

# 「つながり」 が育む 海の持続 可能性

## 鼎談

吾妻 行雄

東北大学大学院農学研究科教授

原島 省

国立環境研究所企画部

加賀城 俊正

CEL所長代理

われわれにさまざまな恵みをもたらしてくれる海だが、拡大しつづける人間活動の影響で、今未曾有の危機に瀕している。さらに、日本人の間では、深刻な「海離れ」も進む。それぞれの専門分野で海の危機に向き合ってきた吾妻行雄氏と原島省氏、そしてCEL所長代理の加賀城俊正が語り合う、海の持続可能な利用のためにこれから必要なこと。

ボートレイト撮影・名取和久

## 世界中で減少している藻場

**加賀城** 海は、私たちの生活や生態系、あるいは地球環境への恵みをもたらしてくれるわけですが、人の活動に起因する異変も起きています。そこです。まず、海で何が起きているのかをお聞きできればと思います。赤潮、青潮（\*1）、海藻の群落が喪失する「磯焼け」、サンゴ礁・砂浜・干潟の喪失、温暖化の影響などさまざまな問題がありますが、そのなかでも先生が注目がされている問題からうかがえますか。

**吾妻** 私は波打ち際から水深30メートルくらいまでの、海底が岩でできている「沿岸岩礁域」と呼ばれる場所を研

究対象にしています。沿岸岩礁域には、陸上と同じように、森林もあるし、草原もあるし、草原もあります。森林は大型の褐藻類という、コンブとホンダワラの仲間（\*2）などからなります。海中林の大きな特色は、生産力がとても高いことです。陸上の植物と同じように、光合成で水と二酸化炭素からでんぷんなどの有機物を作りますが、陸上で最も生産力が高いと言われる熱帯雨林に匹敵する、あるいはそれをしのぐと言わ



写真提供 中野誠志/アフロ

写真提供 マリンプレスジャパン/アフロ

れています。海中林は、稚魚の棲み場、えさ場、隠れ場、さらには、動物が産卵する場所も提供しています。

**原島** いろいろな生物の生活を支える重要な役割を担っているわけですね。

**吾妻** ところが近年、何が起きているか。2013年のIPCC（\*3）の報告にも書いてありますが、地球温暖化によって海洋も温暖化しています。21

世紀の末までに、海の表層から水深100メートルくらいまでの水温は、最大で2℃ほど上がると推定されているんですね。もうひとつの問題は、海水の酸性化です。空気中の増加した二酸化炭素が海に溶

けて、海水のpHが0.3下がる。今のpHが8.2くらいですから、7.9くらいになってしまふ。

**加賀城** それによって吾妻先生が研究されている沿岸域では、どういったことが起こっているのでしょうか。

**吾妻** コンブの海中林の縮小です。もともとコンブの仲間というのは寒い海に分布していて、北半球も南半球も、緯度40度から60度くらいに生育しています。現在、赤道寄りのほうから海中林が消滅しているんです。

**原島** 特にひどい場所というのはあるんですか？

**吾妻** 今一番ひどいのはオーストラリアのタスマニア島です。世界の海で過去100年で上がった水温は平均0.5℃だったのに、そこでは2.3℃も上がってしまった。オーストラリアの東側に、全長40メートルくらいに達するジャイアントケルプという海中林が分布しているんですが、赤道寄りの北

からどんどんなくなっていったって、タスマニアでも消失が始まっています。その原因は、温暖化とウニの食害なんです。ウニの幼生がどんどんタスマニアに流れてきて、それが成長してジャイアントケルプを食い尽くしているという危機的な状況です。同じようなことは日本でも起こっていて、どう対処するかを研究しています。

## 失われた藻場を再生するために

**加賀城** 今お話しいただいたのは、「海のゆりかご」と呼ばれる藻場が喪失する現象ですね。それが「磯焼け」と呼ばれるものなのでしょうか。

**吾妻** もともと磯焼けという言葉は伊豆半島の東岸で生まれたものです。大型のコンブの海中林が崩壊してしまふと、無節サンゴモという石灰質のサンゴ質の海藻が優占します。そしてそこにウニがどんどん増える。磯焼けというのは、海中林の崩壊によって水産業が打撃を受けることを言います。温暖化すると水山が解け、雨も多くなって、表層の水が軽くなる。そうすると表層の水と栄養のある海底の水が混合しなくなると、海全体に栄養がうまく供給されなくなり、影響が拡大してしまう可能性もあります。

**原島** 私も磯焼けに非常に関心を持っています。初めて磯焼けを目撃したのは、韓国の済州島でした。通常の海藻

海中林の大きな特色は、生産力がとても高いことです

Agatsuna Yukio



は、韓国の済州島でした。通常の海藻

が見られず、岩がピンク色の藻類におおわれており、これは日本だけの問題ではないということを感じた次第です。

**加賀城** 対策は、どのように考えられているのでしょうか。ウニを駆除する、海藻を植え付けるなど、藻場の再生も試みられていると聞いています。

**吾妻** 藻場の造成は、日本が昔から抜きん出ている技術で、主に3つのことを行います。まず、コンブの種苗を生産して導入する。次に、コンブが生える箇所をきれいにする（\*4）。新しい岩の面を作って、そこに種苗を導入します。3つ目、これが一番苦労しているんですが、種苗を保護して育成する。そのためには、植食動物のウニに食べられないようにすることが大切です。まずはウニを除去する。あるいは、

摂食されないようにそれ以上にコンブを食べさせてしまう。そのすきに、育てたい多年生の、アラメやカジメという、5、6年生きて海中林を作るような海藻を育てます。でも、温暖化に対して何ができるかと言えば、最後は栄養塩の投入なんですよね。高水温でも栄養が豊富であればコンブが成長できるといふ実験結果があります。

## 陸が支える海の環境

**加賀城** 原島先生が問題と考えられている海の状況はどのようなものでしょうか。

**原島** 私が中心的に研究してきたのは、陸と海との連続性が損なわれることで起こる問題です。陸から海には、川を通じてさまざまなものが流入しています。リン、窒素などは「栄養塩」というように、海の生態系にとってなくてはならないものなんです。しかしそれが過剰になると、赤潮、すなわち植物プランクトンの異常発生を招くわけです。富栄養化がさらに進行すると青潮に至ります。

**加賀城** 赤潮は197



環境ストレスがある閾値を超えると環境は急激に悪化します  
Harashina Akira

ました。黒海で有害赤潮が増えたのは、これが原因となったのではという報告が『ネイチャー』誌にありました。

**加賀城** 森から海への流れが、海にとって非常に重要ということですね。

**原島** このような珪素の不足が海の環境に悪影響を及ぼしているんじゃないかとという仮説を、「シリカ（珪素）欠損仮説」と呼んでいます。長江にも三峡ダムという大きなダムができ、これからは世界中で大きなダム建設が予定されていますので、この仮説はとても重要だと考えています。

## 人為的な操作の影響は予測がつかない

**原島** 海洋への環境ストレスと環境の悪化の程度は、比例関係ではないんです。一般的なことです。最初は環境ストレスが増えても、環境の悪化はゆっくり進行し目立ちません。ところが、環境ストレスがある閾値を超えると、環境は急激に悪化します。そこでやっとな環境への負荷軽減などの措置がとられるのですが、そうしてもすぐに効果が出るものではなく、負荷を相当減らした上で、しかも長い時間がかかってやっと回復がみられるようになるのが普通です。

**加賀城** 海の問題の難しさは、ひとつそこにあるような気がします。人為的な操作をしたときに、それがいい面もあるし、逆に予想もしない面が出る場

合もあります。

**吾妻** 津波があつた三陸では、養殖はあつたという間に復興したんですが、海の栄養が足りなくて、色落ちのワカメができてしまったんです。調べると、窒素の濃度が低い。人間が活動していた岸辺や畑から、栄養が供給されなくなったためだと思います。

**加賀城** 人が手を入れる行為が海に与える影響というのは、今まであまり考えられてこなかったんですか。

**吾妻** 生態系を全体でとらえてモデル化しようとする、環境の変化とある種の関係が他の種に与える影響や相乗作用など、すべて考えないと、何が起るかわからないんですよね。

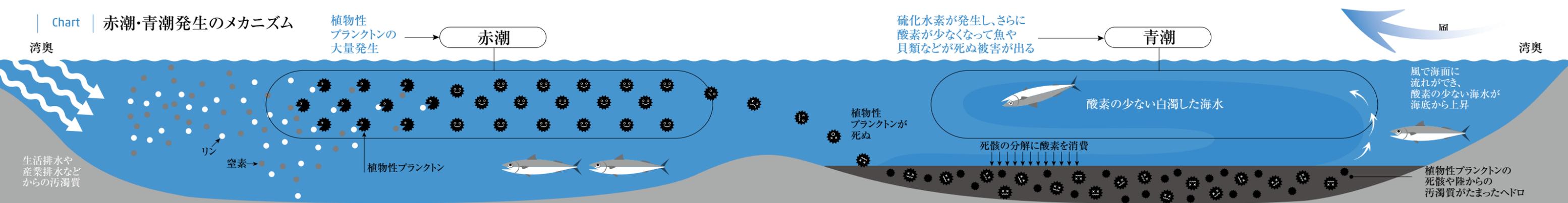
**加賀城** 全体のつながりを考えないで、部分だけで見てもみずみが出てくるといふことですね。

## CO<sub>2</sub>削減には人間活動の見直しが必要

**加賀城** 温暖化の問題をもう少し掘り下げたいと思うんですけども、温暖化によってサンゴ礁（\*5）がかなりの影響を受けるとIPCCの報告でも出ています。

**吾妻** 温暖化によってサンゴの白化現象が進行していますね。

**原島** 自然を見て心を豊かにしようというエコリズムのなかでも、サンゴ礁は大切です。潜って見ると、本当に感激しますね。



0年代ごろ、養殖魚が斃死するなどの被害がよく知られるようになったわけですが、産業排水が原因で起こっていたという印象もあります。

**原島** 一般家庭の生活排水による汚濁質も原因のひとつです。日本で一番赤潮の件数が多かったのは、1960年代なんです。赤潮による養殖魚の斃死が目立ったのですが、それは減っています。一方、もうひとつの被害が、貝毒の問題です。植物性プランクトンのうち、ケイ藻類には毒性はないんですが、渦鞭毛藻類のなかには毒性を持つものがあって、それを貝が吸収して体内で濃縮されると、貝を食べた人が神経性貝毒で被害を受ける、そういったことも起きています。これは世界中で拡大しつつありますね。

**加賀城** 瀬戸内海では、逆に栄養塩が足りない状況が報告されていると聞いています。

**原島** 適度にリン、窒素、それに珪素などが流入して海が豊かで、植物性プランクトンが赤潮にならない程度に育っている、そういうバランスを形成するのがなかなか難しいですね。おおむね無害なケイ藻は珪素を必要とし、有害性のある渦鞭毛藻は珪素を必要としないことから、私は、特に珪素について研究を進めてきました。栄養塩循環のうち、リン、窒素はよく知られていますが、珪素についてはあまり知られていないと思います。黒海に流入するドナウ川にダムができ、ダムで珪素が止まってしまうという現象が起こり

**加賀城** IPCCの報告では、気温の上昇が2℃以上になると、適応能力が低いサンゴ礁は、非常に危険にさらされると言われています。何か対応策はありますか。

**原島** 長期的なことと言うと、CO<sub>2</sub>の排出量削減と地中貯留などの技術確立が主になります。生物多様性を回復するためには、サンゴの移植も有効ですが、CO<sub>2</sub>の吸収という点では大きな期待はできません。人間活動全体を、考え直さなければいけないと思います。開発途上の国で生活水準が向上すると、どうしてもエネルギー消費が増えますが、すでに高い消費レベルを享受してきた先進国から生活レベルを上げるなと言わねばいけませんから、悩ましい問題です。「エコロジカル・フットプリント」という考えかたがあります。ひとりが生きていくのにどのくらいの広さの面積を使っているかという指標です。その計算によると、世界中の人が日本並みの生活をしようとする、地球が2個以上必要ということになるらしいんです。そう考えると、日本人ももう少し生活を見直す余地はありますね。

## 海洋資源の持続可能な利用のためには

**加賀城** 開発途上国と先進国の関係で言いますと、海洋水産物の資源問題も関わるところがあります。新興国の経

济発展などによって、ここ50年で世界の1人あたり水産物消費量が2倍になって、人口も増えつづけています。一方で海洋水産資源の状況はどうかという、過剰利用や満限利用の状態で8割強という状況です。需給が非常にタイトになってきています。

**吾妻** 野生の資源はこのまま行くと枯渇してしまいます。種によっては食糧増産は養殖に頼らざるをえないと思いますね。ウナギはまだ大量生産はできないけれども、マグロの養殖は軌道に乗ってきました。

**加賀城** 資源を維持していく方法のひとつとして、「水産エコラベル」(\*6)というものがあります。持続可能な漁法で得たものにはマークをつけるというやりかたです。そういうものをきちんと認識して、魚の持続可能な利用を図っていくというのは、生活者の観点としてはあると思います。でも、水産エコラベルの意味を知っている人は、まだ13%しかないらしいんです。そういうものも啓発していく必要があります。

**原島** 一方で、日本の場合には、魚の調理が面倒だと感じる傾向が進んだこともあって、魚の消費が減ってしまっているようです。

**吾妻** もうスーパーでは切り身しか売らなくなりました。それでも消費が低下しているというのは問題ですね。**原島** わが国の水産業を維持できて、世界の資源も減らないというバランスを模索できればいいんですが。

を累積したり、線的、面的に広がりを持たせた活動も必要になるのでしょうか。例えば温暖化問題でしたら、地球温暖化防止活動推進センターが各地にあり、世界もつながって対応しているんですけれども、海の場合にも、ネットワーク的な活動がこれから課題になりそうです。

**吾妻** 海って、沖へ出ると人や情報がつながっているんですけども、沿岸は実はつながっていないんです。

**加賀城** なるほど！**吾妻** 役場で磯焼け対策を専門にやっている人が、執念で藻場を復活させたという地域もあります。長年の努力の賜物なんです。

## 海離れを食いつめるために

**加賀城** 日本人は、ノスタルジックな愛着を海に対して持っていると思うん

## 海に直接親しむ方法、きつかけがどうしたら生まれるかを考える必要があります

Kagajo Toshimasa

### もつと子どもに海に接する機会を

**加賀城** 日本には「海の日」という祝日がありますが、調べましたら、世界で国民の祝日になっているのは日本だけらしいんです。海洋国だからこそ海の日を作ったんだと思うんですが、お話をうかがっていると、海や魚から離れる傾向が顕著です。海の日なんかも、もう少し海を身近に感じてもらう機会にする必要があるのかなと思います。**吾妻** 気仙沼で年に1、2回、小学校や中学校に行つて、浜にはどういふ生き物がいて、海の生物はこういうふう

に生活しているということ話す機会があるんです。でも、海の目の前に住りますが、一歩踏み込んで海に直接親しむ方法、きつかけがどうしたら生まれるかを考える必要があると思います。**吾妻** 小さいときに海に潜つて、こういう生き物がこういうところにいるとか、そういう発見の喜びってありますよね。そういう体験はすごく大事だと思つています。親がどのくらい自然に触れさせるかということとはかなり大きいし、自然に触れさせるようなイベントに積極的に参加させるということも重要です。子どものころから自然に触れてきていない人に、大きくなってから自然に触れてきなさいと言つても、なかなか難しいですからね。**原島** あと、海の恵みを受けているという意味では、日本はかなり恵まれているので、外国の人にそれをわかつてもらいたいと思います。海外の人にできるかぎり日本に来てもらつて、オーセンティックな和食を食べてもらう必要があるんじゃないでしょうか。エコツーリズムならぬ「フードツーリズム」が必要なのかなと思います。

**加賀城** ヨーロッパなどでも健康志向

んでいながら、海のことを全然知らないんですよ。すごく豊かな海があつて、そこで遊ぶかを、少しでも教える必要だと思ひました。それから、実験室で魚を解剖をした後、それを食べられない子もたくさんいる。なぜなら、食べたことがないから。親が海に連れて行かない、海のものを食べさせない、地方でそういうことが起

つていて、非常に問題だなと思ひます。**原島** 何とか子どものときに海に親しんでもらいたいですね。

**吾妻** 高校を出ると、都会へ出てそのまま地方には帰つてこない。少しでも戻つてきてほしいです。そうしないと地方は人口が減る一方で、水産業はどうなるんだらうと思ひます。

**原島** そういえば、水産業の市場規模は2兆円を割り込むところまで縮小しているんですね。これは例えばゲーム産業のたかだか3倍程度なんです。**吾妻** それに対して大学は何ができるかということをつねづね考えています。17年間北海道の水産試験場にいた経験があるんですが、そこで漁業者と話し

て、彼らが何を求めているかというところ、当然のことながら儲かることなんです。そこで、地場にいる生き物を使つてど

で魚の消費量は増えているようですね。**吾妻** 一方日本人は、若いうちから牛井やラーメンが国民食のような感じになつてしまつているので、小さいうちからの食習慣を見直す必要があります。**加賀城** 魚離れも考えると、日本の若い人たちに對しても、同じようにアピールする必要があります。

**原島** それが入り口となつて海を知つてもらふきつかけになるといいですね。**加賀城** 今日お話をうかがつて、いろいろなものごとの「つながり」が、海の問題においてはとても大切なキーワードになつていると感じました。つながりをつねに考えながら対応していかないと、局地的に見ているだけではなかなか問題が解決しないのかなと思ひます。一方で、海洋国日本の魚離れ、海離れという問題については、子ども

のころからの実体験をどう作つていくかが非常に重要になってきます。それが先々つながつていって、いろいろな問題解決の発端になれば、というのが、今日感じたことです。本日はありがとうございました。

## 吾妻 行雄

Agatsuma Yukio

あがつま・ゆきお／東北大学大学院農学研究科教授。1954年、福岡県生まれ。東北大学農学部卒。農学博士。専門はウニ類の生態学、水圏植物生態学。北海道立中央水産試験場などを経て現職。日本水産学会東北支部長。水産庁磯焼け診断指針作成委員会委員などを歴任。著書に『ヒトア学』（共著）、『磯焼けの科学と修復技術』（共編著）、『ウニ学』（共著）など。

## 原島 省

Harashima Akira

はらしま・あきら／国立環境研究所企画部。1950年、埼玉県生まれ。京都大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士。専門は人為影響による長期的な海洋環境変質の研究、モデリング、モニタリング。国立公害研究所研究員、国立環境研究所海洋環境研究室長などを経て現職。著書に、『地球を診る——水はいま』（共著）、『地球環境ハンドブック』（共編著）、『海の働きと海洋汚染』（共著）など。

## 加賀城 俊正

Kagajo Toshimasa

かがじょう・としまさ／大阪ガス(株)エネルギー・文化研究所所長代理。1958年、愛媛県生まれ。大阪大学大学院工学研究科修士課程修了。大阪ガス入社後、製造部門、エネルギー総合工学研究所出向、技術開発部門、日本ガス協会環境部長、CSR・環境部長を経て現職。地球環境問題やエネルギーのライフサイクルアセスメントなどに取り組んできている。

うやつたら儲かるかということを示したいと思つています。例えば、東日本大震災の後に、三陸ではウニがものすごく増えてしまつたんです。津波でアラメというコンブの仲間が7割以上破損したんですが、それが回復してきたと思つたら、ウニがアラメを沖のほうから食い尽くしてきている。この増えたウニをうまく利用して、養殖しようとしていきます。しかも、通常ウニを出荷する6、7月よりも早く出荷して、高く売れるようにする。これは漁業協同組合の青年部とタイアップしてやりはじめたところなんです。それで儲かるとなればやつてくれるわけです。ただ、大儲けというのはなかなか難しい。

### ネットワークを広げる重要性

**加賀城** これから海の恵みを持続するにあつて、こういうことを考えていくべきだとか、こういうことをやっているということがありましたら、ご紹介いただけますか。

**吾妻** 最初に申し上げた、栄養塩添加に取り組んでいきます。栄養塩をどういう濃度で添加すればいいかはわかつてきているんですが、それが海でどのように拡散するかはわかりません。生態系にどのような影響を及ぼすか、必ず問われてきますので、まだ確立した技術ではないんです。

**加賀城** そういう場合には、広く知見

(\*1)海に増えた有機物が海底に沈んで分解されると海底の海水中の酸素がなくなる。酸素がない状態で活動する嫌気性細菌は、硫化水素を発生させる。そして陸のほうから風が吹くと、表面の海水が沖に流れて、それを補うように硫化水素を大量に含んだ海底の水が上ってくる。そうすると今度は硫化水素が酸化されて硫酸になり、海が白濁する現象を青潮と言う。東京湾でしばしば発生すること知られる。  
(\*2)正式には、ヒマダゲ目の大型の褐藻。  
(\*3)気候変動に関する政府間パネル  
(\*4)昔はダイナマイトなどを使つていたが、今は、海底にチェーンを張り、波でチェーンが動くことで海底を掃除する方法が採られている。  
(\*5)サンゴ礁は、世界の海底の1%未満の面積だが、そこに海洋生物種の約25%が棲息している。さらに世界の5億~10億人の食糧に関わるとも言われ、波の力を弱める防災機能など、さまざまな役割を果たしている。  
(\*6)本誌9頁の記事を参照