

ウナギの不思議



• 渡航期間：2012 年 9/7～9/21

• 渡航国：日本・カナダ

• 渡航メンバー

生命環境科学部	2 回生	野田健太（ゼミ責任者）
人間社会学部	3 回生	林涼香
生命環境科学部	3 回生	服部裕美
工学域	1 回生	常川翔平
生命環境科学域	1 回生	堀部優太
生命環境科学域	1 回生	山口貴大

目次

- 1.はじめに
- 2.ここが変！ウナギの不思議
- 3.ウナギってこんな魚
- 4.ナニナゼ!?ウナギの不思議 ～解説編～
 - 4-1.うなぎのぼり
 - 4-2.ウナギは海で産まれる
コラム：天井知らず！ウナギの値段
 - 4-3.陸を這う
コラム：ウナギの飼育は難しい!?
コラム：ウナギはミミズの子!? ウナギのトンデモ学説
 - 4-4.全然違う！ウナギの子供
 - 4-5.ナゾに包まれた産卵地
- 5.未解決編
 - 5-1.産卵場の秘密の目印
 - 5-2.レプトセファルスのエサ
- 6.おわりに
- 7.謝辞
- 8.参考文献

1.はじめに

ぬめぬめとした、ヘビを思わせる魚、ウナギ。日本人なら誰もが一度は口にしたことがあるでしょう。毎年土用の丑の日に街中で見かけるこの魚の生態が、いまだに解明されていないことをご存じですか？

いつだったか、ウナギの産卵地が特定できそうだというニュースを見て首をひねった思い出があります。ウナギなんてその辺の川にいるし、そんなことがまだわかってないのかと当時の私は疑問に思ったのです。

そこで調べてみると、少なくとも1万年前からウナギが食べられていて、古代ローマ時代の図鑑にはウナギについての項目がすでに記載されていることがわかりました。しかし、ウナギの性別が解明されたのはそれから二千年も経過した19世紀後半のことで、産卵地の特定にはさらに200年かかったようです。なぜそんなに時間を要したのでしょうか？

このことに強く興味を持った私は、ウナギの研究の最前線に携わる東京大学の教授の方々に話を伺いに行きました。そこで様々な疑問を解決することができたのですが、同時にまだ解決していないことがまだまだ多くあることを知りました。

いままでの調査や研修を通して学んだウナギの不思議さを多くの人に知ってもらいたいと思い、私なりに分かりやすくまとめてみました。是非とも皆さんにこのウナギという魚の不思議と、その解明までの経緯について知ってもらいたいです。

2.ここが変！ウナギの不思議

不思議① うなぎのぼり



「うなぎのぼり」っていうけど、本当にウナギが登るの？



ほほう。実はのう…

不思議② ウナギは海で産まれる



ウナギは川に住んでるんじゃないの？



実はワシらの故郷は海なんじゃ。

不思議③ 陸を這う



ええー!? ウナギが陸を這うなんて聞いたことないよ!!

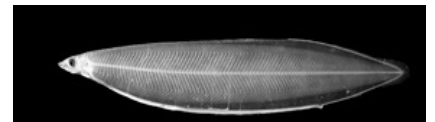
不思議④ 全然違う！ウナギの子供



この写真はヒラメのレントゲンじゃないの？



いやいや、これがワシらの子供のころの姿なんじゃ。



不思議⑤ ナゾに包まれた産卵場



ウナギの産卵場を見つけるに2千年もかかったんだって



ウナギの産卵場は実はとっても遠いところなんじゃ。

3.ウナギってこんな魚

「生きたウナギって見たことない」という方もいるかもしれません。実はウナギはこんな魚なのです。

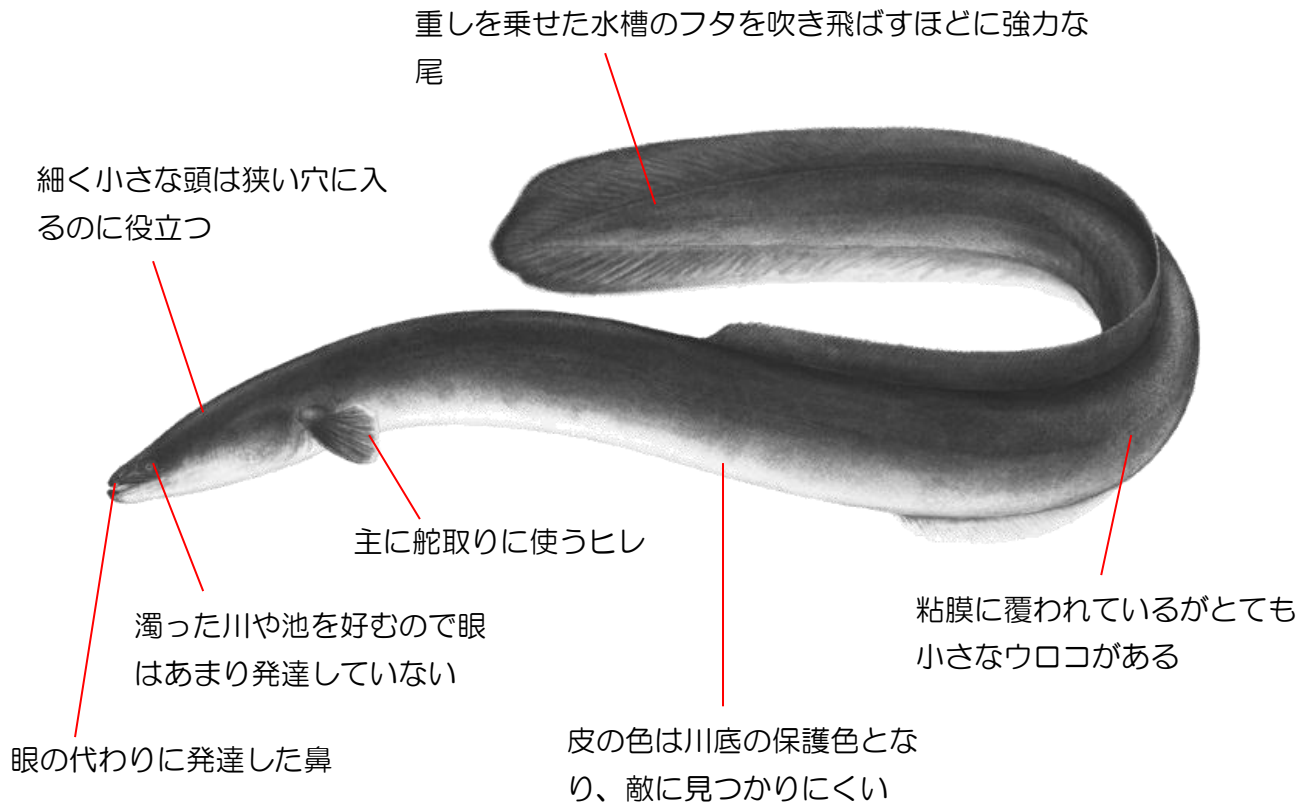


図 ウナギの体

ウナギというのは学術的にはウナギ目ウナギ科 *Anguillidae* に属する魚の総称のことであるが、世間一般でいうところのウナギとはニホンウナギ *Anguilla japonica* のことである。世界にはこの *Anguillidae* は今のところ 19 種いる。

ウナギという名がついている魚の中には実際にはウナギとは生物学的にはかなり遠い種類のもの(例：デンキウナギ、ヤツメウナギなど)もある。ウミヘビやウツボ、アナゴなどは海に生息している魚であるが、よりウナギに近い種である。この魚たちを見て違和感を覚えるかもしれないが、それは「ウナギは川に住んでいる」という世間一般の知識によるものだろう。2章でも述べているがウナギは淡水由来の魚ではないのだ。ここがウナギを知る上での最初の力ギだ。

ウナギの一生

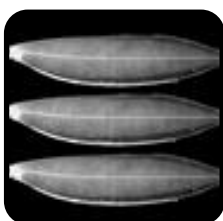
ウナギの一生をおおまかに分けると、卵→レプトセファルス→シラスウナギ→黄ウナギ→銀ウナギの5つの段階がある。それぞれの段階について順を追って生息域と主な特徴を説明する。

海



卵

- ・ ゆっくりと海中を漂う
- ・ 卵は透明で、直径は1.6mmほどしかない
- ・ 30時間ほどで孵化する



レプトセファルス

- ・ 細長い葉のような奇妙な形
- ・ 向こうが見えるほど透明に近い
- ・ 一週間で次の形態に変態する



シラスウナギ

- ・ ひものような円柱型
- ・ 視覚が衰え、嗅覚が発達する
- ・ 成長すると色が着く
- ・ 海から川に生息域を移す



黄ウナギ

- ・ その名の通りやや黄色っぽい
- ・ 川や池に定住する
- ・ 泥の中や岩陰を好む
- ・ 一定の大きさになるまで何年も定住する



銀ウナギ

- ・ 黄ウナギが成長し変態した姿
- ・ 眼が大きくなり、皮膚が黒っぽく、金属光沢がある
- ・ エサを一切食べない
- ・ 川から海に移動し、産卵する

川

海

4.ナニナゼ!?ウナギの不思議 ～解説編～

ここでは東京大学大気海洋研究所の青山潤准教授のインタビュー内容を踏まえて、2章で述べたウナギの不思議について解説する。

4-1.うなぎのぼり

うなぎのぼりの語源

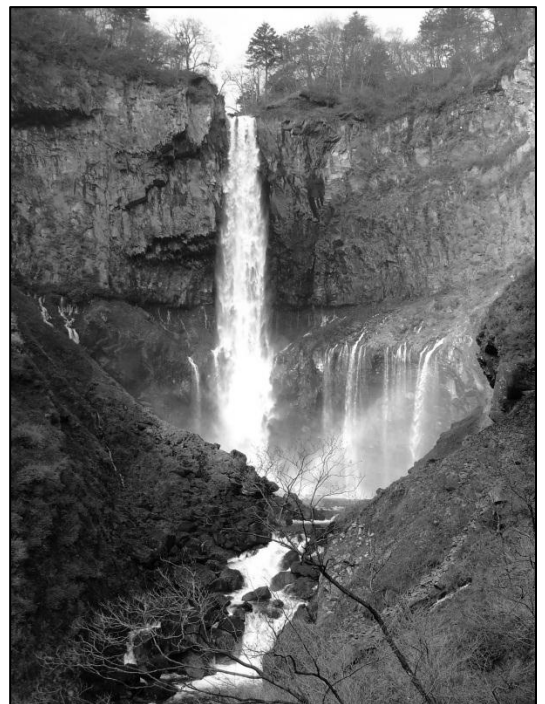


「うなぎのぼり」とは物事が急に上昇することを指すが、その語源をご存じだろうか？

語源には諸説があるが、ウナギを素手で持とうとしてもウナギがぬるりと手から抜け出す様子が語源らしい。別の説ではウナギが滝を登ることが語源とするものもある。

ウナギは登るという能力に非常に長けている。一般の魚は川の流に逆らって登ったり、せいぜい1mの段差を乗り越えたりすることが精いっぱいだが、ウナギは高い滝ですら登ることができる。日光の中禅寺湖という湖にいるウナギは高さ約100mもの華厳(けごん)の滝という滝を登ってきたとされる。こんなことができるのは強力な尾のおかげとされている。

ウナギには流れに逆らって進む本能があり、川では棲家を決めるまで登り続ける。ただし、滝のようなとても急な流れは体重の軽い子供のときにしか登れないようだ。

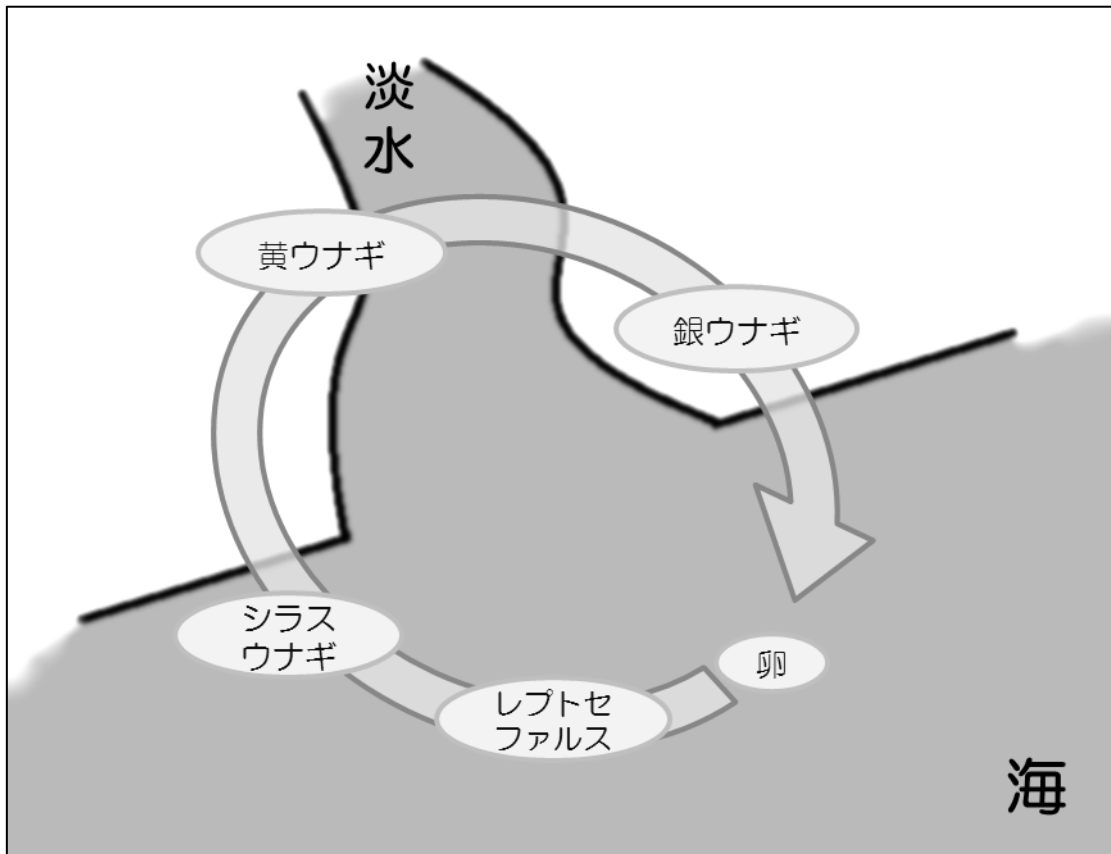


華厳の滝 （栃木県日光市）

4-2.ウナギは海で産まれる

ウナギは海の魚

ウナギは川で捕るので川魚と思われがちだが、海で産まれ、川で成長し海に産卵しに行く回遊魚（このような回遊魚を降河回遊魚という。）である。



ウナギの回遊

一生のほとんどを淡水で過ごすので図鑑によっては淡水魚に分類されていることもある。

ウナギと遺伝的に近い魚としてアナゴやウミヘビなどがあるが、これらは一生を海で過ごす。なぜウナギはこのような淡水に著しく偏った回遊をするのだろうか？次の項目で説明しよう。

ウナギの回遊

その姿からは想像もつかないが、ウナギは産卵のためだけに非常に長距離を回遊する。移動距離は種によって異なるがニホンウナギの場合、産卵場はマリアナ海溝付近で日本から約3千km(沖縄から北海道までの距離の1.5倍)も移動する。



ニホンウナギの回遊

ウナギは低燃費

実は繁殖期になり黄ウナギが銀化して川から海、そして産卵場に行くまでの間、ウナギは一切食事しない。なぜ数千kmにもなる長距離をエサを食べずに移動できるのだろうか？

特殊な装置を使ってウナギの泳ぎを調べてみると1kgのウナギが1500km先の産卵場にたどり着くのにかかった60gの脂肪があればよいという結果がでた。これによりウナギが非常に低コストで泳いでいることが分かった。

ともあれここまで長距離を移動することは、ウナギにとってとても不利である。前述したエネルギーの問題もあるが、他にも外敵から捕食されたり、回遊ルートからはぐれたりする可能性は距離が長いほど高くなる。それでもなおウナギがこのような行動をとるのはなぜなのだろうか？

なぜ長距離移動するのか

ウナギに限らず、一部の生き物には産まれと育ちの場所が違うものがある。これには様々な要因があるが、成体が環境に適応できなくなったという場合が多くを占めるそうだ。東京大学大気海洋研究所の青山准教授によると、生物の繁殖は繁殖地の環境に非常に強く結びついているので、たとえ成体が繁殖地に住めなくなったとしても、そこを繁殖の場として使い続ける場合が多々あるそうだ。

また、はるか昔ウナギは海で産まれ育っていたが、ほかの生物との生存競争に敗れ十分なエサを確保できなかった。困ったウナギはエサを求め移動し、ついに川の中に居場所を手に入れたという説が有力だそうだ。ではなぜ川なのだろうか？

世界中のウナギをDNA調査した結果、ウナギの祖先はインドネシア沖であることが分かった。私たちのイメージでは熱帯の海はとても澄んできれいに見えるが、実は澄んでいるということは栄養が少ないということなのだ。逆に熱帯の川はアマゾンなどに代表されるようにとても濁っていて生物もたくさんいる。つまり、熱帯の海ではエサが十分ないので、生存競争に敗れたウナギの先祖はエサを求め移動するうちに川に行きついたということだ。

コラム：天井知らず！ウナギの値段

うなぎといえば土用の丑の日。この日にウナギを食べるようになったのは江戸時代からと言われている。

しかし、近年ではウナギの供給量の低下によりウナギの値段はまさに「うなぎのぼり」に上がっている。普段私たちが食べているウナギの多くは安価な養殖ものだが、養殖ウナギすら高騰している。2012年の養殖に使うウナギの稚魚の値段は1kg当たり250万円にもなった。これはウナギの数の減少と業者の欲が原因である。

4-3.ウナギは陸を這う

あまり知られてないがウナギは陸を這って移動することができる。なぜこのようなことができるのだろうか？

ウナギが陸を移動している姿の目撃例は非常に少ない。理由はウナギがめったにこの行動をとらず、また、夜間にしか行わないので、その現場に遭遇することは非常に珍しい。ページ下の写真はその姿を捉えることに成功した数少ない写真だ。

しかし、なぜこのようなことができるのだろうか？そして、最も重要な呼吸はどうしているのだろうか？

なぜ陸を移動できるのか

世界には肺魚という肺呼吸ができる魚がいるが、これは非常に特殊な例で、ウナギは一般的な魚と同様にエラ呼吸をする。しかし、当然ながら陸上ではエラ呼吸はできない。ならばどうするかというと、実はウナギは皮膚呼吸も可能なのだ。また、移動するときにはヘビのように体をくねらせて前に進む。この移動方法は強力な尾が可能にさせている。

ただし、皮膚呼吸できるのは体の粘膜が乾いてない間だけに限る。また、皮膚呼吸だけでは十分な酸素が吸えないので数時間だけしか生き残ることができない。つまり、陸を移動することはウナギにとって大変危険が伴うのだ。



陸を這うウナギを撮った貴重な写真

コラム：ウナギの飼育は難しい!?

ウナギは濁った場所を好み、雑食なので飼育するのは簡単に思える。しかし、ウナギを個人で飼うとなると非常に難しいのだ。

その原因となっているのは陸を移動するという特技だ。ウナギにとって水槽は小さく不快らしく、すぐに脱走してしまうのだ。水槽にフタをして、そのうえ漬物石を乗せても脱走したという話もある。

陸を這う理由

では、なぜ危険を冒してまで陸を移動するのだろうか？ウナギは基本的には一か所に定住するのだが、何年も経つと洪水や土砂崩れ、人間などによって棲家が川から切り離されてしまうことがある。その環境がとても悪く命に関わるようであれば移動するようだ。悪い環境の例として水槽が挙げられる。

実はもう一つ移動するときがある。生物にとって絶対的な行為、繁殖のためである。前述したとおりウナギは海で産卵するので、当然繁殖期には海に行かなければならない。繁殖は何よりも重要なことなので、川から隔離されたウナギは繁殖期になると文字通り命がけで川を目指して陸を移動するのだ。

コラム：ウナギはミミズの子!? ウナギのトンデモ学説

ウナギは謎の多い魚で昔の学者はこれをどうにか説明しようとしてとんでもない学説を唱えていた。そのうちの2つを紹介しよう。



アリストテレス
(B.C.384?-B.C.322?)

泥や湿った土の中に生ずる『大地のはらわた』
と称するものから生ずるもの。
(訳：地面から自然発生したミミズから生まれる)

※大地のはらわたとはミミズのこと

ウナギは岩に体をこすり付け、その時生じた屑が
稚魚になる。これがウナギの唯一の繁殖方法である。



大プリニウス
(22?-79?)

これはウナギが陸を移動し、いままでウナギがいなかった池などで発見されたからと思われる。どこにもつながっていない池などで急にウナギが見つかるという不思議な光景を目にした彼らが「ウナギは地面から湧いて出てくる」という説に行きつくのは仕方ないことだ。実はこの説に似たものが日本でもある。陸を移動するということがわかるまでこの説は長年信じられてきた。

4-4.全然違う！ウナギの子供

少々詳しい人ならウナギの稚魚といえばシラスと答えるだろうが、さらにその前の段階のウナギは私たちの知っているウナギの姿とは似ても似つかぬかたちをしている。実はウナギの子供がこのレプトセファルスであるということは長年分からなかった。

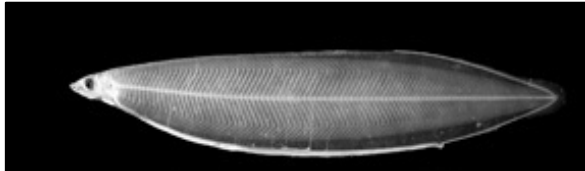


図 ウナギの幼体 レプトセファルス

レプトセファルスは最大で 5 cmほどでとても薄く向こうが透けて見えるほどだ。あまりに透明に近いのでウナギの研究者も慣れないうちはレプトセファルスを探すのに苦労するそうだ。

発見の経緯

ウナギの卵を見つけ、その生態を明らかにすることが研究者の目的であり、そのためにはより小さいウナギのほうを探せばよい。ところが奇妙なことにウナギをいくら採集してもある一定の大きさ以上のものしか取れず、ウナギの幼少期は謎に包まれていた。

19世紀後半、イタリアの二人の学者が地中海で採集したレプトセファルスを水槽で飼っていると、いつのまにか水槽の中身がシラスウナギに変わっていた。このことからウナギの幼体は今まで別種とされていたレプトセファルスであるということが判明した。

なぜこんな形？

この葉っぱのような形は発見当初は海流の流れを受けやすくするためではないかとされていたが、どうやら体表面積を増やして皮膚呼吸しやすくするためと捕食者の目から逃れるためというのが最近の研究で分かった。

4-5.ナゾに包まれた産卵地

ウナギの産卵場は多くの研究者が調査したが2千年間もだれも見つけることができなかった。なぜそれほどまでに時間がかかったのだろうか？

ウナギの産卵場が長年見つからなかった理由は生殖器、レプトセファルス、変態の早さの3つに分けられる。

① 生殖器

ウナギは川で成長し、海に戻ってから初めて生殖器が発達し始めるので、川にいるウナギを解剖しても生殖器を見つけることは極めて困難である。しかし、それを知らなかった昔の学者は、いくら解剖しても生殖器が見つからないことを説明するために地面から生まれるなど見当違いの説を唱えてばかりだった。これにより、ウナギには卵がないと長年にわたり信じられてしまった。

② レプトセファルス

ウナギは地面から生まれる説がさらに長年信じられてきたが、19世紀後半それまでウナギとは別種とされていたレプトセファルスがウナギの子であるということが判明した。そのときの研究に使われたレプトセファルスが地中海で捕れたものだったので、研究者たちは地中海のどこかに産卵場があるに違いないと考え、地中海以外の調査を行わなくなってしまった。しかし、これは全くの見当違いで、このウナギの実際の産卵場は地中海から大西洋をまたいだ北アメリカ東海岸沖のサルガッソ海というところだった。

③ 海の広さ

ウナギの幼体がレプトセファルスと分かったので、このレプトセファルスを収集し、たどっていけば、ウナギの産卵場はすぐに見つかるはずだった。しかし、ここで大きな壁があったのだ。このレプトセファルスはその次の形態であるシラスウナギに変態するまでわずか一週間程度しかないのだ。これが3つ目の理由である。広大な海の中でどこにいるかもわからないレプトセファルスを生後一週間以内に捕まえるのは極めて難しいことだった。

2009年について日本の研究チームがニホンウナギの産卵場を発見し、卵の回収に成功した。この快挙はそれまでの2千年の研究の積み重ねのたまものである。

5.未解決編

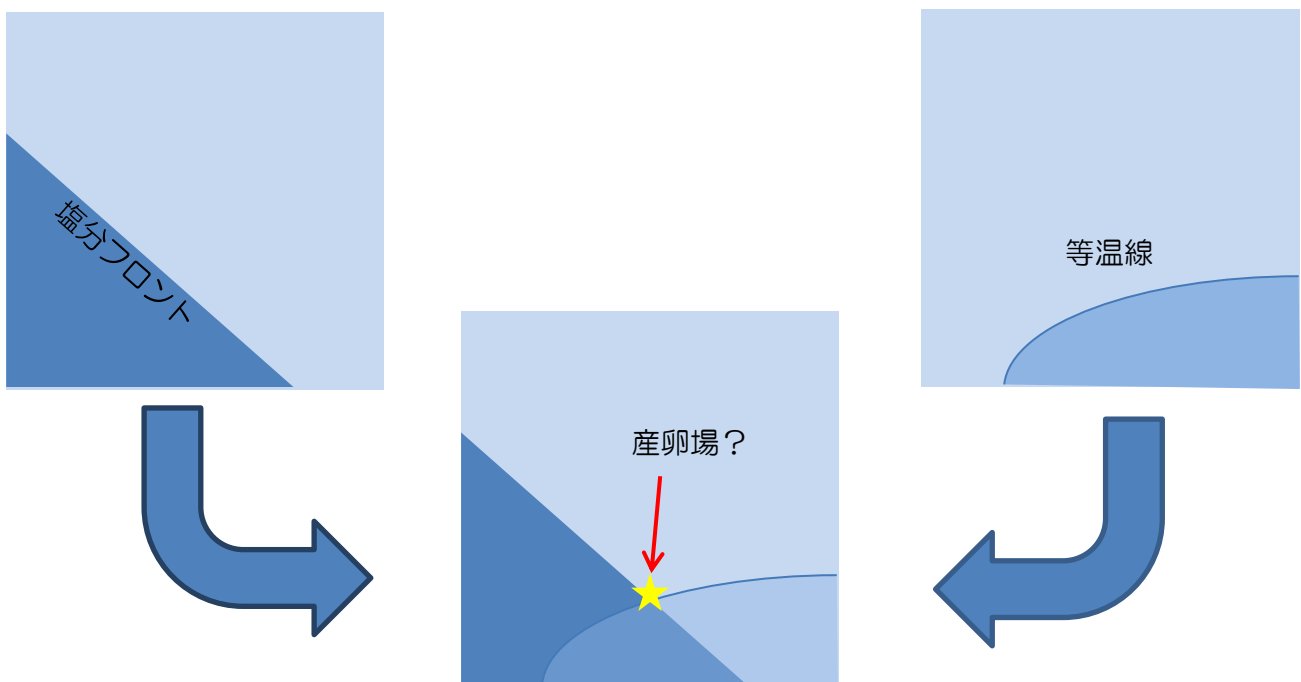
ここではウナギの不思議の中でも、まだあまり研究が進んでないものについて解説する。

5-1.産卵場の秘密の目印

前述したとおりウナギの産卵地は遠い海にあることが分かっている。しかし、広大な海の中をそこまでどのようにたどり着くのかはいまだによく分かっていない。

長距離移動する渡り鳥などの動物は地球の磁場を使って方向を決めている。最近の研究によるとウナギもこの能力を持っているようだ。だが、ウナギの産卵場は海の広さに比べるとあまりにも狭く、また沖なので周囲に目印となるものは何もない。では何を目印にしているのだろうか？

東京大学の研究チームは当初は近くにあるスルガ海山という大きな海山を目印にしていると推測していたが、実際の産卵場はスルガ海山とは離れたところだった。当チームはスルガ海山の近くに塩分フロント（塩分濃度が異なる二つの海水の潮目）があることから塩分フロント付近を調査し、見事ウナギの産卵場を見つけた。また、産卵場の位置は完全に固定されているわけではなく、徐々にズれていることが分かった。このことからウナギの産卵場は海のどこかに定まっているのではなく、何かの条件を満たした場所または海水であると予測できる。しかし、塩分フロントは東西に伸びた線であり、点ではない。生物にとって温度は非常に重要な要素であるので、私の考えでは塩分フロントと、とある温度の等温線、この二つの線の交点がウナギの産卵場なのではないかと思う。



5-2.レプトセファルスのエサ

ウナギの値段は年々上昇している今、安価な養殖ウナギの需要が高まっている。現在のウナギ養殖は天然ウナギの稚魚を育てる形式を取っている。しかし、この方法は稚魚の漁獲量に大きく作用されるので不安定だ。また、天然ウナギの稚魚をとるので数年後の稚魚の漁獲量にも著しく影響する。故に世界のウナギのほとんどを消費している日本にはウナギの完全養殖を行う必要があった。幸運なことにウナギの生態の解明や技術の発達、そして長年の研究により、ついにウナギの完全養殖に成功した（水産総合研究センター 2010 年）。しかし、実用化にはまだまだ解決すべき問題がたくさんあり、私たちの食卓に並ぶまでにはもうしばらく時間がかかりそうだ。

この研究を行っている水産総合研究センターが頭を抱えている問題の一つが、ウナギの幼体であるレプトセファルスのエサである。完全養殖の研究は親ウナギにホルモン注射をして卵を産ませるところまでは順調にいったが、孵化したレプトセファルスは研究所が用意したエサには食いつかずに餓死してばかりだった。当時はまだ天然のレプトセファルスについての情報も少なかったので、とにかくさまざまなエサを与えてレプトセファルスの反応を観察してみることにした。考えうるエサはすべて試してみたが、レプトセファルスの死体が増えるだけだった。数年後、タコがサメの卵を食べると聞き、試してみると、なんとすべてのレプトセファルスがサメの卵を食べた。

こうしてレプトセファルスのエサの問題は解決したかのように思えたが、ここからが問題だった。このエサはサメの卵とプランクトン、栄養素をまぜてペースト状にしたものであるが、これを水槽内で使うと水が著しく汚れてしまうのだ。さらに重大な問題としてエサにサメの卵が欠かせないことだ。サメの卵は数が少なく、高価なのだ。またサメ自体が絶滅危惧種なので、ウナギの養殖のエサには適していない。



図 サメの卵

「もちろん、自然のレプトセファルスは実際にはサメの卵なんて食べてはいないでしょう。」と青山准教授は語る。「そんなものを食べていたらとっくの昔にサメは絶滅しているでしょうからね。」では天然のレプトセファルスはなにを食べているのだろうか？

その答えは青山准教授のインタビューの 3 か月後、東京大学大気海洋研究所と海洋研究開発機構の共同研究チームの発表により明らかになった。発表によると、天然のレプトセファルスはマリンスノー（微生物などの死がい）を食べて育つということだ。

完全養殖の時は来た!?

「ついにレプトセファルスのエサの謎が解けた！もうすぐ完全養殖ウナギが家庭で食べられるようになる！」…というように思われたかたも多いだろう。だが、実はまだ問題点が多いようだ。

マリンスノーとは海中の微生物などの死がい
が白い粒となり、海の底へとゆっくり降下してい
る現象のことである。ここで問題となるのはマリ
ンスノーの成分である。「海中の微生物など」と
あるが、この微生物は特に定まっておらず、また
微生物由来以外のものも含まれている。つまり、
マリンスノーとは、言わば海のほこりのようなも
ので人工に再現することは非常に難しいのだ。お
そらく、これから太平洋のマリンスノーを採取し、



図 マリンスノー

レプトセファルスの好みの成分を探す研究がされてい
くだろう。その成分を発見でき
れば、その成分を栄養豊富なエサに混ぜることで、完全養殖用のレプトセファルスの生存
率と成長速度が大幅に向上するだろう。

研究者によると 10～20 年後にはウナギの消費量の半分を完全養殖ウナギで賄うこ
とができるようになるらしい。ウナギが高級魚ではなくなる時代はもうすぐそこまで来
ているのかもしれない。

6.おわりに

実家の近くの川でウナギがとれていたのも、ウナギの産卵場が遠い海であるというニュースにとっても驚き、このことについて調べてみました。ところが、調べるうちにウナギには様々な不思議があることが分かり、さらに調べるうちどんどんウナギの魅力に取りつかれていきました。今回取材させていただいた青山准教授も、ウナギを求めて熱帯のジャングルからアフリカの高地まで世界中を駆け巡り、全種類のウナギを収集したそうです。このようなことができてしまうのは、やはりウナギにそれだけの魅力があるからだと思います。

さて、ウナギの不思議についていくつか紹介しましたが、どのくらい知っていましたか？ほとんど知らなかったという方が多いのではないのでしょうか。日本では古くから食され、とても身近な魚であるはずのウナギにも実はこんなにも不思議があったのです。今回取材させていただいた青山准教授によると、ウナギに関していま最もホットな研究は、新たな種への分岐の真っ最中と推測されるインドネシアのとあるウナギの研究だそうです。この研究が進めばウナギの進化のことが明らかになるかもしれません。これからも研究が進んでいくと謎がどんどん解決されていくと思います。しかし、ひとつの謎が解決すればさらに新たに謎ができるというのが研究というものです。皆さんも自分でウナギについて調べてみると私の執筆時より変わった謎が増えているかもしれないので、ぜひ調べてみて下さい。皆さんがウナギという魚に興味を持ってもらえたのなら嬉しいです。

7.謝辞

ウナギの生態にはまだ謎な部分が多く、調べた文献が本当に正しいのかといくつもの文献を対比していましたが、下記の参考文献は非常に詳しく、また、分かりやすくまとめられていて大変助かりました。また、本ゼミの完成には多くの方の協力が欠かせませんでした。お忙しい中、貴重な情報を教えてくださった木村伸吾様、お時間を割いてインタビューに応じてくださった青山潤様、的確な助言をして頂いた OB・OG・現役部員の皆様に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

8.参考文献

・文献

旅するウナギー1 億年の時空をこえて 塚本勝巳、黒木真里 著/東海大学出版会
ウナギ 大回遊の秘密 塚本勝巳 著/PHP 研究所
アフリカによろり旅 青山潤 著/講談社
うなドン 南の楽園によろり旅 青山潤 著/講談社

・HP

「独立行政法人 水産総合研究センター 増養殖研究所」
<http://nria.fra.affrc.go.jp/>

「東京大学大気海洋研究所 生物海洋学分野」
<http://mbe.aori.u-tokyo.ac.jp/>