

講演「プランクトン化石にみる過去の海洋環境変動」(その3)

高知大学海洋コア総合研究センター 特任助教 松井 浩紀



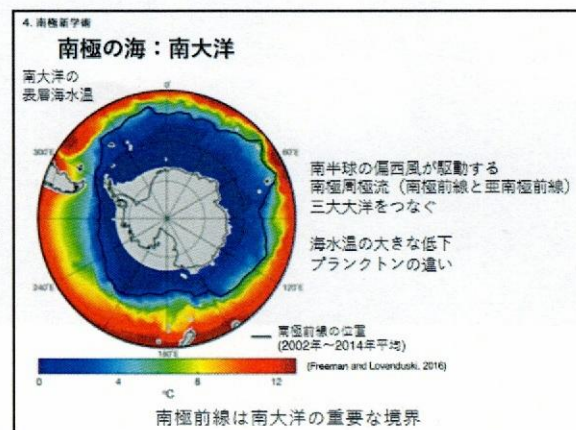
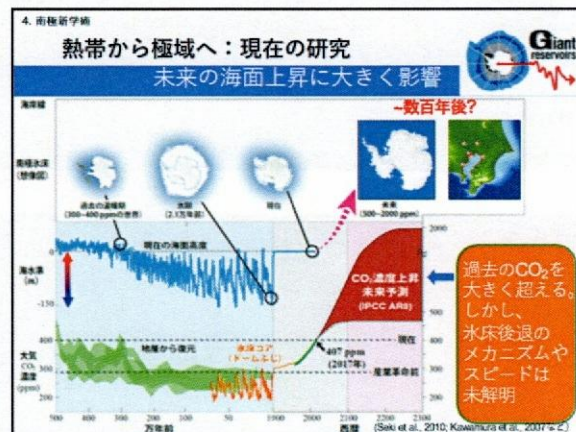
4 南極新学術の研究

ここから、研究の話に戻ります。

私は、熱帯の研究を東北大学でしていきまして、今は高知大学で南極周辺の研究をしています。なので、宮城から高知へ、暖かいところへ移動してきているのですが、研究海域としては冷たいところに行っています。

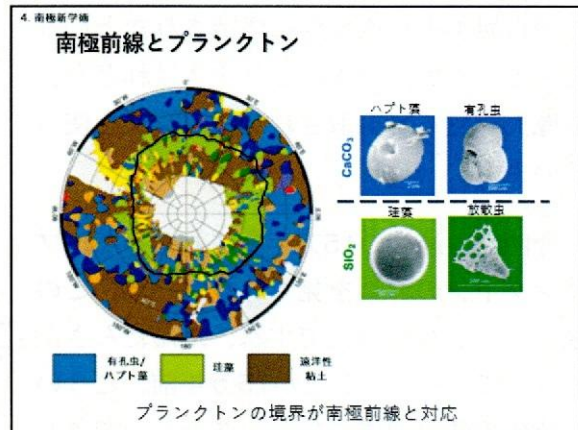
今、南極の海と氷という大きなプロジェクトが走っていて、私はその一員として研究を進めています。現在、地球の温暖化が言われていますが、産業革命前、二酸化炭素は280ppmぐらいだった。そこからどんどん上昇していき、今では415ppmぐらいに二酸化炭素の濃度は達しています。今後、人間活動の程度によって、数百年で二酸化炭素の濃度はさらに上昇することが予測されています。これは現在の南極の氷ですが、南極の氷は、温暖化が起きた時に、いったいどうなるのか。これは、世界中の研究者が研究をしているのですが、いまだに確実なことは言えません。かなりの不確実さがあります。なぜかという、現在の私たちは、今のこの南極しか知らないわけですね。この氷が増えたとき、減ったときという状況を、そもそも知りません。なので、これからどうなるかを予測していくためには、現在を含めて、過去にさかのぼって考える必要があります。具体的には、今から2万年前ですね、先ほどの話しとだいぶ年代スケールが違うので、そこは注意していただけたらと思いますが、2万年前に、氷期ですね、この時には、南極の氷が現在よりも拡大していた。一方で、こういう、暖かいとき、冷たいときが繰り返していますけれども、特に温暖期になると、現在よりも氷が少なくなっていた。こういうような時代もあるわけです。なので私は、過去から現代まで通じて、南極の氷とその周りの海を研究することで、この不確実性を少しでも減らしてやろうと、そういう研究を進めています。

南極の海、南極海と呼ぶこともありますが、ここでは、南大洋ということばを使います。この図は、南大洋の表層の温度を示しています。赤いほど暖かくて、青いほど冷たいのですが、高緯度に行くほど、どんどん冷たくなっていくという変化が分かる



と思います。南大洋の最大の特徴は、南極周極流（前線）という、黒線で描いた海流が時計回りに一周していることです。これは、遮るような大陸がないために、一周できます。北半球は大陸があるために、海流が一周することはありません。南極の周りだけ海流が一周することで、暖かい熱が内側の冷たいところへ移動することが、この海流によって阻まれ、更に南極が冷たくなるという役割を果たしています。この南極の前線を境に海水温が大きく変わることがプランクトンにも大きな影響を及ぼします。つまり、南極前線は南大洋の重要な境界であるということが出来ます。

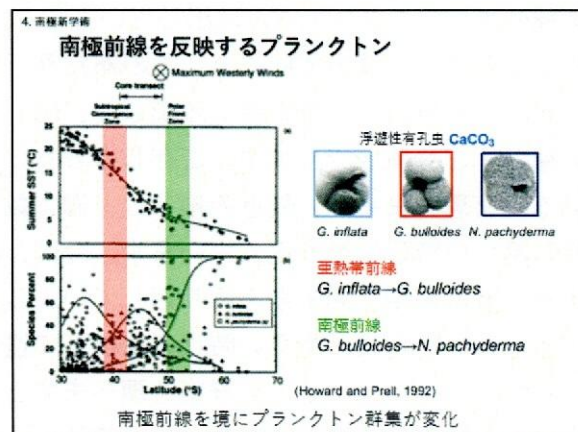
南極前線とプランクトンの関係についてお話しします。こちらの図は、海底の表層に何が積もっているか、水色が有孔虫、ハプト藻といった、炭酸カルシウムの殻を持つ生物です。一方で、黄緑色は、ケイ藻、放射虫という、二酸化ケイ素の殻を持つ生物の微化石です。そして黒い線が、南極前線です。こう見ると、南極前線の外側で炭酸カルシウムのプランクトン化石がたまり、内側で二酸化ケイ素のプランクトン化石がたまるのが分かります。これは、南極前線を境に、温度や塩分が大きく変わるので、表層に住むプランクトンはそれを反映して、そういった情報が、プランクトンが化石として残ることによって記録されていることになります。



実際に、どのようなプランクトンの違いがみられるかということで、ここでは、炭酸カルシウムの殻を持つプランクトンに着目してみたいと思います。

これは、緯度方向に、低緯度から高緯度に向かっていきますが、海水温がどんどん下がっていきます。この緑色は南極前線です。下側に、ある化石の割合を示しています。

こう見ると、前線を境に、化石の種の割合が大きく変化しているということが分かります。ここでも、海水温や塩分の違いを反映して、プランクトンの種類が変わっていくことを示しています。



ところで、配布資料には入っていませんでしたが、プランクトンから推定する南極前線ということで、今回私が新しく考えたんですけれども、このように南極前線があって、その内側と外側に、さまざまな航海で採取された海洋コアがあります。内側と外側で、どのようなプランクトンの違いがあるかということを、こちらの図で示しています。つまり、どちらのプランクトンが多いのかを、一点一点、こちらにプロットしています。

それで、南極前線の外側の群集と内側の群集と内側の群集とに分けています。つまり、紫色の部分の群集は南極前線の外側、水色の部分の群集は南極前線の内側、こういうのを、統計的手法を使って、考えていきました。

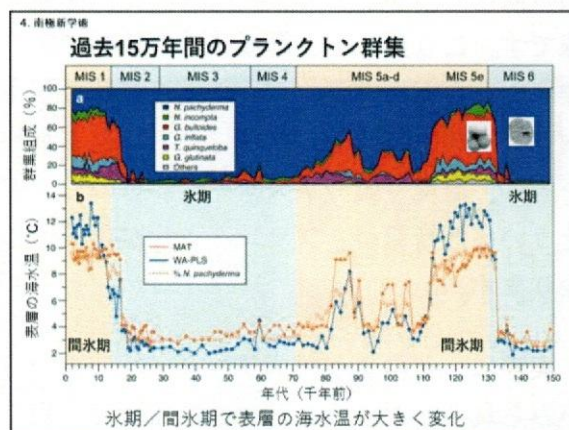
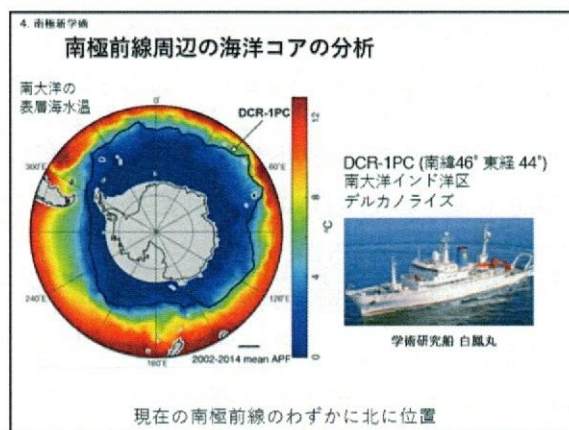
実際に、南極前線の付近のデルカノライズと呼ばれるところの海洋コアを使って、今回は、分析を行いました。

学術研究船白鳳丸は30周年を迎えまして、この白鳳丸も平成元年に建造されたということで、私と同年になりますけれども、白鳳丸を使って採取された海洋コアを使っています。

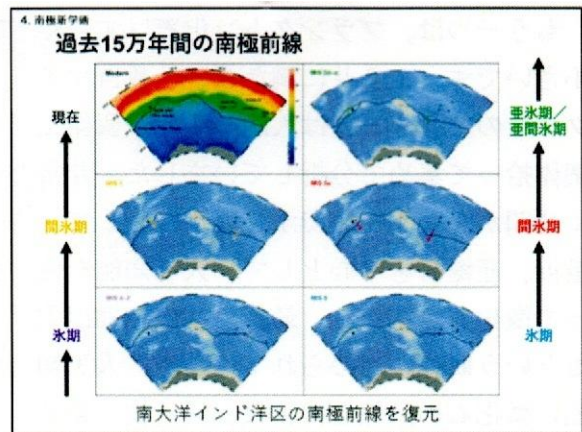
今回は、過去の15万年間にわたって、プランクトンの群集を見ていきました。この図のここが0、現在ですね、だんだんさかのぼって行って、ここが15万年前。こういう時代の変化です。プランクトンの群集を見てやると、色の違いが、異なる形をしたプランクトンです。そうすると、ここですね、一番新しいところだと、6種とか、複数種のプランクトン化石が産出しています。そこからさかのぼっていくと、このあたりですね、青色の化石が大量に産出して、他の種がすごく減ってきます。ご存じの方も

いるかと思いますが、最近の地球は、過去数十万年では、間氷期、氷期という暖かい時代、冷たい時代を繰り返しています。今は、暖かい時代、間氷期に現在の地球はありますが、昔は氷期、間氷期と繰り返していました。こうした対応をみると、プランクトン化石も暖かい時代、冷たい時代を反映して違いが見られていることが分かると思います。こういったプランクトンの群集を調べますと、統計的な手法を使うのですが、表層の海水温を求めてやることができます。複数の手法があるので、絶対値で議論はしませんが、氷期と間氷期で温度が大きく変わっていることが見て取れると思います。

これと、先ほどお話しした、南極前線の外側なのか内側なのか、比べてみます。つまり、群集の情報を入れてやって、どこに点がプロットされるのか、というのを見てやると、このあたりですね、南極前線の外側に位置しているのは間氷期になります。一方で、この氷期の時には、南極前線の内側に位置しているような、こういう違いがあります。これはどういうことかということ、海洋コアを採取していて、海洋コア自体の位置は変わっていないわけですね。だけど、南極前線が暖かい時代寒い時代で南北に動くことで、南極前線の下にある海洋コアに記録されるプランクトンは異なってきます。だから、海洋コアから過去の南極前線の移動が分かることになります。



これはその概念図で、これは南極ですね。ここに南極前線を黒い線を出して、私が今分析したデルカノライズの海洋コア、それから今までの研究である東の地点を使って、南極前線の位置を示しています。ここですね、15万年前は、南極前線は現在よりも北に移動すると。それによって、この海洋コアは南極前線の内側、南側に位置する。それが暖かい時代になって、南極前線が下がる、南下することで、デルカノライズのコアを通過したということですね。こういった変動を、過去の氷期間氷期を通じて現在の状況に至っていると、こういうことが言えるわけです。

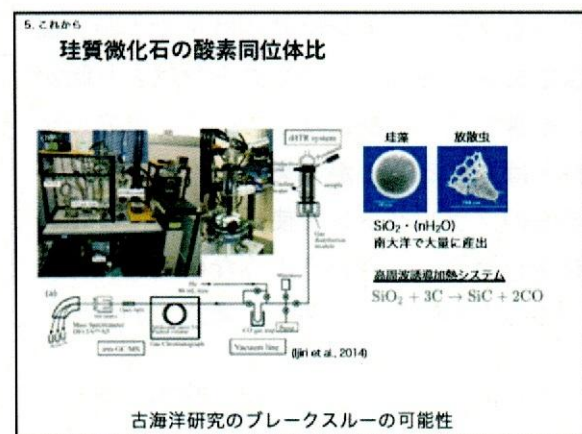


今回は、南極の海の話をしました。研究プロジェクト、グループ全体では、南極の氷を使った研究をしている人もいて、そうした研究者と情報を合わせることで、過去15万年の海の変動と南極氷床のアイスコアに記録されている情報と比較をすることによって、海と氷床がどのように関連していたのか、気候変動が起きていたのか、そういったことを今後研究していきたいな、と思っています。

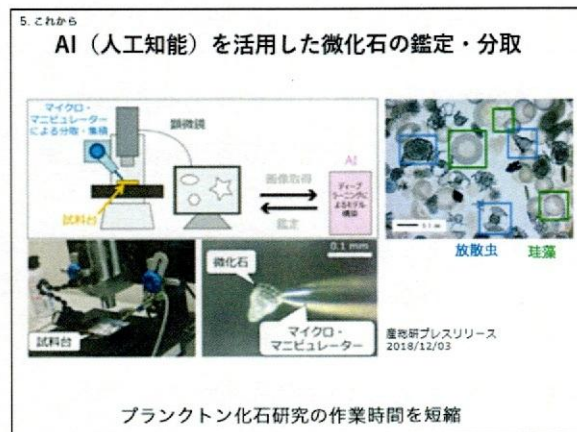
5 これからの研究

今後のプランクトン化石の研究の大きな方法性として、可能性が持てることをいくつか紹介して、講演を終わりたいと思います。

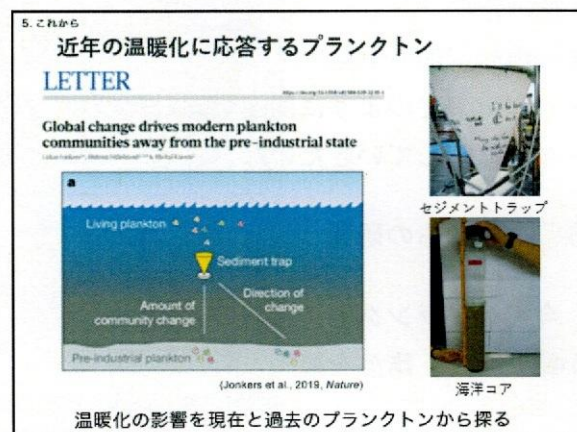
一つは、こうしたケイ藻や放散虫の酸素同位体比を分析するものです。私が今日お話ししたのは、炭酸カルシウムの殻を持つ化石の分析でした。それなら、二酸化ケイ素の殻を持つ化石も分析できるのではないかと思います。二酸化ケイ素の殻を壊して酸素の情報を得るためには、非常に危険な薬品を使わないといけなかったり、非常にたくさんの化石を集めないといけなかったりという困難があって、まだうまくは成功していないというのが実情です。これに対して新しいシステムが開発されています。例えばすごく高温にしてやってこの殻を壊すのですが、こういった装置が今こちらのコアセンターでかなり研究が進められていて、こうした装置が実用化してくると、炭酸カルシウムが出ないような海洋コアにおいても海水温の情報が得られるという意味で期待が持たれています。



もう一つは、プランクトン化石はすごく小さいです。1ミリに満たない、数百マイクロなので、今までは人間の手で1個体1個体拾って集めて分析していました。非常に時間がかかる作業です。これに対して、最近、産総研を中心として、人工知能を使って微化石を鑑定し、最新の技術で抽出するという研究が進められています。人工知能に微化石の画像を何百枚、何千枚と見せて学習させることによって、プランクトン化石を鑑定する。そして、微小な針を使って微化石を1個体ずつ抽出するというのが技術的に可能です。こういった技術が現在、実用段階になって、将来的には地道な研究の作業時間が減って、より多くの過去の情報を得ることができると考えられています。



それから、私自身、気候変動というものに関心があります。地球温暖化ですね。今、最新のトピックとして、近年の温暖化で、今生きているプランクトンがすでに影響を受けているという報告がいくつかあります。例えば、こちらの研究ですと、海洋コア、つまり海底に積もっているプランクトンと、現在生きているプランクトンを比較することで、本当はこのプランクトンとたまっているプランクトンは同じはずですが、温暖化を受けてこのプランクトンはより暖かい影響を受けた種になっていて、海底の試料とは異なることが考えられます。現代と過去のプランクトンを使うことで温暖化の影響を探る。こういうような研究も、今後一つの方向性としてあると考えています。



本日は、七夕の日に、長い時間、ありがとうございました。



(完 文責 南)