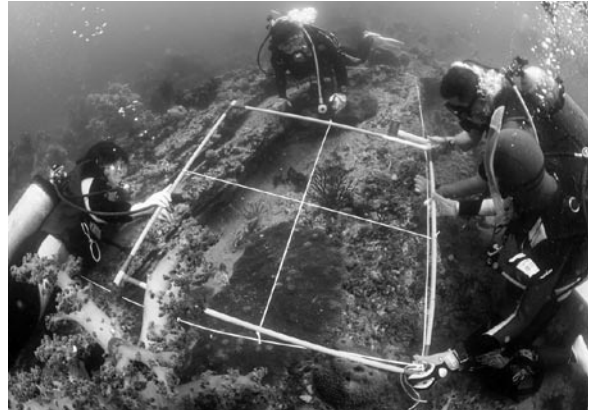


# 特集

## サンゴ分布北上検出までの長い道のり、そしてこれから

文：山野博哉（国立環境研究所）

OWSの造礁サンゴ分布調査は、丸三年を経て調査の方法や体制が確立しつつあります。1月末、次年度に向けた調査計画の立案にあたっていた矢先、調査の協力者である国立環境研究所・山野博哉主任研究員を中心とした研究グループによる『海水温上昇とサンゴの北上』に関する論文が、米国の Geophysical Research Letters 誌に掲載されるというニュースが飛び込んできました。そこで、急遽論文の要旨を踏まえつつ、あらためて調査の意義について解説いただきました。



OWSモニタリング調査より・2010年7月・館山(写真:高砂淳二)

サンゴはイソギンチャクの仲間の動物ですが、体内に褐虫藻と呼ばれる微細藻類を共生させていて、それが光合成をしています。また、サンゴは骨格を作って大きくなり、それがいくつも積み重なってサンゴ礁という地形を作り上げます。すなわち、サンゴは、生態系の基礎となる生物で、サンゴが変化すると、それにとともなって他の生物も変化します。

さて、最近、地球温暖化がもたらす水温上昇によって、生物の分布が北上しているという報告が増えてきました。「温暖化で北上した」と言うのは簡単ですが、本当なのでしょうか？ 確かに、南の方にいるサンゴが最近増えてきたという報告があります。ただし、これらの報告は限られた地域のもので、情報は断片的でした。北上の証拠をつかむには、全国規模で過去からの記録を調べる必要があります。

そうした背景を受けて、私の研究グループは、サンゴに対する温暖化影響を評価する研究を進めています。静岡県伊豆半島から千葉県館山にかけては、OWSと共同で、ボランティアの方々と一緒にサンゴ分布調査とモニタリングを行っています。この調査に関しては、改めて書くより、OWSのサンゴ調査プロジェク

トのページ(WEB)で私が書いた文章を引用させていただくのが良いでしょう。

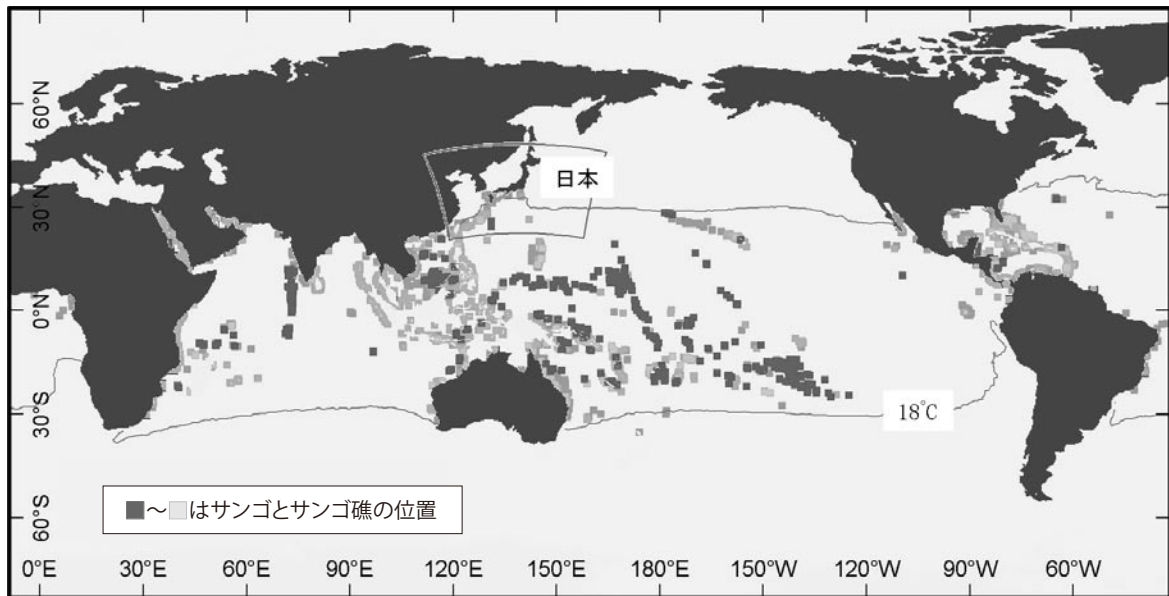
「サンゴ礁、と聞くと、多くの方は、沖縄などの熱帯や亜熱帯をイメージされるかもしれませんが。でも実際には、サンゴは、サンゴ礁を作らなくても、日本海側では佐渡島、太平洋側では千葉県まで分布しています。こうした北限域に分布するサンゴは、地球温暖化による水温上昇に対して敏感に反応すると考えられます。実際に、熱帯性のサンゴが本州で見つかったというニュースを耳にする機会が増えました。水温上昇で熱帯のサンゴが白化して死んでしまうと懸念されている今、北限域のサンゴは、地球温暖化の影響を知る上でも、これからのサンゴの存亡を考える上でも、非常に大事な対象となることは間違いありません。それにもかかわらず、北限域のサンゴに関して、何が、どこに、どのくらいいるのか、という点に関して、断片的な情報しかありませんでした。OWSの活動により、関東でのサンゴ分布が明らかになることを期待しています。」

本稿では、80年間のサンゴの分布記録から、日本全国規模でサンゴ分布の北上を検出した私たちの研究を紹介します。過去のデータを掘り起こし、新しい

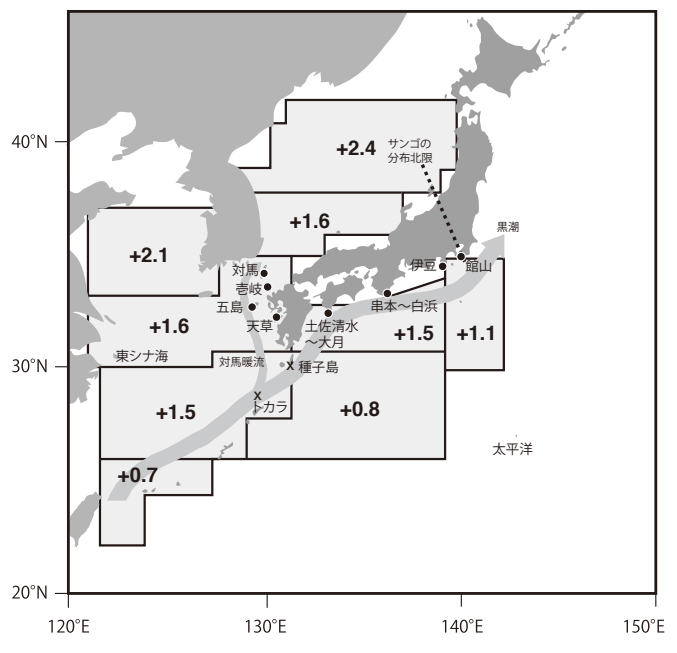
知見を得て、それを世に出すには、長い道のりがありました。

まずは基本的なところから固めていきましょう。対象としたのは日本なのですが、それはなぜでしょうか？ 最初に書いたように、世界の中でサンゴ分布の北限に位置しているというのはもちろんですが、それ以外にも重要な理由があります。それは、日本が大陸から遠いため大陸の影響を受けにくい、すなわち水温上昇の影響が見やすいということです。世界で日本と同じ緯度の地域を見ると、すべてが大陸である(南北アメリカ大陸、オーストラリア大陸、アフリカ大陸)ことがわかります(図1-1)。大陸の近くでは、大陸からの河川による大量の淡水や土砂の流入があり、それらがサンゴの分布に影響を与え、水温の影響を見えにくくしていると考えられます。

水温が過去から現在にかけて本当に上昇しているかも確かめなければなりません。日本周辺では、昔から船舶による海洋観測が行われてきました。気象庁が、実際に観測した水温データを解析したところ、日本近海でサンゴが分布している海域では、サンゴの分布限界を決めている冬季の水温が100年間に1.1～1.6度上昇していることが明らかになって



**図1-1** 世界のサンゴとサンゴ礁の分布 ReefBase(<http://www.reerbase.org>)のデータより作成  
 サンゴ礁の分布は、最寒月の平均水温が18°C以上の海域とほぼ一致している。日本はサンゴとサンゴ礁分布の北限域にあたる



**図1-2** 温帯(●)と亜熱帯(x)の調査地  
 数字は、過去100年間の冬季の水温上昇(°C)を示す

います(図1-2)。

以上のことを考えると、日本は、世界に類の無い、水温上昇による海洋生物の分布変化を知る基準となる地域と言えます。これをふまえて、サンゴの記録を見ていきましょう。日本のサンゴ分布調査が行われたのは、大きく以下の4つの時期に分けられます。

1930年代:日本周辺のサンゴ分布を初めて調べたのは東北帝国大学(現在の東北大学)の矢部博士と杉山博士でした。両博士は、マーシャル諸島やパラオから本州にかけて19の地域でサンゴの分布を調べ、標本を採取しています。現在、その標本は東北大学博物館に所蔵されています。

1960~1970年代:

海中公園を設定するために、日本の各都道府県で海洋調査が行われました。サンゴを調べたのは主に京都大学瀬戸臨海実験所の内海博士と東北大学の江口博士でした。

1980~1990年代:世界的なサンゴ研究者のオーストラリア海洋科学研究所のVeron博士が日本を訪れ、沖縄から本州にかけてのサンゴ分布を明らかにしました。このときに、Veron博士は過去の調査

で記載されたサンゴの名前を改訂し(これは大事な点ですので次で詳しく述べます)、日本のサンゴに関する報告書や図鑑を出版しています。現在、日本で最も良く使われている1995年発行の西平・Veronのサンゴ図鑑はこの時の成果に基づいています。

1990年代後半~2000年代:環境省モニタリングサイト1000事業や日本造礁サンゴ分類研究会の活動により、各地のサンゴ分布が調べられています。また、私たち自身も調査を行い、伊豆と館山ではOWSとボランティアの方々と共同で調査を行っていることは、前述した通りです。

これらの調査地のうち、共通している温帯の8海域(熊本県天草、長崎県五島、長崎県壱岐、長崎県対馬、高知県土佐清水~大月、和歌山県串本~白浜、静岡県伊豆、千葉県館山)と、亜熱帯の2地域(鹿児島県トカラ、鹿児島県種子島)(図1-2)の記録を種リストとしてまとめました。

過去の文献集めと現在の調査によって苦勞して作った種リストですが、サン

ゴの北上を検出するには、まだまだ課題がありました。最初の大きな課題は、サンゴの分類体系が過去と現在で異なっており、過去の文献では同じ種に現在とは別の名前が付けられていることです。そのため、種名の確認を、分類体系を整理したVeronの報告書とともに、過去の文献に掲載されている写真や形態の記載で確認し、さらに共同研究者であり同僚でもある杉原薫さんが東北大博物館に行き、1930年代に採取された標本の調査を行いました。こうして、過去の種名を現在の種名に改訂したのです。この作業には、日本造礁サンゴ分類研究会の会長である野村恵一さん(串本海中公園センター)も加わって下さいました。

次の課題は、過去の調査に見落としや種同定の間違いの可能性があることです。そのために、日本周辺に多く分布して見落としにくい種、水深10mより浅いところに主に分布する種(過去の調査はス

キューバ潜水ではなくスノーケリングを用いている場合が多い)、形態がわかりやすい種、という3つの点に基づいてサンゴ種を選びました。その結果選ばれたのが9種のサンゴです(図2)。

選んだ9種のうち、分布を南に移動あるいは縮小した種は無く、4種の分布が北上していました(図3)。4種のうちの2種(クシハダミドリイシとスギノキミドリイシ)は、インド洋から太平洋にかけて広く分布してサンゴ礁を形成する、熱帯を代表する種です。すなわち、熱帯のサンゴが水温上昇による白化で衰退し、絶滅が危惧されているのに対し、温帯域ではこれらのサンゴが北上しており、いわばサンゴの避難地として機能しているということです。最近、日本周辺では、サンゴを食べるオニヒトデ、サンゴ礁の魚や藻類、シガテラ毒を持つ微細藻類など、サンゴ礁に棲む生物が本州付近で発見される報告が増えてきています。最初に述べたよ

うに、サンゴは生態系の基盤となる生き物ですから、サンゴが変化すると、それによっても他の生物も変化します。水温上昇が進んでいる現在、温帯域がサンゴにとっての避難地になり、温帯域の生態系が大きく変化しつつあると考えられます。

サンゴは、最大14km/年の速度で北上していました(図3)。この速度は、今までの研究例に示された生物分布の北上速度の平均値(0.61km/年)に比べはるかに大きいものです。日本周辺では、黒潮や対馬暖流が南から北に流れており(図1-2)、これらの海流がこの大きな速度の一因だと考えられます。黒潮や対馬暖流のように海流が熱帯・亜熱帯から北極や南極の方向に流れる地域(北アメリカ東岸やオーストラリア東岸など)では、海洋生物分布の北上や南下が急速に起こっている可能性があります。本研究で選んだサンゴ種のうち、6

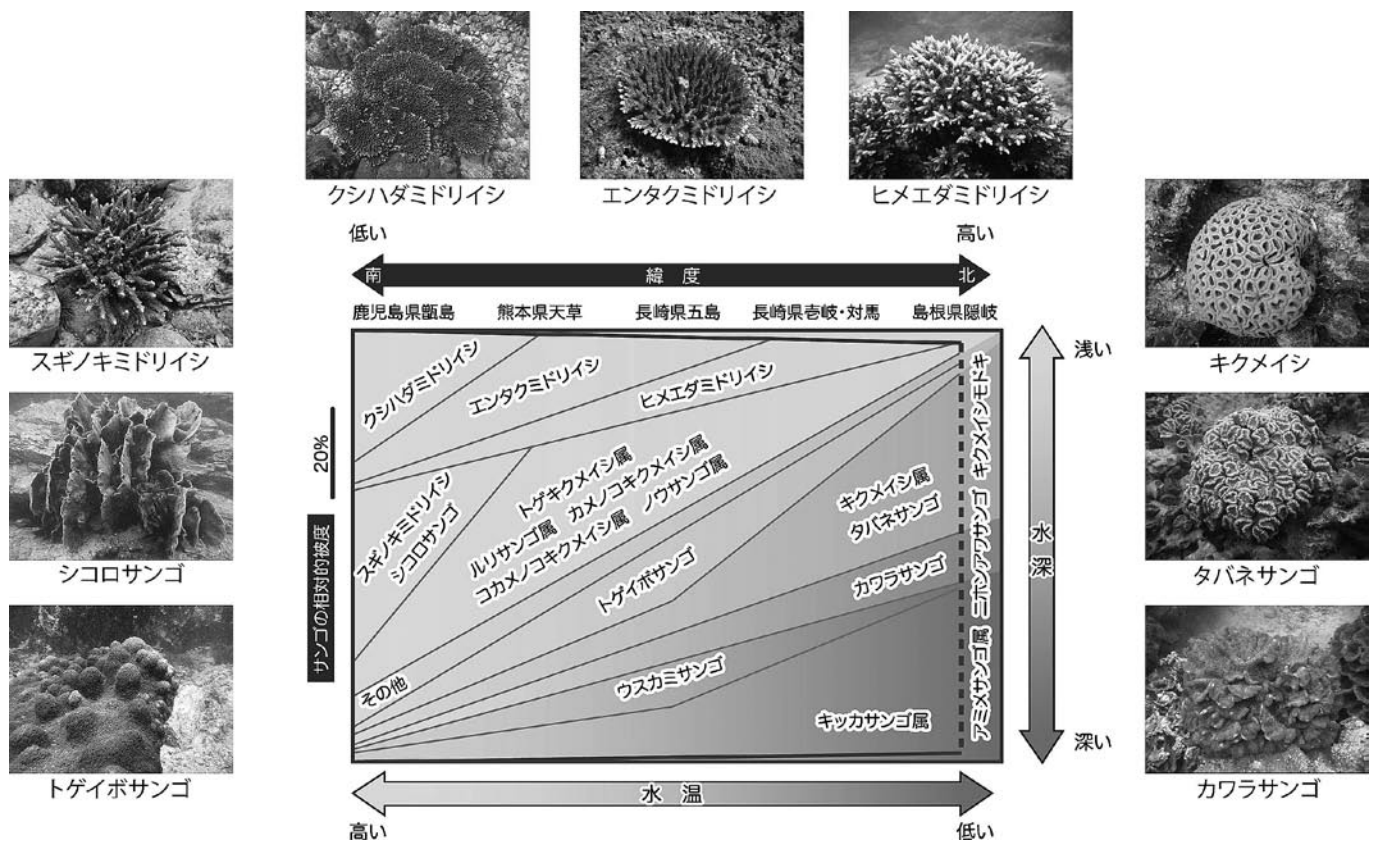


図2 日本の温帯域(九州西岸～島根県隠岐)におけるサンゴ分布と、本研究で選んだ9種 杉原薫さん提供

種はインド洋から太平洋にかけて広く分布していますので、これらの種の出現状況を調べると、他の地域でもサンゴの北上や南下が検出できるかもしれません。

さて、以上のようにサンゴの北上の証拠が固まり、それが与える影響や今後の研究の発展性も議論できました。しかし、これだけでは単なる自己満足です。結果をまとめて論文を書いて、認めてもらい、広く知ってもらわなければなりません。論文を掲載する科学雑誌にはいろいろなものがあり、いわゆる一流誌では、科学的正しさだけでなく、革新性・先進性やインパクトでも論文が評価されます。評価基準を満たさない論文は、哀れ掲載不可の憂き目を見ます。以上の内容をまとめた論文は、某S誌と某N誌(こう書くところの人にはわかる…)に掲載不可を食らわれましたが、地球科学分野で評価の高い Geophysical Research Letters 誌に受理されました。これで、ようやく成果が正式に認められたわけです。幸いこの論文の反響は大変良く、いろいろなメディアで採り上げていただきました。

こうした成果には、実はもう一つの大きな重要性があると私は思います。それは、ボランティアの方々と一緒に調査したデータが、こうした科学的知見に存分に活かされ、社会的インパクトを持ったことです。すなわち、ボランティアによる調査は、普及啓発だけでなく、科学や社会にも貢献できる力があると言えます。

水温の上昇は今後も続くので、これに対してサンゴなど生物分布の変化をモニタリングし、変化に対する適応策を考える上で確実なデータを提示していく必要があります。北限域のサンゴの分布はまだまだわかっていません。過去にしっかりしたデータがあったからこそ、私たちはサンゴ分布が北上していることを知ることができました。定点でのモニタリングとともに、多くの目でサンゴ分布に関する情報を広く集めておくことが今必要とされています。私の研究グループが研究面でのサポートとデータの科学的活用、OWSが普及啓発活動を行うことにより、さらに多くの方々にサンゴのことを知っていただき、北限域のサンゴの現状と将来を評価することができるものと強く思います。

私たちの活動が、研究と普及啓発の協働のモデルケースとなるよう、これからも良い協力体制を築いて行きたいと思っています。

参考

OWS北限域の造礁サンゴ分布調査プロジェクト  
<http://www.ows-npo.org/activity/sango/index.html>

国立環境研究所地球環境研究センター  
 温暖化影響モニタリングプロジェクト  
<http://db.cger.nies.go.jp/gem/coral/index.html>

発表論文

Yamano, H., Sugihara, K. and Nomura, K.  
 (2011) Rapid poleward range expansion of tropical reef corals in response to rising sea surface temperatures. Geophysical Research Letters, 38, L04601,  
 doi:10.1029/2010GL046474.

山野 博哉 やまの ひろや



1970年兵庫県生まれ。  
 東京大学大学院理学系研究科地理学専攻卒業、博士(理学)。  
 1999年より国立環境研究所に勤務。環境の変化に対するサンゴ礁の応答に関する研究を行っている。現在のフィールドは、太平洋の島々と沖縄から韓国にかけての沿岸域。日本サンゴ礁学会誌編集長。

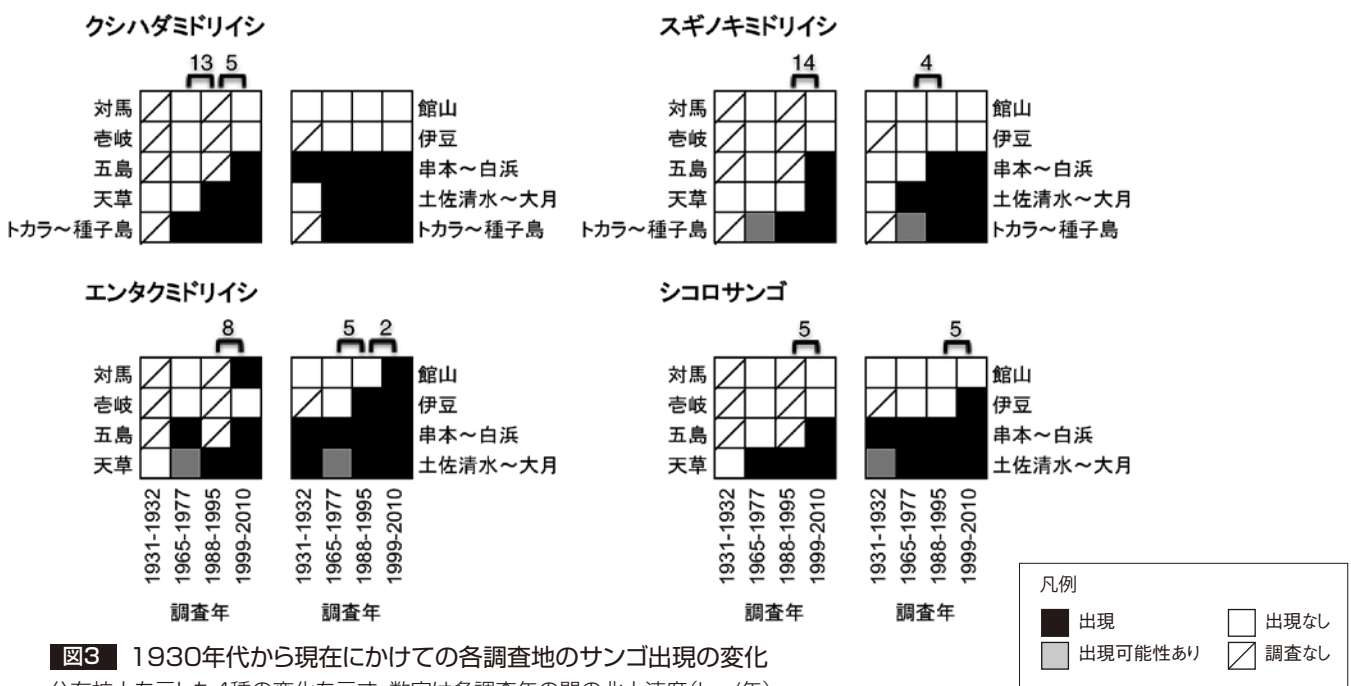


図3 1930年代から現在にかけての各調査地のサンゴ出現の変化分布拡大を示した4種の変化を示す。数字は各調査年の間の北上速度(km/年)