着することによって、生長に有害な強い光を避けているのであろう。

Prorocentrum や *G. toxicus* を様々な温度条件下で培養してみると、20~30 の範囲で細胞分裂が可能という結果になる。沖縄では、やはり、水温の低くなる冬に *Prorocentrum* や *G. toxicus* の付着密度が低くなり、春から夏にかけて高くなる。しかし、*Ostreopsis* に関しては、冬期においても多数の付着が認められる。また、四国においても、その分布が確認されている事から、*Ostreopsis* は、比較的低温域にも適応した渦鞭毛藻ではないかと思われる。

シガテラ原因渦鞭毛藻、特に *Gambierdiscus toxicus* の付着密度調査はシガテラの予知、予防に有効である事から、世界的にこの種の調査が行われている。その結果の中で目を引くものを集めてみると、1g の基質海藻当たり、カリブ海のバージン諸島では、75,793 細胞、オーストラリアのクイーンズランドでは 2,180 細胞、そして、仏領ポリネシアのガンビエ諸島では、なんと 5,521,000 細胞もの *G. toxicus* の付着が確認されている。ちなみに、阿嘉島では、1g の基質海藻当たり、*G. toxicus* が最高 51 細胞、*P. lima* が 236 細胞の密度で付着していた。このような調査を行う際に問題になるのは、底性渦鞭毛藻は浮遊性のものとは異なり、パッチ状に分布する傾向が

強いということである。よって、試料の採集地点が少しでも異なれば、たとえ、同じ湾内でも、付着密度の値が大きく異なってくる。さらに、底性渦鞭毛藻の付着基質に対する選択性も、このような調査では問題になってくる。将来的には、人工的な付着板を、現場海水に懸垂させ、その上に付着した原因渦鞭毛藻を計数する方法が、有効になるであろう。

以上、シガテラ原因渦鞭毛藻の生態学的知見について、若干の紹介を行ったが、“何だ、これだけか” という感想を持たれた方が多いと思う。その通り、シガテラ原因渦鞭毛藻の生産毒に関する知見に比べ、その生態に関しては、まだ不明な点が多いのである。例えば、*G. toxicus* は何故、仏領ポリネシアやカリブ海において、あのような高密度な付着を維持できるのであろうか？*G. toxicus* が爆発的な増殖を起こすとしたら、それを引き起こす要因は何なのか？沖縄では、実際にシガテラが発生しているにもかかわらず、*G. toxicus* の付着密度は低い。ある特定の海域に高密度に付着しているのでしょうか？底性渦鞭毛藻は分布域を広げるために、ある段階にて付着状態を離れ、浮遊するのであろうか？どの様な生活史を持っているのでしょうか？……

シガテラ原因渦鞭毛藻が発見されてから、16 年以上が経過したが、その生態学的研究は始まったばかりといっても過言ではないだろう。

参考文献

- 橋本芳郎 1977. 魚貝類の毒. 東京大学出版会.
Fukuyo, Y. 1981. Taxonomical study on benthic dinoflagellates collected in coral reefs. 日本水産学会誌. 47, 967-978.
Bomber, J. W. and K. E. Aikman. 1990. The Ciguatera dinoflagellates. Biol. Oceanogr. 6, 291-311.
安元 健・村田道雄 1992. 魚による食中毒“シガテラ”の謎を探る. 化学増刊 121 号, 化学同人社.