

本田財団レポート No.98

「マリアナ海溝とそこに住む生物のバイオテクノロジー」

東洋大学工学部 応用化学科 教授
東京工業大学 名誉教授

掘 越 弘 毅

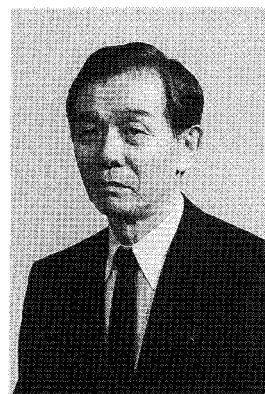
財団法人 本田財団

講師略歴

掘 越 弘 毅 (ほりこし こうき)

東洋大学工学部応用化学学科教授

東京工業大学名誉教授



《 略 歴 》

1932年10月28日 埼玉県生まれ

1956年 東京大学農学部農芸化学科 卒業

1963年 東京大学大学院農学研究科農芸化学専攻 農学博士
同年 理化学研究所 入所

1966年 カリフォルニア大学デービス分校助教授

1984年 新技術開発事業団
「特殊環境微生物プロジェクト」総括責任者

1988年 東京工業大学教授

1990年 海洋科学技術センターDeep Starプロジェクトリーダー

1993年 東洋大学工学部教授

《 業 績 》

サイクロデキストリの企業化(1980年)

《 受賞歴 》

1966年 日本農芸化学会賞「麹菌溶解酵素及びその細胞表層の研究

1979年 科学技術庁長官賞研究功績者表彰

1980年 市村賞

1981年 井上春成賞

1982年 大河内記念賞

1987年 紫綬褒賞

1989年 日本農芸化学会賞

1991年 国際バイオテクノロジー協会金メダル

1993年 本田賞

《 主 著 》

「転換するバイオテクノロジー」、「極限微生物」

このレポートは、平成13年3月1日パレスホテルにおいて行われた第84回本田財団懇談会の講演の要旨をまとめたものです。

1 匹目のドジョウ

きょうは2匹目のドジョウの話が出来るかということで楽しみにしていたのですが、2匹目はだいたいどうやら掴み得たということで、こちらに出てくる前にその結果の電話がアメリカから入ってきまして一人で喜んでニコニコしています。

さて、このドジョウがどうなりますか。

1匹目のドジョウは、皆さまご存知のように本田賞のときに全部しゃべってしまいました。だいたいここでしゃべらされると、しゃべりたくないことまですべてしゃべってしまうという悪い状態になりますが、きょうもおいでいただいている方にあるいは失礼なことを言うかもしれません。これも一つの事柄が進んでいくうえでなくてはならないお話ですので、「オレ、そんなこと言わなかったよ」とおっしゃるかと思いますが、そういう悪いことだけはきちんと覚えていますので、そんなかたちでお話を進めていきたいと思います。

最初の1匹目のドジョウは、アルカリ側でよく生育する微生物を作って皆様のお役に立つものをということで出てきたものですが、こういうものがわかりやすくていちばんよろしいと思います。つまり、ワサビのチューブやアメなどに入っているサイクロデキストリンというものを非常に安く作り、皆様が便利をなさっているというものです。こんなものは金額的にたかが知れているものだとお考えになる向きは、「アタック」という製品の話になりますと、かなりだと思われると思います。この「アタック」は私の知らない間にどんどん売れてまいりまして、いまや花王のメイン商品になり、これがなくなったら会社はつぶれるだろうというところまで来ているようです。

2 匹目のドジョウが掴めた？

さて2匹目の話であります。2匹目の話には若干のストーリーがあります。きょう来ていただいています科学技術庁の事務次官をなさっておられました内田先生に、いまの金儲けの話が終わるころ、科学技術庁に呼び出されまして「お前、海には興味はないか」と言われました。当時、東工大は定年が60歳であったため、そうなったら何も仕事が出来なくなるわということで、「興味あります」とお話ししたところ、海洋科学技術センターというところで海中の微生物の研究をしたいという話が出ているというのです。

そのころ、私は何も知りませんで「何で微生物なんですか」と聞きました。これはまさ

に世界的に有名な日本のタテ割り行政に起因するもので、海で魚をやってみようというとな農林水産省に引っかかる。海そのものというとな建設省だ何だかんだと引っかかる。結局何が残るかというとな微生物ということになる。微生物はどこにも属していないから微生物をやれということであります。これを「ネイチャー」や「タイムズ」の記者に言うと、そんなことだろうなと妙に納得するようです。

しかし、逆に言うと、だれもやっていない部分が残っていたわけなので、そこでお仕事をさせていただきますということになり、工業大学と兼務で海洋科学技術センターに首を突っ込み、そこで特別なプロジェクトを作り（図1）、いろいろなことをやってみるようになりました。ただ、何もわからない人間がやるのですから無茶苦茶な話です。4～5年経ったら世界一にしてみせます、などと偉そうなことは言ってはみたのですが、知らないということは恐ろしいもので、あとになると恥ずかしい気持ちもありますが、現在では、なんとか世界一になりましたと言える状況になりました。

深海バイオベンチャーセンター

1. 目的

深海微生物およびそのゲノム情報を活用して
産業上有用な技術を開発し、ベンチャーの起業に貢献する

2. 研究課題

- ・有用な深海微生物ゲノムの塩基配列の決定
- ・有用酵素の活性／生産性向上技術の原理解明と利用
- ・新規有用酵素／生理活性物質の探索とその利用
- ・ゲノム解析ソフト「GAMBLER」の利用拡大と改良
- ・深海微生物2000株の応用研究

3. 共同研究方式

- ・ベンチャーフォーラムの開催（シーズとニーズの出会い）
- ・企業との共同研究の実施（企業からの研究員の受入）
- ・施設／設備の企業への開放と研究指導（中小企業）
- ・ゲノム解析ソフト「ギャンブラー」の外部利用拡大

（図1）

極限で生きる微生物の研究をして

なぜ海なのかということですが、私自身は極限で生きている微生物の研究をずっとやっ

ておりまして、海というのは、あらゆる極限を持っているということでもあります。まず、海は下から熱い水が出てきます。海底火山などというところでは 350 度の熱水が噴き出しています。逆に、氷山のあるところの海水はほぼ 0 度で、底の部分はだいたい 3～4 度ぐらいです。さて、いつから海水はそうなっているのかというと、だれも知らないですからいくらでも嘘はつけます。何億年と続いているだろうと言っておけばよろしいのです。

また、海には塩が含まれていることと、そう簡単には深いところには潜れないぞということ。いまハワイでいろいろ問題になっていますが、簡単に 500 メートルと言いましても 50 気圧です。50 気圧ということは 1 センチの上に 50 キログラムの人間が載っているのと同じことですから、非常に難しいことでもあります。

それでは海洋科学技術センターではどういうことを研究すればいいのかということで非常に悩んでおりましたところ、内田さんが科学技術庁を定年退官なさしまして、ありがたいことに海洋科学技術センターの理事長になっておいでになりました。これでやりたい放題やらせてもらえろと考え、不思議なプロジェクトを考えました。ディープスタープロジェクトです。深い海の底の研究をするということです。

ここでは animalcule という言葉を使っているのですが、この言葉は、かの有名なレーベンフックが顕微鏡を発明したときに書いた報告の中で最初に使った言葉でありまして、要するに、「小さな生きもの」という意味です。本来の名前は、何でも見えないぐらい小さければいいんだという気持ちで付けました。

「しんかい 6500」で潜る海の底

では、海洋科学技術センターというところには何があるんだというと、非常にありがたい道具がたくさんあります。まず人間が入ったまま世界で最も深くまで潜れるという「しんかい 6500」という深海艇があります。これに乗って海の底深く潜って行って、マジックハンドを使い自分で海底のサンプルを取ってくるのです。

ただ、潜れと言っても、「しんかい」の外側は 650 気圧あるわけです。われわれが入る入れ物はチタンで出来ていますが、その中に入るとどうなるか。もちろん蓋がされます。そこでいちばん困るのがトイレです。これにはトイレがありませんから、ただただじっと我慢です。女性の方は大変だと思うのですが、このごろは女性が強くなりましたから、ここでも女性が何人か潜っておられます。しかも、冷暖房完備ではなく、冷房だけが完備で

あります。潜れば潜るほど寒くなってくる。そこで、われわれはステテコを履き、上はヤッケを着込んでいます。

6500メートル潜りますが、3名入っていて、そのうちの2名がパイロットであります。乗るときに言われる言葉がいちばん嫌でありまして、「万が一のときはこの中に入っている紐を引け」と言われるのです。つまり、われわれがバツタリ倒れたときは、お前はその紐を引けばわれわれの入っているチタン製の球っころだけが上に上がっていくから心配するなというわけであります。幸いにして何度か潜るチャンスがありましたが、一度も紐を引くチャンスはありませんでした。私の弟子の中には緊急浮上みたいなことをやった人間がありまして、あとで始末書を書かされました。このときはキャプテンがちょっと間違えたために、ポカーンと飛び上がったらしいのです。

深海で生きものを生やすには

650気圧というのはものすごいものでありまして、微生物を生やすとは言いますが、微生物の入っているガラスの入れ物をチタンの入れ物に入れます。その形はちょうどガスボンベみたいな形ですが、こういう形状をしていないと危なくて使えないわけです。圧力をかけるときも、機械でポンポンとかければいいのですが、それはかわいそうだということで一生懸命手でポコポコと自転車のポンプの様な形をした水圧ポンプで圧をかけるわけです。この中に生物を入れて蓋をして圧力をかけて生きものを生やします。ここでシャーレに入れて生きものを成長させるのですが、シャーレごと入れてしまって圧力をかける。そうすると、放線菌など、バクテリアも生えてきます。

非常に初歩的な実験なのですが、これをやるまで、私は6000メートルの海の底に酸素があるのかなのかということさえ知りませんでした。考えてみたら、魚がいるのですから酸素がなかったら大変なのですが、皆さんからもよくこの質問を受けるので、私と同じで6000メートル深いところになったら、どうやって空気中の酸素が下まで行くのかと疑問に思う人がいるのだなあとと思いました。「いったいいつの酸素なんだ」という人もいます。私は私で、「きっとわれわれ人間様の生まれる前の酸素じゃないですか」などと嘘を言っているのですが、だれもわからない。

使い方によっては怖い商売にもなる微生物

そんなことをやっていていったい何が面白いんだということがありますが、最近、余計なことを商売にするビジネスが流行っています。その一つは、深層水などという訳のわからないものであります。それで商売をされている方があったら失礼に当たるのですが、深層水といっても、これはたかだか数百メートルです。われわれの世界は数千メートルという世界ですから、全然意味が違ってきます。

それからまた、海から取った酵母でワインを作ったという話がありました。これもワインと言えばワインと言えるし、砂糖水と言えば砂糖水でしかないというところでしょうか。実は、その前に私どもは日本酒を作りました。200メートルぐらい下の海の中から日本酒酵母を見つけたものですから、それでライセンスを取って造って飲んでみました。さあ、これで商売しようかなんて言っているうちに、御本尊の人間が会社に戻ってしまったのでライセンスは返上することになりましたが、これもあまりうまいものではありませんでしたから、実現しないでよかったかと思います。

もうひとつ、恐ろしくなってやめたことが一つあります。湾岸戦争の前後のころでしたから、海が石油で汚れたわけです。これも海の働きというのはよくしたもので、いろいろ支障があるだろうと思っていたら、湾岸戦争のあった辺りでは、1年後にはきれいになっていました。みんなバクテリアが食ってしまって、炭酸ガスと水にして外に出してしまうわけです。アラスカの辺りの石油もかなり分解されていました。これはつまり、石油を浄化する微生物が海中にそれだけ大量にいるということです。

そこで、原油を処理するのにバクテリアを使えばみんな食われてきれいになるという話が広がっていくわけですが、塩水というのは意外と生きものには毒でありまして、塩水があつて油があつて、そんなにきれいな水になるということは実はあまりないことなのです。これは商売になるかもしれないと考えたことがありましたが、折しも香港からの話でわれわれと一緒にやらないかという問い合わせがありました。しかし、調べていくうちに近づかないほうがいいと思って逃げました。

ここで、一つの新しい工業的なものを考えたのですが、油を食って生きて、しかも油の中で平気で生きているということになりますと、石油を分解するだけでなく、石油の中の硫黄分を減らすことができるのではないかということで、これはいまだにやっています。

それから、油でなければ溶けないものを油に溶かしておき、そこに微生物を入れてやる

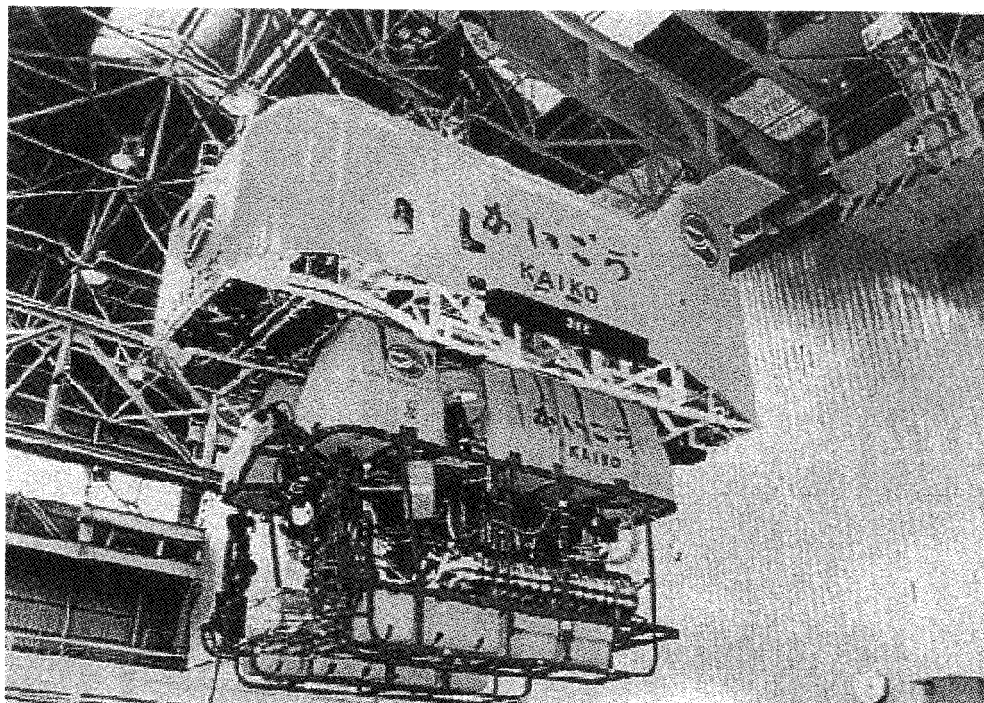
と、今度は微生物がそれを科学的に変換する。変換されたものはまた油の中に入りますから、あとは上澄みだけ取ればよろしい。ここまで言ってもなかなか乗ってくれません。日本の企業というのは、手を取り足を取って口の中に押し込まないかぎりはやらない。

よく知られている避妊薬にしたりするのに使われるステロイドホルモンというのは、だいたい水に溶けにくいものです。この水に溶けないものを油に溶かして、微生物の力で金儲けしようというところまでやっているのですが、これもなかなか進まない。

用途としてはいろいろありまして、この他にもっとすごいことをいま考えております。油を食うのではなく、油を作ればいいだろうという考えも一方であるわけです。つまり、石油を作ろうということなのですが、変な言葉で言えばこれはやばいビジネスです。掘越という人間が地上から消されるかもしれない。石油が作れたらいちばん先に困るのはメジャーでして、それで危ないビジネスになるかもしれないわけで、さんざん言われました。ですから、この話はちょっとやめとこうやということで、ほったらかしております。

1 万 1000 メートルの深海からサンプルを採取する

さて、きょうのテーマですが、マリアナ海溝というのはいったいにどこにあるのか。これは地球の中で最も深い海であります。1 万 1000 メートル近い深さがあります。人間が



(図 2)

乗り込んでそこまで潜るとなると非常に危険ですので、親ガメの下に子ガメが吊るされているような格好の装置（図2）で潜ります。これは母船につながってしまっていて、この装置を下ろしてやるのですが、途中で子ガメのほうを放しまして、子ガメのほうが自由に動き、親ガメは途中で浮いています。子ガメからは腕が伸びて、それがいろいろな操作をします。

これが第1回目に成功した時、なぜか地質屋が行かずに生物屋だけが行ったときで、世界で最初にマリアナ海溝のサンプルを取って帰ってきました。ところが、そのときにサンプルを液体窒素に入れて凍らせて持ってきたところ、私どもが待っている岸壁に着いたときには、ほとんど溶けてしまっていたのです。ほんの少しだけ残っている液体窒素の中にあるものと、そうでないのと二つ見つかりました。市場最大のカネのかかった実験になりましたが、結果として液体窒素に入っていないとだめであるということがわかりました。つまり、99%死んでしまうということがわかったわけです。こんな実験は、やれと言っても普通はできません。

「しんかい 6500」は紐が付いていないのですが、この装置の場合は紐が付いています。紐がないというのは、いいような悪いような感じで、いざとなったらどうやって引き上げてくれるんだという気持ちもないわけではない。この1万1000メートルまで潜れる「かいこう」を作るときには、6500がだめになったときは、これで探して引っかけて上げてくるさと言うのですが、実際にやっている人間に言わせると、こんなもので持ち上がるくらいなら苦勞しないということです。

天皇陛下も興味を示されたマリアナ海溝の土

実際に採取しているところをスチールカメラで撮っていますが、1万1000メートルの泥みたいところに試験管を突っ込み、取って持ってきます。そう言うと、一見簡単そうですが、これはまさに地上から上空を飛んでいるジェット機の中に乗っている人間の懷を狙うようなものでして大変なのです。10キロメートル離れているわけですし、操作する紐は弛んでいます。マジックハンドでネジを締めたり緩めたりするわけですから、大変な技術が必要であります。

最初に泥を取ってくるときに、小さなスコップみたいなものでガバッと拾ってそのまま持ち上げたのですが、そのときは、10キロメートルもの深さから持ち上げるのだから、流れてしまって何も残っていないだろうとあまり期待はしていませんでした。ところが、意

外と量的にはかなり残っていました。ただ、持って帰るのは凍っているのが溶けてしまってバクテリアのほとんどが死んでしまいました。しかし、世の中にはとんでもないことを言う人がいて、この土をもらって焼きものが焼きたいというのです。そうしたら世界一高い焼きものが出来るだろうという話なのです。

深海の泥はどんな色をしているだろうかといいますと、われわれの家の庭の土と何ら変わりません。強いて言えば、有孔虫などの虫がいるということでしょうか。それと、面白いことに、きれいに1ミクロンオーダーの孔がきれいに開いているのですが、これが有孔虫の殻であります。カルシウムがないのは、300気圧を超えると炭酸カルシウムが溶けてしまうからです。これも未知のことで、動物の骨などは、深い海に落ちていくあいだにいつのまにか溶けてしまってなくなるといことです。ですから、土の部分は珪素から出来ているわけで、焼きものをやったらどうなるのか、想像もつきません。

5年ぐらい前の話になりますが、深海の土の写真を撮ったりしているときに、天皇陛下から海洋科学技術センターに連絡が入りまして、1万1000メートルの海底からいろいろなサンプルが出たそうだが、話を聞きたいということでありました。海底からサンプルを取った話はイギリスの「タイムズ」に載ってまして、それを陛下が読まれたらしく、話を聞きたいということになったのだと思います。伺ってお話をしたのですが、これは大変なことだと言われまして、いかにもこの泥が欲しくてたまらないというご様子なのです。しかし、いかに天皇といえども差し上げるわけにいきません。全部調査をしてからということで失礼ながら持って帰ってきました。

マリアナ海溝には生物がいっぱい

〔ビデオ放映〕

サンプルを採取したときのビデオですが、これが1万1000メートルの海溝のいちばん深い部分であります。月の表面に降りるようなかたちで、これから底まで降りていくわけですが、ゴミのように見えるのは実は全部生きものであります。クラゲみたいなものもフラフラと泳いでいます。海底に着いて、まず操作腕が試験管をつまみ、蓋を取りますが、この蓋がネジ式になっているので大変です。いちばん最初の実験でよくこんなにうまく蓋が取れたと思います。海底にガバッと試験管を差し込み、サンプルを取り、ここへ持ってまいります。

周囲を見てみますと、途中で生きものがいます。1匹、クマか何かが泳いでいるような感じなのですが、これを見てもうちの若い連中は、これが生きものだとは思いたくないようであります。そのうち、諦めの境地になって、いまはいて当たり前だというふうに言っていますが、いろいろ生きものがいるということです。

そもそもマリアナ海溝とはどこにあるのか。お年を召した方ですと、戦争中のことを思い出すと、マリアナというのは飛行機が飛んで来た基地のあったところだとすぐわかるのですが、いまの人たちはなかなかわかりません。フィリピンと日本のあいだに位置しています。ここにどのぐらいの数の生きものがいるかということですが、これは非常に大きな問題でありまして、私どもも最初はこんなにいるとは思いませんでした。1グラムの中に1000~10万個入っています。われわれの家、庭の土の中の生物が1億個ぐらいですから、100分の1ぐらいはいるということになります。しかも、バクテリアとか酵母とかカビのようなものがいるわけですから、要するに、私たちが地球の表面で見ているのと同じものがマリアナ海溝にもいるということです。

そして、そのバクテリアを見ますと、庭の土の中で見るバクテリアとあまり変わらない。ただし、これは見た目の話でありまして、性質はやや違います。深ければ深いなりの意味があるようです。海の底というのはpH5~6なのですが、そのくせアルカリでないと生えないという微生物がいたりする。マリアナ海溝は3度なのですが、100度近くでないと生育できない微生物までいます。

マリアナ海溝でしか棲息できない生物も

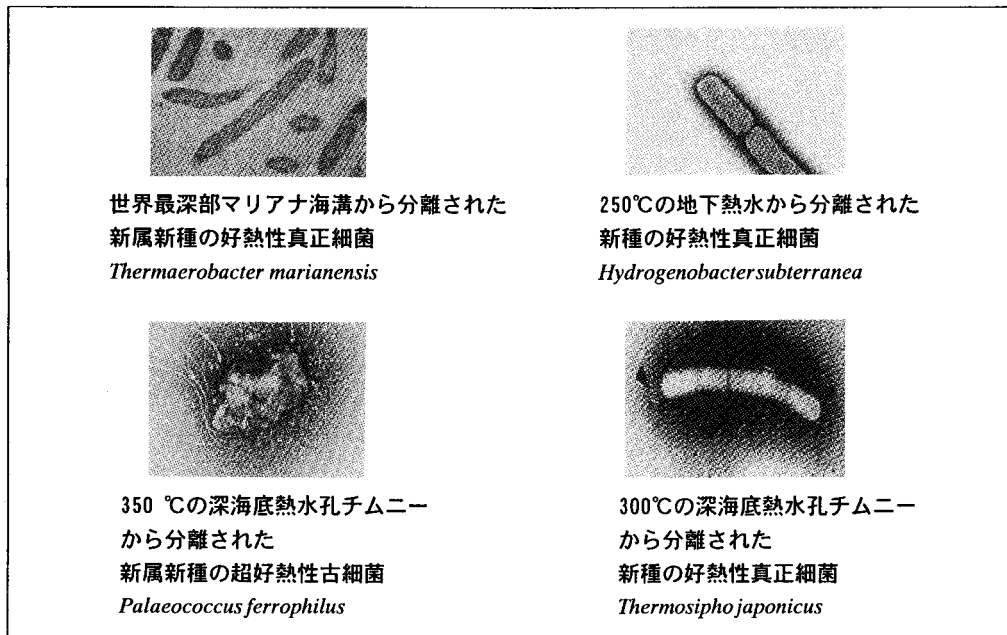
とくに気になるのは、圧力が高くないと生きていられないという生きものです。マリアナ海溝というのは深度が1万1000メートルですから、1100気圧がかかっているわけです。言い換えますと、1センチの広さに1.1トンの重さを載せているのと同じなんで、それでいったいあの生きものたちは大丈夫なのかと心配するのですが、たで食う虫も好き好きと言いますか、ここでなければだめだという生きものもいるわけです。1.1トンかかると私は元気なんだという生物(図3)もいます。

ソーセージの親方みたいな格好をした生きものがありますが、こいつなんかはだいたい1.1トンの気圧がかからないと生育が悪いのです。

一方、温度が高くないと生きていけないという生きものもいます。下からお湯が噴き出

深海底熱水孔には多様な好熱菌が生育している！

高井&堀越によって分離された様々な好熱菌



(図 3)

してくる 300 度ぐらいの近辺でも生物が取れます。ただし、そこで生物が生育するかというと、それはちょっと疑問です。圧力が高くて 300 度ぐらいの高温になりますと水が水でなくなります。超臨界という状態になりますから、そこではとても生育はできないだろうということです。

深海のエビや藻を見ると……

さて、驚いたことに 1 万 1000 メートルの深海でもエビがいるという話であります。このエビをだれもまだ食べたことがないというのは残念なところであります。

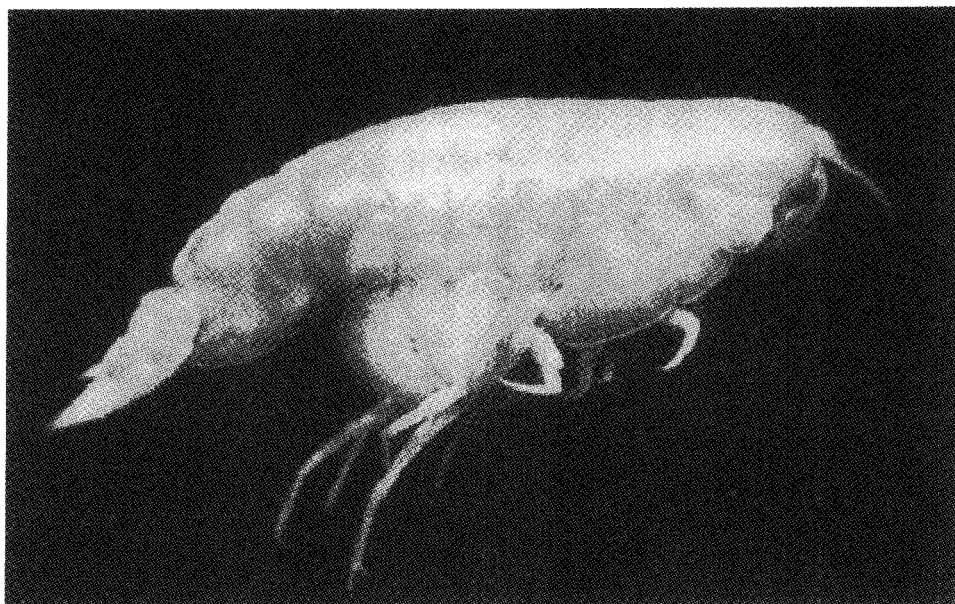
いま、お見せしている画面では、エビがいっぱい集まっています。集まっているということは、人間が何か悪いことをしているからです。実はサバの切り身が置いてあるのです。サバの切り身を、真っ暗で、しかも 1100 気圧の中に置いておくとどうなるか。エビがいっぱい出てきて、瞬く間にサバの切り身が骨だけになっています。

かわいそうに、このエビは籠ごと吊るし上げられていくのですが、小さいエビは籠の目を通して逃げていきます。エビは茹だってもしないのに実にきれいな色をしています。途中でムカデみたいな小さな生きものが手足をバタバタやっていますが、これはフナムシと

いう生物だそうです。

籠をいよいよ持ち上げるのですが、その周囲もいろいろな生きものが流れるように泳いでいます。おそらくこういう映像をご覧になったのは、世界でも皆様が最初だろうと思います。この映像は外に一切出していません。これは魚の研究をやっている人に怒られるのです。日本人ではないのですが、ある学者に何年かかって生長したかわからない生きものをお前らは一網打尽に引き上げるのか、絶対いかんと怒られました。

さらに見ていきますと、よくわからないのですが、藻みみたいなものもあります。周囲を泳いでいるのはすべて虫です。同じ方向に動きませんので、勝手に動いているのだらうと想像されます。



(図 4)

これがエビ（図 4）ですが、目玉があって、食べるのにはちょうどいい大きさです。しかし、持ち上げて触った人間に聞いてみると、油が中からジャーッと出てくると、やっぱり食う気にはならないと言っていました。世界で最初の、いや人類始まって以来の最初の生きものをどうしてつまんでみなかったのかと言ったのですが、食べておなかをこわしたら、あとどうなるかわかりません。ただ、そんな大きなものも取れたということでもあります。

バクテリアのゲノムを決定した日本の研究

こういう話をしていると、そんなことばかりやっていて、お前のところはいったい何をやっているのだ、もうちょっと学問的なことをやったらどうかというお叱りを受けるかもしれません。学問としては確かに世界で超一流まで行くことは行ったんです。ただ、すぐ負けてしまった。日本の太平洋戦争みたいなものです。世界1位の期間がわずか半年ぐらいで終わりました。

アルカリでよく生育するバクテリアの全ゲノムを決めたのです。しかも20名ぐらいの小規模の一つの組織で全ゲノムを決定したということでは、当時は世界一のスピードでした。これが2年前の話でして、その結果、何がわかったかというのですが、まさにきょう、非常にうれしい電話がアメリカから掛かってきまして、この中に人間様とまったく同じ遺伝子が入っているということがわかったのです。

その部分を私どものところで切り取って送ってやっていたところ、X線解析をもつても、タンパクの構造がまったく同じだという結果が出たと言ってきたのです。これはすごいものだということで、こっちは一人でニコニコしています。

それでは儲かるかということなのですが、これは絶対儲かる話ではありません。ただ、一つ言えることは、微生物と人間とでも共通点がたくさんあるということです。どちらが先かと言えば、人間より微生物のほうが先なのですから、人間は微生物の成れの果てと私は思っております。

どっちが先か後かということは、本当のことを言って非常に難しい問題です。よく「進化」という言葉を使いますが、進化なんていう言葉は人間様が勝手に作った言葉で、進化的なのか、退化的なのか、まったくわかりません。遺伝子というのは出たり入ったり、いろいろな動きをしますので、非常にわかりにくいのです。

ただ、若干、学界に貢献したのは、このときに遺伝子の配列を決める新しいソフトを作ったことです。「ギャンブラー」と名付けましたが、これは非常にウケました。どうせお前たちがやっている仕事はギャンブラーみたいなものなのだから、ギャンブラーと言ったほうが通るだろうということになり、世界中で微生物ゲノムの分析用ソフトとしてこれを使っています。しかも、教育機関は全部タダで頒布しますから、全然儲からないと言ったほうがいいかもしれません。

恐ろしいが、興味もある超臨界の世界

海の底というのは温度が非常に高いし、圧力も高い。そうすると、普通は水蒸気、つまり気体がいきなり固体になると雪になり、液体になると水ですが、この臨界点を超えると、水が水であって水でなくなる。どういうことが起こるかといいますと、魚を入れると、魚は溶けてなくなります。いちばん驚いたのはガラスの粉末まで最後は溶けてくるということで、深海底というのは非常におもしろい性質があります。

これを環境保全のためになんとか使えないかというアイデアがありますが、とんでもない話でありまして、この温度にして大きなものを作ったら、とても危なくてそばに寄れません。ただ、この超臨界というのは面白くて、この段階で生命が発生しているかもわかりません。魚が溶けるということは、中の DNA も溶けてしまうことですから、そこでいろいろな組み換えが起こるだろうということで現在研究をしております。

海底の生物から石の中の生物の探究へ

さて、そのくらいの大ボウを吹いていますと、少し大きな顔になってまいりまして、もつととんでもない所にも生きものはいるぜという話になります。それはどこか。たとえば石ころの中にも微小生物は生きているんだということです。どこの石を取っても、必ず中に少しは隙間があるわけです。そこに水があれば必ずそこに生きものがいるということがあります。

海の研究はやめるということではありませんが、海も石ころがいっぱいありますから、そういうところの石を持ってきて、そこからも生きものを回収してみようということです。これは「SUGAR プロジェクト」(SubGround Animalculae Retrieval Project) ということで今年からスタートいたしました。

いったい生きものはどこにいるのだということですが、皆様もご存知のように、琥珀を持ってくればここにはいくらでもいますし、瑪瑙にもちゃんと生物がおります。恐ろしいもので、生きものというのはどこにでも存在するわけです。要は生やし方の問題であります。どうやって生やすかという点で、われわれの頭の程度が測られるということになるわけです。

まだまだ存在する微生物

海底も探索し、石ころの中まで研究したのだから、そろそろ微生物なんて種が尽きるのではないかと思われるかもしれませんが、石川五右衛門の「世に泥棒の種は尽きまじ」というのと同じで、まだまだいくらでもおります。地球が 46 億年ぐらい前に出来ている。だいたい生きものらしきものが棲息しだしたのが 40 億年ぐらい前といわれます。生きものの定義がまず違いますから、この説は人によってそれぞれ違います。しかし、だれ一人、40 億年前の生きものを生きた姿で拾った人はいません。このへんになってくると、いくら嘘を言ってもだれもわからないのですから、出た説を信ずるしかありません。

その長い、現在に至る歴史のあいだに、遺伝子にいろいろなものを刻み込むから、大変な能力があるだろうということになります。私たちの技術というのは、1 グラムの土の中に 1 億～10 億匹いるのですが、そのなかからどのくらい生きものが回収できるかというと、こんなことで商売になるかというぐらい無残であります。それを無残でないようにしゃべるのが学校の教師の役目でありまして、ものすごい嘘をつきます。何か出てくるような話をしているのですが、現実には回収率がだんだん減ってくるのです。

それはもとの母数がだんだん増えてくるからで、10 年ぐらい前だと 10% ぐらいしか回収できないと言っていたのですが、いまになると数パーセントだといわれる。何でそうなるかという、生きものの定義がどんどんふくらんでくるわけです。

たとえば珊瑚の中に DNA があった。これは生きものからでなければ来ないわけですから、これも生きものとして見ているやつもいるわけです。そうすると、ますますわからなくなっただけで培養できない、つまり生かすことのできない生きものになる。そういうものを生きものと言うかというのですが、偉い人が言うと、なんとなくそれで通ってしまうわけです。

無限の多様性と能力を持つ微生物

ところが、まだほかにも意味がありまして、なにせ目に見えないのです。目に見えないというのはまことに結構なことでありまして、皆さんは一生懸命手を洗いますが、いくら手を洗ってもバイキンなどはちっとも落ちやしません。トイレに行って手をいくら洗ったって、1 ケタぐらい減ればいいのかというぐらいです。

見えないから何でも言えるということと、もうひとつ大きなことは、私の家の庭からいい微生物が取れたとします。では、次の日同じところを掘ったらまた取れるかという、それが取れない。簡単に取れないから私どもの商売が成り立っているのです、これは地域性の問題と気候の問題と環境の問題などいろいろあるわけです。このままいったら炭酸ガスが増えて人間様は死ぬぞというのが一般的な説ですが、これはだれも証明できません。

先日、地球科学の連中と話をして驚きましたのは、泥の中の微生物は変化しないんですよと彼らが言うのです。変わらないどころか変幻自在でありまして、いくらでも変わります。きょうと明日でもう違っています。いずれ炭酸ガスをどんどん食べるような状態になるかもしれません。そのころはわれわれはたぶん死んでいると思いますが、いずれにしても、微生物は無限の多様性と能力を持っていると私は信じています。

そういうふうに言いますと大体ヨーロッパ人種、アメリカ人種は、おれたちは遺伝子、DNA というものを知っているし、遺伝子組み換えの知識があるから、それでじゅうぶん説明できるじゃないかと言うでしょう。冗談言いなさんと言いたいわけです。われわれは八百万の神というものを信じている。あなた方の神様は一つだろう。われわれは何を見ても神様になるんだ。遂にはイヌでもネコでも何でも神様になってしまうのだから、こんなものは当たり前だということで、だんだんその考えが広がってまいりました。

温故知新でゲノムから微生物に舞い戻る

要するに、生きもの、とくに微生物のほうは、われわれはわかりません。では儲かる話はどうなんだということになりますと、いまはゲノム、ゲノムと騒いでいますが、私どもはゲノムもやりました。ただ、むやみやたらに微生物を拾うということもやりました。結局行き着いたところは、古きをたずねて新しきを知るというので、またゲノムを超えて古いところへ戻ろうかということです。

そういうことをやる時にいちばん必要なのが、取ってきた泥の中から何匹の微生物が回収できるかということと、その泥をどうやって保存しておくかということなのですが、実はこんなつまらない学問はありません。うまくいって当たり前なのですから。

そこで、それをいまの学生にやれというと、これは大変なことです。とくに東京大学がいちばん悪い。学生もそれなりの自信を持っているから、ゲノムをやるとみんな飛びつくのですが、そんなことを言わずに南アフリカの金鉱の中に入って、ゴールドでなくて、石

ころの中からバクテリアを探せと言うと、大抵の学生は「それがいったい何の意味があるのか」と聞きます。あるかないかは私が考えることではない、お前らが考えるのだ、あれば面白いだろうと言うのですが、なかなかわからない。

微生物が人間の生活に役立つ日を期待して

そういう古いことをやって何になるんだということもありますが、いちばん大きなことは、火星に行って、火星のサンプルを取って帰ってくるということです。どうやって持ってきたら安全か。液体窒素に入れてくるのか、そのまま持って帰ってくるのか。そのまま持って帰ってきたら 100 分の 1 か 1000 分の 1 になって難しいことになる。そういうこともわれわれが全部やらなければならないわけです。

いつのまにか微生物の微の字が取れてしまって生物になり、魚になったり虫になったりするかもしれないのですが、そういうことを研究する学会がないわけです。それだったらいっそのことわれわれが学会を作ればいいじゃないかということで、エクストリモフィلز（極限が好きな生物）の研究をする学会を作ることになりました。つまり、温度は 100 ~ 110 度ぐらいがいいし、寒いほうはマイナス 10 度、20 度は平気だし、圧力も千何百気圧が平気だという生物の研究、ちょっとアブノーマルに近いようなことを研究する学会を作りましょうということになりました。そして、ついでに本も作りましょうということで、珍しく日本発の国際雑誌を出しました。

こんなものを出したって絶対に売れやしないと言われましたが、事実売れません。売れはしませんが、インパクトファクターというのがありまして、どのくらいみんながここから引用するかというと、これがまたとてつもなく高い度合いでありまして、私が一人でニヤニヤしているのですが、本屋のほうはもうちょっと売れないものかと言っております。インターナショナルの学会を作って、その機関誌にしまえば少しは売れるのではないかとくろんでおりますが……。

新しいことをやろうとしますといろいろややこしいことが出てきますし、人様の研究の真似をしないでやろうとすると難しいものがあります。私ども、工業用の微生物のゲノムをやったときに、いいところ 1 年だ、1 年経ったらやめようと言っていたんですが、やはりやっている人間はなんとなく続けたいものであります。いかにして私は首切り役人の役目を果たすかだと思っていたら、今朝ここに来る前の電話で、好アルカリ性細菌の中に

人間様にあるミオグロビンの遺伝子があるよと言われますと、つついもう少し続けようかとその気になってしまう。これは人間の業みたいなものだと思います。

いずれにしても、私どものやっている研究は皆様の税金を使っていますので、今後は、私どものデータを全部皆さんに使っていただこうと考えています。微生物のデータですが、これをどうぞ自由にお使いください、そして勝手に儲けてくださいと言うことにしました。これがやっと言えるようになったわけです。いままでは、勝手に儲けてくださいなんて言おうものなら袋叩きになりますのでコッソリ儲けてくださいと言うしかなかったのです。

石ころの中からいろいろな微生物が出てきて、それが人間様の役に立つようになるまでには、私たちはみんな冥土に行っちゃっていますので、そのころは知るもんかということで研究をやらせています。火星の問題にしても、私のいるときには結果は出るはずがありませんので、出来るだけ若い人間を育て上げてということで、35～36歳の人間を親玉にして、いま一生懸命尻を叩いております。10年ぐらい経てば少しはましになるのだろうと期待しております。

ご清聴ありがとうございました。