サンゴ礁からの警告 —最大規模の白化現象は何を意味するか？—

Warning from the coral reefs

土 屋 誠

M. Tsuchiya

903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原1番地 琉球大学理学部海洋自然科学科

Department of Chemistry, Biology and Marine Science, University of the Ryukyus,
Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

1998年夏、世界各地のサンゴ礁からサンゴやその他の褐虫藻と共生している動物の白化現象が起きていることが報告された。それは過去に記録されているものとは比較にならないほど規模が大きなものであった。

沖縄では7月頃から「白くなっているサンゴを見かけるようになった」という会話が交わされるようになった。近年、サンゴの白化現象は時折観察されていたので、その時は多くの人々が例年見られる程度のものだろう、とあまり気にもとめずにいたような気がする。しかし、8月中旬になると様子は一変した。琉球列島全域で「辺り一面サンゴが白くなってしまった」という深刻な報告が相次いだのである。また9月までに熊本県や高知県など、より北方の地域からもサンゴが白くなっているという報告が届いた。

この年、大規模な白化現象が見られたのは日本のサンゴ礁に限られたことではない。世界各地のサンゴ礁から、次々に同様の情報が届けられ、Wilkinson (1998) はそれらの状況をいち早くまとめ、公表した。ここに示す図はその資料をもとに描かれたものである。非常に広範囲に白化現象が起こったことが理解できる。特にバーレーン、モルジブ、スリランカ、タイ、シンガポールなどでは95%以上のサンゴが白化し、ケニア、タンザニア、セイシェル、ベトナム、日本、ベリーズ、マダガスカル、グレートバリアリーフ、インドネシアの一部、フィリピン、台湾、パラオ、フランス領ポリネシア、ガラパゴス、バハマ、ケイマン、フロリダ、バミューダ、大・小アンチル諸島、ブラジルなどでは半分前後のサンゴが白化した。これらの地域における今回の白化は観測史上最も深刻なものである。一方で、サウジアラビア、チャゴス、インドネシアの一部、フィジー、ハワイ、ジョンストン環礁などのように白化が認められなかったサンゴ礁もある。

前述のように白化現象は今年初めて起こった出来事ではない。しかしながら1979年以前には大規模な白化が起こったという報告が極めて少ない（断定するのは困難であるにしても）ことも重大である。つまりこの現象は比較的最近認められるようになったものなのである。原因は多岐にわたっていることが知られている。水温上昇、水温下降、強い紫外線の照射、低塩分、バクテリアの感染などが主たる引き金になる。あるいはこれらの幾つかの原因が組み合わさって起こる (Glynn 1993; Brown 1997)。今回の場合、直接的な引き金は水温の上昇であると考えるのが妥当であろう。近年のグローバルな環境変化を考慮すると、何故水温が上昇し、サンゴが白化してしまったかという点についての原因を、地球環境の変化に求める考え方が出てきても不思議ではない。Glynn (1993) は白化現象に関する総説の中で多くの科学的知見を総合的に解析しながらサンゴ礁の将来を予測している。それはかなり悲観的なもので、サンゴは現在変化しつつある地球環境に適応することは困難ではないか、という意見であった。土屋ら (1999) も同様の意見を述べている。サンゴ礁の生き物たちは、私たちに「大きく変わってしまった地球の環境を何とかするのは人間の責任ですよ」と、大きな警告を与えているのだ。

北海道のある大学の先生から「将来、北海道でもサンゴは生育するようになるのでしょうか？」という質問を受けた。私はとっさに現在の水温上昇のスピードと北海道と沖縄の水温差を思い浮かべ、計算を試みた（あまりにも根拠がないのでここでは書けない）。そして「この先一定の割合で水温の上昇が続くことにより、それはあり得るかも知れませんが」と答えた。「ただし、その時まで人間が生存している保証はありません」とも付け加えた。

もしそのようなことになれば、相当程度の海面上昇、驚くほどの環境変化が起ると予想される。現存するサンゴ礁からはサンゴをはじめ大部分の生物が消滅し、まったく新しい生態系（あるいは死の海？）が出現する可能性がある。

この異常な変化に対して私たちは何をしなければならないだろうか？1998年11月、東京で開催された日本サンゴ礁学会第1回大会では、実行委員会が、当初予定されていなかった白化に関する緊急討論のプログラムを急遽割り込ませた。そこでは11件の現場からの報告があり、また公開シンポジウムでも琉球列島各地のサンゴ礁の現況が紹介された。総会においては活発な議論の結果、特別委員会が設置され、白化に対して学会として取り組むことを決議した。私たちは、1) どのような現象が起こったのかという現状の正確な記載をしておかなければならない、2) 次いで原因を究明することが必要である。それはサンゴの体内でいかなる変化が起こったのか、というミクロな研究と、白化を引き起こす外的要因の究明と

いうマクロな見方の研究を必要とする。さらに、3) サンゴ礁が今後どうなるのかという、サンゴ礁の将来に関する議論をしなければならない。そして重要なことは、4) 私たちがすることが出来ることは何かを明らかにし、実行することである。

私たちはサンゴ礁の運命のみならず、地球の運命を論じているのかも知れないという危惧を抱きながらこの特集を組んだ。これは私たちがしなければならないことの第一段階である。すでに各研究者はその後の経過について情報を蓄積しておられるので、今後それらの情報を学ぶ機会もつくる必要がある。本特集が次の行動へのきっかけとなればと願っている。

本特集は白化現象に関して調査研究を続けておられる多くの皆様のご理解とご協力を得て可能になったものである。短期間に論文を仕上げるという作業に努力いただいたことに深謝する。またこの前書きにWilkinson (1998) の資料から描いた図を使ってはどうかとアドバイスを頂き、下絵を送っていただいた茅根創氏に感謝する。

図1 世界のサンゴ礁の白化状況。■：白化が激しい、▲：多少の白化、○：白化がほとんど認められない。網掛けが施された部分：サンゴ礁の分布域。Wilkinson (1998) による世界のサンゴ礁の白化状況をサンゴ礁分布図（堀、1980a,bを改変）にプロットしたもの（渡辺敦・茅根創・土屋誠作成）。

Fig. 1. Status of 1997-1998 bleaching in the world coral reefs. ■: Severe bleaching, ▲: Moderate bleaching, and ○: No bleaching. Shaded area: Distribution area of coral reefs. Status of 1997-1998 bleaching in the world coral reefs from Wilkinson (1998) are plotted on a coral reef distribution map by Hori (1980a,b). Made by A. Watanabe, H. Kayanne and M. Tsuchiya.

In 1998 extensive coral bleaching occurred on many coral reefs throughout the world. It was the most conspicuous bleaching event reported to date. On the coral reefs of Japan, coral bleaching was first reported in July. Although bleached coral colonies were observed in many places, it was not, at first, considered

unusual, because in recent years coral bleaching had been frequently observed in summer. However, by late August, the situation was obviously serious and unprecedented. The fact that most corals became whitish was reported from reefs all over Okinawa. Similar reports became available in the northern

districts of Japan such as Kumamoto, Kochi and Wakayama Prefectures, by September; suggesting a northward trend as the summer progressed. Wilkinson (1998) quickly reported on the situation of coral reefs world-wide. Using his report, Fig 1 was drawn by J. Watanabe, H. Kayanne and M. Tsuchiya.

Of course, this was not the first time that coral bleaching was reported, but we have to note that few reports are available before 1979. The direct trigger of the 1998 bleaching event seemed to be elevated sea surface temperature (SST), and this event may be even related to the current global environment change, such as greenhouse warming and increased UV radiation. If this event is related to global environmental change, caused by human activities, we have to begin discussions on what we should do, and as soon as possible. Glynn (1993) and Tsuchiya *et al.* (1999) predicted that coral reefs may have difficulty adapting to a global climatic change. If so, unbalanced relationships among coral reef organisms is a serious warning by coral reefs for ecologists.

I was recently asked a question by a professor in Hokkaido, in the northernmost part of Japan: is it possible to see corals in Hokkaido in the future? It may be possible if the water temperature gradually increases, as it has been doing over the last century. Associated with the water temperature increase is a radical rise in sea-level. Environment changes are predicted and it is not difficult to imagine quite different coral reef ecosystems in the future.

In the annual meeting of the Japanese Coral Reef Society, which was held in Tokyo in November, 1998, an urgent program on coral bleaching was planned and 11 papers from different localities around Japan were presented. Among them, nine papers appeared in this the first issue of our new journal, *Galaxea*, Journal of the Japanese Coral Reef Society, together with a report which was not read in the annual meeting. A resolution that we have to conduct intensive research on coral bleaching was generally agreed on and a special research team was organized. Special discussions on similar topics were also made in the symposium.

What kinds of activities do we have to conduct? First, a detailed description of the event is needed. Ten papers which appear in this issue will be useful to help us understand the coral bleaching event in 1998, but future

monitoring studies are also needed. Second, mechanisms should be analyzed from different viewpoints, such as physiological, ecological and geological. Discussions on the effect of coral bleaching on coral reef ecosystems, and the fate of coral reefs, are also required. Coral reefs are considerable valuable (Costanza *et al.*, 1997), and have various values and functions (Tsuchiya *et al.*, 1999). Changes to the ecosystem function is an important research topic.

Our society organized this special issue, which is in part the result of activities of the special research team, and conveys an underlying apprehension that we are now discussing not only the fate of coral reefs but also the fate of our planet. The mass coral bleaching in 1998 issued a stern warning to possible global environmental changes.

参考文献

- Brown BE (1997) Coral bleaching: causes and consequences. *Coral Reefs* 16S:S129-S138
- Costanza R, d'Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannont B, Limburg K, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, Van den Belt M (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260
- 堀 信行 (1980a) 日本のサンゴ礁 科学50:111-122
- 堀 信行 (1980b) サンゴ礁と第四紀の環境変遷—デイヴィスの縁辺説をめぐって— 地理25:11-20
- Glynn PW (1993) Coral reef bleaching: ecological perspectives. *Coral Reefs* 12:1-17
- 土屋 誠、屋比久壮実、植田正恵 (1999) サンゴ礁は異常事態—保全のキーワードはバランス. 沖縄マリン出版、125p
- Wilkinson C (1998) Status of coral reefs of the world: 1998. Australian Institute of Marine Science 184p

(Date of acceptance: August 11, 1999)