

海の生態系を支える植物プランクトンの世界

遠藤 寿 (化学研究所 准教授)



ご紹介ありがとうございました。京都大学の化学研究所から来た遠藤が、最初の演題をご紹介したいと思います。私のタイトルは「海の生態系を支える植物プランクトンの世界」ということで、聞き慣れない言葉もあるかと思いますが、少しでもなじみ深いものになって本日は帰っていただけたらと思います。

最初に自己紹介をさせてください。全くの偶然なんですけど、私はここ新潟の出身です。今は統合によってなくなってしまったのですが、加治川村で生まれました。現在は新発田市になっております。大学に入るまでは新潟で過ごした後に、東京のほうの大学、そして北海道大学で博士号を取得して、現在は縁あって京都大学で仕事をしています。

専門なんですけど、私が主に対象としているのは、生物海洋学、特に微細生物です。植物プランクトン、あるいはそれらに感染するウイルスを調べることで、地球環境がどういうふうになり立っているのか、そして、今後どういうふうになり代わっていくのかを知りたいと考えております。

ここまでは通常の履歴紹介になるのですが、普通のことばかりしゃべっても面白くないので、今日は、普段あまりお話ししないことを紹介したいと思います。実は、この赤で示したのは、私の経歴の一部です。新潟大学不合格、北海道大学不合格といったように、簡単に言うと試験に落ちた経験です。ぱっと見ても分かる通り、試験に受かったことよりも落ちたことのほうが多いのが私です。ですので、

学業としては落第生で失敗の連続になるわけです。良く言えば、何回落ちてもへこたれずに勉強を続けて、現在、研究者ができていくことになるかと思いますが、本日は高校生の方も講演

第18回京都大学附置研究所・センターシンポジウム
京都大学新潟講演会 新潟県民会館 2023年3月4日

海の生態系を支える植物プランクトンの世界

遠藤 寿
京都大学化学研究所
附属バイオインフォマティクスセンター

1/25

自己紹介

1984 新潟県新発田市(旧加治川村)で誕生
2003 新発田高等学校 卒業

2008 東京学芸大学 教育学部 卒業

2013 北海道大学 環境科学院 修了(博士)

2013 博士研究員(北海道大学)

2017 京都大学化学研究所 助教
2022 京都大学化学研究所 准教授

専門は**生物海洋学**(環境科学博士)
・海洋の微生物・ウイルスを調べて地球環境の今と未来を知りたい

2/25

自己紹介

1984 新潟県新発田市(旧加治川村)で誕生
2003 新発田高等学校 卒業

2008 東京学芸大学 教育学部 卒業

2013 北海道大学 環境科学院 修了(博士)

2013 博士研究員(北海道大学)

2017 京都大学化学研究所 助教
2022 京都大学化学研究所 准教授

学業は**失敗の歴史**

専門は**生物海洋学**(環境科学博士)
・海洋の微生物・ウイルスを調べて地球環境の今と未来を知りたい

3/25

を聞いてくださっていると伺っているので、1つメッセージとして、これから皆さんは大学受験、あるいは就職活動というふうにならざるを得ない方の評価にさらされると思うのですが、1回1回の結果で一喜一憂するのではなく、長い目で人生を考えたらいいかなと思います。希望の大学に入れなくても、教員として入ったらいいのです。そういう視点で考えてみてください。

私の言いたいことは大体終わったのですが、今日は研究の発表もしろということなので、もう少しお付き合いください。自分でこのスライドを作っていて、われながらすごく落ちているなど思っ、なぜこんなに失敗しているのだろうと考えてみたのですけれども、結論の1つとしては、あまり勉強しなかったということです。特に高校時代はあまり勉強していませんでした。勉強しないで何をしていたのかというと、ラグビーばかりしていたわけです。これは、私が高校時代に入っていたラグビー部の写真だと思いますが、練習がたくさんある部活で、おかげで大きな大会にも出られていい思い出ですけれども、ラグビーもしながら勉強もできる器用なタイプではなかったということです。ラグビーばかりしていたのが、私の高校の思い出です。

何が私をこの環境科学の世界に導いたのか、この機会に真面目に考えてみたのですが、これもおそらく新潟の土地柄と関係があると思っています。皆さんが見ているのは、私の実家の裏口から出てすぐのところの光景です。父に送ってもらったんですけれども、新潟の方には非常になじみが深い光景ではないでしょうか。田んぼの上に雪が積もっている。あまり人がいないので、足跡が何もありません。こういった環境で、私も幼少期を過ごしました。

秋には、このようにコシヒカリが実って非常に見事な光景になるわけですが、こういったところで魚を釣ったり、虫を捕まえたりして遊んでいたわけです。田んぼというのは、見方によっては人の手によってデザインされた自然です。裏を返せば、人が環境を変えて、デザインし直すことも日常的に行われていたわけです。人が環境を操ると、それに応じて生物がいなくなったり、よそに行ったりします。そういったことを学ぶわけです。なので、生物とそれを取り巻く環境との相互作用について、無意識に学ぶことができたのではないかと考えています。これが、おそらく私の環境科学への興味の芽生えで、その後に気候



変動、あるいは生物多様性の減少といった問題に対して危機感を抱くようになった原因でもないかと考えています。

かくして私は環境科学の研究者になったわけですが、特に海の生態系を扱う研究者になったわけですが、前置きはこれくらいにして、今日、私が紹介したいトピックは3つです。私が研究対象としている海の仕組みと植物プランクトンについて、最初にご説明します。その後、海を調査するとどういったことが分かってくるのか、ということについても研究成果をご紹介したいと思います。そして最後に、生物多様性の意義とは、私の題材である植物プランクトンの生き方を見て、私が学んできた生物多様性の意義についてご説明したいと思います。

早速、最初のトピックに入っていきたいと思っています。ここで皆さんが見ているのは、宇宙から見た地球の姿です。青いところが海です。雲で囲われているところもありますけれども、大体地表の70%を海が覆っています。深さは、平均すると3800m、富士山がすっぽり収まるくらいの深さがあると言われています。広くて深い、非常に広大な生態系が海というわけです。

では、その生態系を支えている、つまり太陽からエネルギーを作り出して、そこにいる生物を養っているのは何かというと、それが今日紹介する植物プランクトンになるわけです。彼らは単細胞生物で、多くの場合、目には見えません。そういった生物が海の生態系を支えているということです。


今度は、物質循環という観点から、我々がよく知っている陸の生態系と、海の生態系を比較してみたいと思います。我々を構成する元素の1つである炭素に注目して見てみたいと思います。縦軸が千兆グラム炭素です。10億トンという非常に大きな数字になっていますが、ここはあまり気にしないで結構です。

まず、植物の量、光合成をする生物の量を海と陸で比較すると、陸が450に対して海が1、圧倒的に陸が多いです。我々は森に行ったら木

今日の話題

海の生態系を支える植物プランクトンの世界

- 1 海の仕組みと植物プランクトン
- 2 海の調査で分かること
- 3 生物多様性の意義とは




7/25

海の仕組みと植物プランクトン

8/25

海




- 海の面積
地表の約71%
- 海の深さ
平均 3,800 m
最深部 10,920 m
- 海の主な基礎生産者
植物プランクトン

<https://en.wikipedia.org/wiki/Earth>

9/25

陸と海の違い



項目	陸	海	大気
基礎生産者の生物量 (千兆グラム炭素)	450	1	-
光合成生産量 (年間) (千兆グラム炭素)	55	50	-
炭素貯蔵量 (千兆グラム炭素)	3500	39000	875

※1Pg = 10億トン

- ・ 海は陸に並ぶ二酸化炭素の吸収源である
- ・ 海は大気中の二酸化炭素濃度を一定に保つ働きがある

10/25

を見ることができますが、海の真ん中に行っても、そういったものはいません。植物が少ないのだから、光合成はあまりしていないのではないかと、実はそうでもなくて、海は陸と同じくらい光合成をしていることが分かっています。これは、植物プランクトンが小さくて、そして少ないながらも頑張っって活発に増殖して、物質をぐるぐる回していることを意味しています。

では、最後に炭素量、これは、生物に限らず、海だったら溶けている炭素の量、陸だったら永久凍土に含まれているものも含めて比べてあげると、どうでしょうか。海のほうが圧倒的に炭素を貯蔵していることが分かります。これは、海水が、二酸化炭素を炭酸種として溶かしているからです。二酸化炭素と言いましたが、現在話題になっている地球温暖化の要因の1つも二酸化炭素の増加と言われています。人間が化石燃料を燃やすことで、それが大気に蓄積していつて、それが温室効果ガスとして地球を温めているという理屈ですが、実は人間が出した二酸化炭素の大部分は海、あるいは陸に吸収されています。なので、海は一部地球温暖化を和らげる働きがあるわけです。

今はそうなっていませんけれど、仮に大気中の二酸化炭素が減ってしまったらどうなるのか。簡単に寒くなるわけではなく、今度は海から二酸化炭素が大気に出ることで寒冷化も和らげてくれるわけです。なので、海は、我々が吸っている空気中の二酸化炭素の量を、ある程度一定の水準に保って気候を安定に保ってくれる、そういった働きを担っているわけです。そういった働き

の一端を担っているのが、今日紹介する植物プランクトンになります。

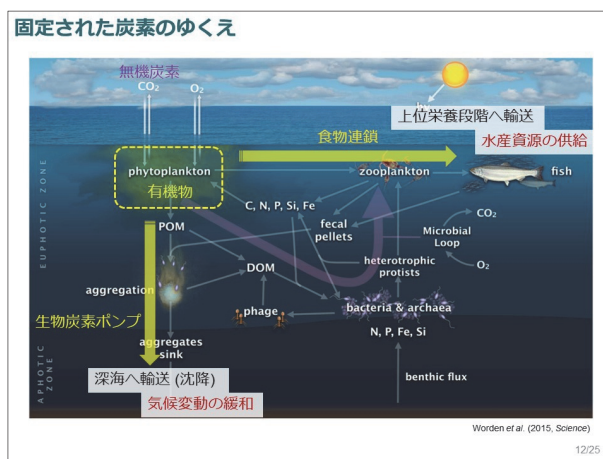
実際に、植物プランクトンの顕微鏡の写真をいくつか見てもらいましょう。こちらにいるのが、珪藻、ハプト藻、緑藻、いろいろな種類がありますが、植物プランクトンは非常に多様な生物群で構成されています。そして、それぞれの生物群に含まれる種の数も膨大です。プランクトンは、もともと泳ぐ能力が少なく、ふわふわと漂っているようなもの



ものことを言うのですが、実際に顕微鏡をのぞくと、こういうふうにするすい泳いだり、ひらひら泳いだり、ちょっとずつはいずり回ったりして、動いているものが結構います。ですので、我々がよく知っている花とか草木と比べると、かなり形態的には違うものです。そういうことが植物プランクトンを表しています。

彼らが光合成をしているわけですが、彼らによって固定された二酸化炭素、有機物になったものは、海の中でどういうふうに戻っているのでしょうか。これは、海の中の元素の循環を示した図になるのですが、今日は、特に2つご紹介したいと思います。

ここにいるのが植物プランクトンです。彼らが有機物を作り出して、その一部は食物連鎖に乗って、彼らは動物プランクトンに食べられて、動物プランクトンは魚に食べられて、大き



な生物にエネルギーが伝播していきます。そしてもたらされるのが、我々が食べている海産物です。なので、もちろん海の恵みの起点は植物プランクトンになるわけです。

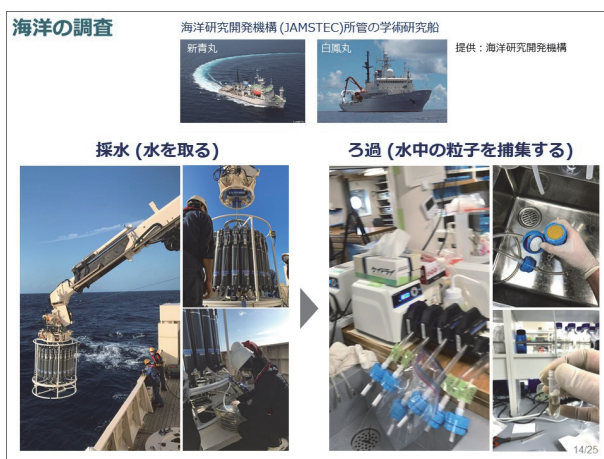
もう1つ、今度は、彼らが海の底に沈んでいく働きも見ていきましょう。プランクトンの1個1個は小さいので、なかなか沈まないのですが、例えば彼らが食べられて動物のふんになると、ある程度塊になるので海の底にゆっくり沈んでいきます。マリンスノーなどがそれに該当するわけですが、そうすると、ある深さまで沈んだ炭素は湧昇、つまり潮の湧き上がりによって表層にまた戻ってくるまで、何百年何千年という間、海の中に閉じ込められることになります。つまり、彼らはあたかも表層の大気を海の深くに閉じ込める、隔離する働きを持っている。これを生物炭素ポンプと呼び、地球の気候変動を考える上で重要な役割の1つを、植物プランクトンが担っているわけです。

植物プランクトンを研究すると、もちろん彼らの魅力的な生き方、振る舞いも分かるのですが、もうちょっと範囲を広げると、海の生態系、あるいは生物炭素ポンプに着目すれば、気候変動、環境問題、そういった問題にもアクセスできることが、このプランクトンの魅力の1つではないかと私は思っています。

実際に海を調査すると、どういうことが分かるのか。1つ研究例を紹介したいと思います。

まず、プランクトンは、その辺の水をすくえばどこにでもいるのですけれども、陸から離れた海を調査したかったら船を使うしかありません。日本にはいくつも研究船があって、JAMSTEC（国立研究開発法人海洋研究開発機構）が持っているこういった船が代表的なんですけれども、我々はこういう船に乗って、海の真ん中で水を取って、それを実験室で分析するために持ち帰ることを日常的にやっています。今日は、代表的なものを1つご紹介します。この黒い1個1個がボトルで、採水器になっています。この採水器をフレームに何十本と取り付けて、ワイヤで吊るして海の中にドボンと落としてやるわけです。水を取りたい深さまで落とした後に、採水器の蓋を閉じてあげれば、その水が取れるという簡単な理屈です。

これを使うことで、海の表層はもちろんですが、深い所、5000m、6000mの所からでも、一度に何百リットルという水を取ることがができるわけですね。取った水は、船の中にある実験室に持ち帰って、こういうふうにしたすろ過をするわけです。ろ過をして、水ではなくてフィルター、ろ紙に乗った粒子が植物プランクトンになるので、それを凍らせて陸に持ち帰るのが、一連のサンプリングの流れになります。



持ち帰ったプランクトンは、もちろんいろいろな分析方法があるのですが、代表的なのは顕微鏡で見るとか、化学的に測るのもよく使われているのですが、プランクトンの多様性を測りたいときには、こういうものでは不十分で、例えばどんなに熟練した人でも、現場にいるプランクトンの種を全部見分けることはできないのです。似たような形をした種もいれば、全く見たことがない種もいるわけです。

なので、最近の流行りは、遺伝子を調べます。

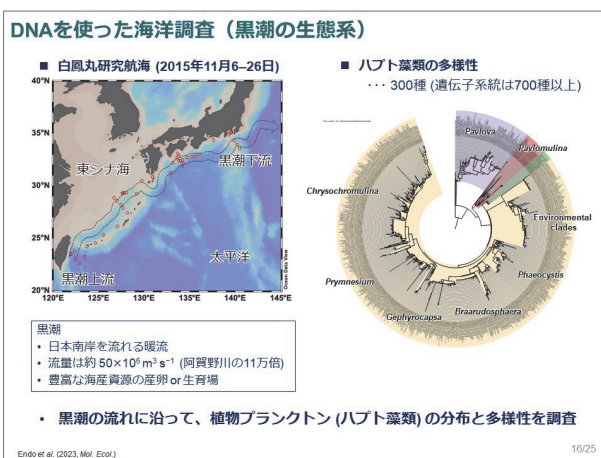
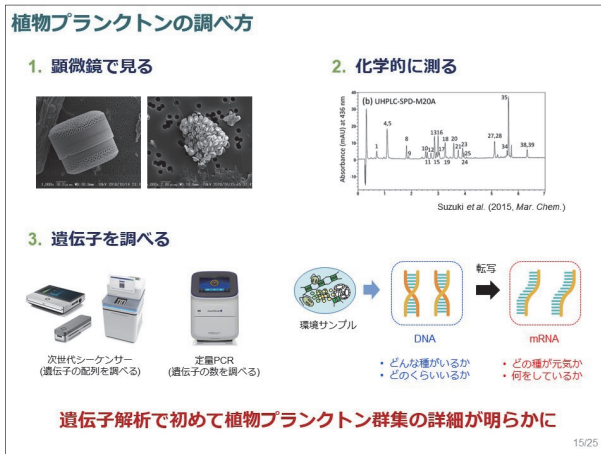
我々生物であれば、例外なく DNA を持っているわけです。そういったものは、種によってちよつとずつ配列が違うわけです。その違いに応じて種を分ける方法がよく使われています。あるいは、数を数えれば、そこにどれくらいの生物がいたかを推定できるわけです。なので、この遺伝子を使うと、環境中にたとえ何千種、何万種の種がいたとしても、コンピュータさえあれば機械的にそれを分析できるということで、私も研究で非常に重宝しているやり方の1つです。

DNA を使った調査の結果を、1つ紹介したいと思います。

ここに日本列島があつて、韓国、北朝鮮があつて、中国大陸がある地図です。皆さんは、黒潮をご存じでしょうか。日本の南岸を流れている暖流ですが、元をたどれば、台湾島のもっと南のほうのルソン島のあたりから流れてきているのですが、それが北上して、中国の東シナ海に、この辺は非常に浅い海なので、ここに乗り上げることはしないで、そこにぶち当たって日本のほうにそれて、太平洋のほうに流れているのが黒潮です。

非常に強い海流です。阿賀野川の11万倍と書きましたが、ものすごい量の水を毎秒運んでいる強い海流になります。もう1つ黒潮の特徴が、非常にたくさんの魚の産卵場や育成場になっていることが挙げられます。黒潮の流域は、魚の多様性がすごく高いのです。我々が食べている魚の5割から6割くらいの種は、何らかのかたちで黒潮を使っているとも言われています。

この黒潮に基礎生産を担っている植物プランクトンの代表種が、ハプト藻になります。さっきもちろつと出てきたんですけど、ハプト藻の特徴として、非常に多様性が高いことが分かっています。分かっているものだけでも300種、遺伝子で見ると、少なくとも700種以上はいるのではないかとされています。なので、ここでは、黒潮の上流から下流にかけてハプト藻の分布を調べてあげることで、黒潮の生態系がよく理解できるのではないかとということで、文部科学省のプロジェクトで観測を行ったので、結果をお見せしたいと思います。



図が小さくて申し訳ないのですが、これは、遺伝子によって見積もったハプト藻の多様性です。どれくらいの種がそれぞれの海域にいるのかを示しています。多様性が低いところは青色、多様性が高くなると赤色に変わっているのですが、黒潮が南から流れてくるのですが、このあたりで多様性がかくと高くなっています。具体的には、丸で囲った東シナ海の陸棚域と接する所で高くなっています。次に、視点を変えて、今度は生物量、ハプト藻が

どれくらいいたのかを見てみると、やはり丸のあたりでハプト藻の生物量が非常に高くなっている。こういった結果が何を意味しているのかというと、どうやら黒潮は、流れてきて、このあたりで、中国に隣接する東シナ海の大陸棚のほうから新しいハプト藻の種が入ってきているのではないかと、というのが分かるわけです。

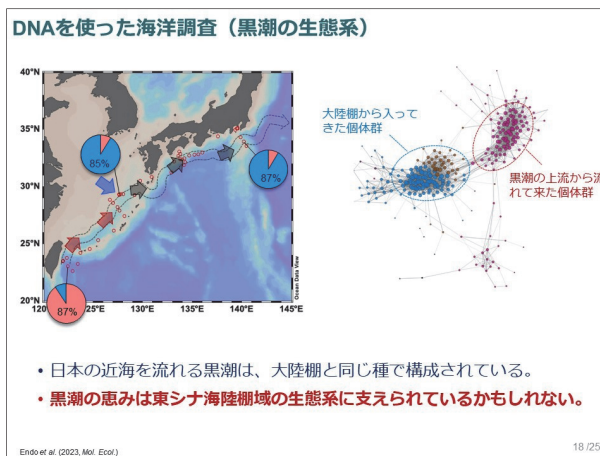
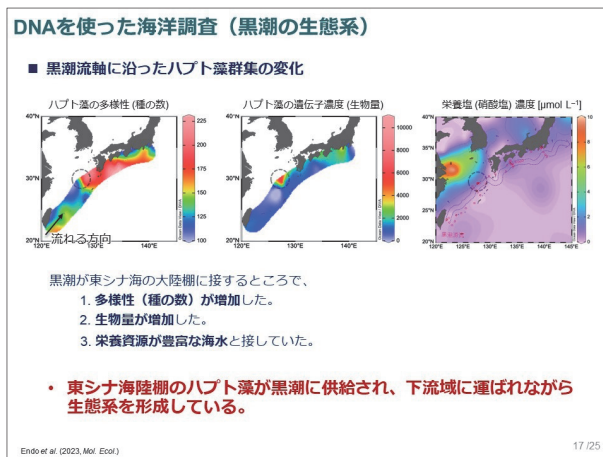
では、この陸棚に何があるか。これは、植物プランクトンが増えるために必要な栄養資源の量です。黒潮の流域は紫色、つまり栄養塩はゼロに近くて枯渇しているわけです。ですが、このへんは非常に栄養塩の濃度が高いです。プランクトンがたくさん増える環境にあるわけです。この赤い所に何があるかということ、アジア最大の河川で長江です。長江から運ばれた肥沃な水によってプランクトンが増えることができ、その一部が黒潮に流れ込んでいるのが、どうやら黒潮の生態系らしいです。

まとめると、ハプト藻が南から流れてきて、陸棚に接する所で新しい種が入ってくる。そして、それより下流の流域では、それらが混ざった群集で構成される。これが、遺伝子を使って細かに種組成を見てあげることによって、分かってきたわけです。

もうちょっと高度な解析をしてあげると、右側のよく分からない図が何を示しているかということ、1個1個がハプト藻の種です。出現パターンが似ている種を近くに配置する図です。見てみると、こちらの青とか茶色のまとまりと、赤いまとまりでは、出現パターンが大きく2パターンに分けられることが分かってきました。こうすることで、この赤いまとまりは黒潮の上流、南のほうから流れてきた群集で、青いまとまりは、東シナ海陸、

棚のほうから入ってきた群集ということが分かるわけです。もちろん南のほうの水を調べると、赤い種が大半なわけです。陸棚域のほうは、青い種が多いというきれいな結果が出るわけです。

では、ここで問題なんです、日本列島を流れている黒で示した水、これは赤い群集、そして青い群集、どちらのほうがたくさんいると思いますか。赤いほうがたくさんいると思う方、手を挙げてみてください。青いほうがたくさんいると思う方は。青が多いですね。皆さんも知っていたのかもしれないですけども、実は青い群集、つまり東シナ海のほうから入ってきたと思われる群集が、我々日本列島を構成する黒潮の植物プランクトンで多かったということです。なので、



黒潮というのは、南から北までじっと流れているわけではなくて、植物プランクトンの組成がかなりダイナミックに入れ替わりながら流れていることが分かったわけです。

これは、海洋学者にとっては結構驚きで、黒潮は流れが非常に速いので、東シナ海のほうに入っていくことが結構あるのです。その一部が日本海に抜けて対馬暖流になるわけです。一方で、大陸棚のほうから黒潮に入ってくる水は、すごく少ないことが分かっている、黒潮全体の1%ぐらいと言われていています。なので、黒潮の生態系が東シナ海に強く影響されていることは、誰も分からなかったわけです。生物は、塩分とか水温と違って、保存量ではないので、たとえ入ってくる量が少なくとも、そこで増えることができれば、影響を与えることができます。そういったことが今回の観測で分かってきた。つまり、DNA を使って事細かに群集を見てあげると、こういった生態系レベルの成り立ちが分かってくるということが、この研究の結論になります。

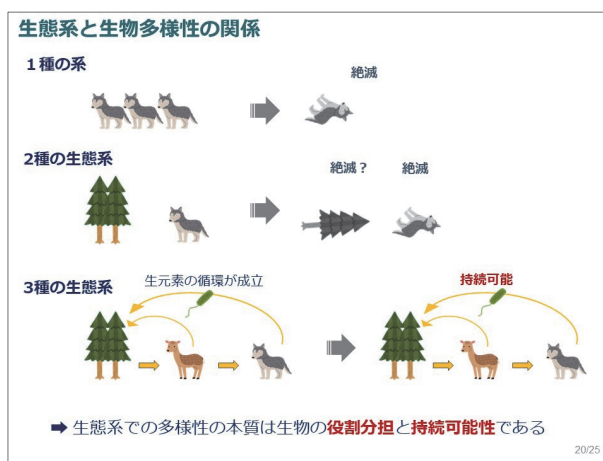
もっと言うと、中国と日本は、文化もそうですけど国として隔たっていますけれども、地球環境を理解したかったら、そういったものを取り払って、国をまたいで因果関係を見てあげないといけない、というメッセージもあるように私は思います。

最後に、生物多様性の意義です。プランクトンは多様だ多様だと再三言ってきましたけれども、一口に多様と言っても、いろいろな意味があるので、ここでは、多様をある程度狭い範囲で生物同士が相互作用できる、そういった生物が多いことを多様性が高いと定義してみましょう。その上で、生態系で生物多様性が上がるとどうなるのかを見てみたいと思います。

まず、1種の系です。このようにオオカミしかいなかったらどうなるか。もちろん、彼らは絶滅してしまいます。彼らにエネルギーを与えてくれる生物がないからです。光合成をするスギを植えたらどうなのか。スギとオオカミという2種の生態系を見てみると、彼らもうまくいきません。なぜなら、オオカミは、スギが作るセルロースという硬い繊維を分解できるようにはできていないからです。

では、ここにもう1種、シカを加えて3種の生態系を見てみましょう。シカはスギを食べることで増えることができます。オオカミはシカを捕まえて増えることができる。彼らが呼吸をしたり、死んで細菌に分解されたりすると、彼らの元素が無機物としてスギに利用できる形になります。そうすると、まだ問題はあられるかもしれませんが、一応、生元素の循環が成り立ちような生態系ができたわけです。こういった生態系は、持続可能です。つまり、長続きするわけです。

生態系というレベルで生物の多様性がなぜ重要なのかを考えると、その本質は役割分担、生物同士が役割を分担することと、それによって生態系が長続きすることだと私は思っています。生物多様性は、それ自体が目的なわけではなくて、生態系が持続するための単なる手段だと私は考



えています。我々人間がいるのも、生態系が途切れることなく持続してきた結果です。なので、持続可能性というのが、1つのキーワードかなと思っているところです。

プランクトンの多様性が高いことは、何も DNA を使わなくても昔から分かっていたことで、日本近海から取った水を顕微鏡でのぞいたのですけれども、見てのとおりいろいろなプランクトンが共存しているのが分かると思います。昔の偉い先生方も、こういうことにはもちろん気付いていて、例えばジョージ・イヴリン・ハッチンソンさんという方は、プランクトンのパラドックスを提唱しました。これはどういうことかと言うと、海の中は比較的単調な空間なのに、いろいろな生物が、なぜ競争で排除し合うことなく生存できるのだろうと考えたわけです。なぜ共存できるかが分からなかったのです。

このプランクトンのパラドックスができてから、プランクトン同士が共存できる機構、その理由を調べてみようというふうに研究が進んでいきました。今でも毎年論文が出るくらい、盛んに研究されているテーマの1つです。そして、時間がたって、一人の海洋学者が現れたわけです。私ですけれども、私は、同じプランクトンの多様性を見て、こう思いました。多様性というのは、目的じゃなく手段だよなと。だとしたら、植物プランクトンが共存していること、そして多様性が高いことにも必ず意味があるはず、目的があるはずだということなんです。

そうすると、何をするかというと、プランクトン同士と一緒に棲むことで何が起こるのかを調べたいと思ったわけです。私は、研究者としての格は足元にも及びませんが、同じ自然現象を見ているのに着目する視点によって研究の方法が違うのが、1つ面白いところです。私は何をやったかという、実験室で実際に多様性を作ってあげようじゃないかと思ったわけです。舞台は、高知県の浦ノ内湾です。ここにもプランクトンがたくさんいるのですけれども、ここでいろいろな種を単離培養してあげて、単離というのはたった1匹だけを取り出して、その子孫を培養してあげることです。一旦多様性をなくした後に、また彼らを一緒に培養することで、無理やり多様性を作ってあげたわけです。もちろん当てずっぽうに混ぜてもうまくいかないで、過去に2年分くらい高知大学と一緒に観測しているのですけれども、こちらの観測データを使って、どういった種同士だったら相互作用があるだろうというのを学習して、それを元の実験をデザインしてあげたわけです。

プランクトンのパラドックス

水中にたくさんの種が共存している！

単調な環境では競争排除が起こるはず。なぜ彼らは共存できるのだろう。

⇒ 植物プランクトン同士が共存できる理由を調べてみよう！

多様性は目的ではなく手段。植物プランクトンの共存にも何か目的（役割）があるのでは？

⇒ 植物プランクトン同士が共存することで何が起こるのか調べてみよう！

George E. Hutchinson (1903-1997)

Hisashi Endo (1984-)

https://en.wikipedia.org/wiki/G._Evelyn_Hutchinson

21/25

実験室で2種の植物プランクトンを一緒に培養すると何が起こるのか？

天然群集 (数十〜数百種) → 単離培養 (1種) → 混合培養 (2-3種)

高知県浦ノ内湾

- 現場の植物プランクトンを単離培養
- 過去の観測データから共存可能な組み合わせを推定

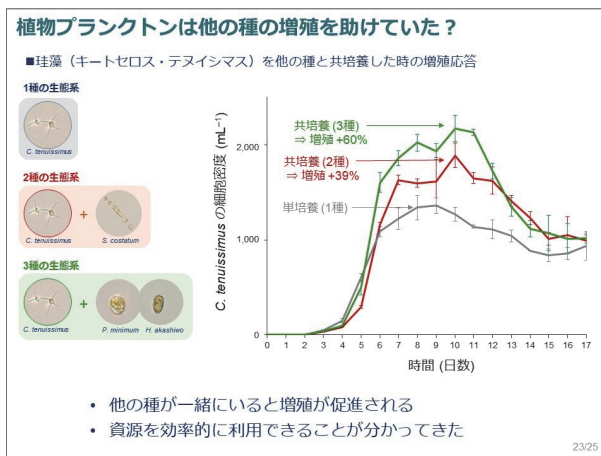
⇨

- 培養実験
- 共存する他の種の有無で増殖を比較

人間の手で多様性を作り出してその効果を測定する

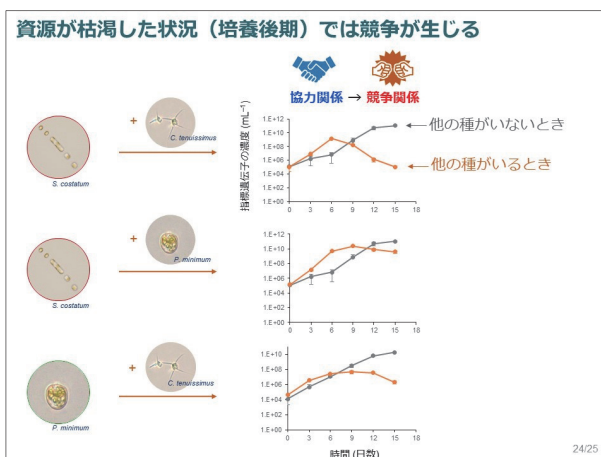
22/25

そして、多様性を作ったときと、多様性がないときで彼らの増え方を比較する、というのがこの方法になります。たった2種とか3種で多様性なんて言うなよと思うかもしれませんが、仰るとおりなんですけれども、それでもなお、1種と2種の違いを、最初のステップとしては見るのが大事なわけです。結果はどうなったでしょうか。ここでは、一番増殖の速度が速かったキートセロス・テヌイシマスという珪藻の増え方を比較したいと思います。1種



種するとき、そしてほかの珪藻を加えたとき、そしてほかの2種を加えたとき。これが、何も加えないとき。独りぼっちで培養したときの増え方です。最初にぐわっと増えて、資源が枯渇したらちょっとずつ減っていくのが典型的な微生物の増え方です。ここにほかの種を加えると、どうなるかと言うと、これが2種の場合、これが合計3種の場合です。驚きました。ほかの資源、光とか栄養は変わらないはずなのに、ほかの種が隣にいただけで、彼らは活発に増殖するようになったわけです。それぞれ、39%、60%も最大のときの増殖が促進されたのがわかりました。

もうちょっと詳しく見てみると、ほかの種がいると、より少ない資源でたくさん炭素を吸収できることも分かってきたわけです。地球温暖化を緩和してくれるはずの光合成の活性は、もしかしたら多様性とも関係があるかもしれない、というのが分かってきたわけです。



では、次に立場を変えて、増殖の遅かった珪藻に、さっきの珪藻を加えて、どれくらい増えるかを見てみましょう。面白いことに、

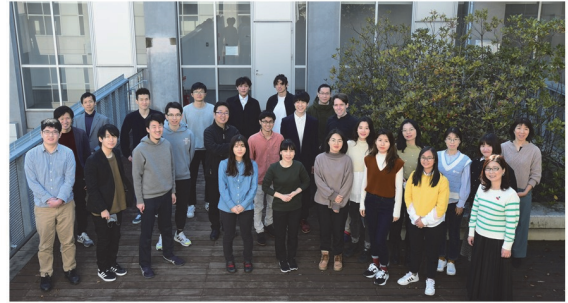
ほかの種がない場合に比べて、いると増殖が増えるのです。彼らは、独りぼっちのときよりも、一緒にいたときのほうが増える。つまり協力的な関係を結んでいることが分かってきました。一方で、時間がたつと資源がなくなってきた、ほかの種がいたほうが増え方が悪くなっています。つまり、どこかのタイミングで彼らは競争関係に移行したということです。最初は一緒に頑張って増えるけれど、後で互いに争い合う。そういった関係になることを意味しています。

実験を行った全ての組み合わせで、同じような結果が得られました。これは、おそらく植物プランクトンの持つ共通の性質の1つであろうということが分かってきたわけです。一口に多様性と言っても、種同士の組み合わせはもちろん大事なのですが、彼らを取り巻く外部の環境を考慮してあげないと、彼らの相互作用を正しく理解することはできないというのが、この研究の教訓ではないかと思えます。

最後になりましたけれども、植物プランクトンの観点から多様性を見てみましたが、いかがだったでしょうか。単細胞生物でさえお互い協力し合うのは、驚きも大きかったのではないのでしょうか。一方で、多様性がもたらす相互作用、それは、協力関係もあれば競争関係もあるという、自然界からある意味残酷なメッセージのようなものも含まれていたのも事実だと思います。どういうメカニズムで、こういった共生、競争が起きるかは、まだよく分かっていないのです。私はこれからも研究を続けて、そういったことを1つ1つ理解していきたいと思っています。

私の話は以上になりますが、もし、こういう研究に興味があったら、一緒にやりましょう。大学でお待ちしております。どうもありがとうございました。

ありがとうございました



所属している緒方研究室の集合写真 2022年2月

25/25