

ダニが語る生物多様性～寄生生物の進化的重要単位の意義～

Mites Talk about Biodiversity - Ecological Significance of Evolutionarily Significant Units in Parasites.



独立行政法人 国立環境研究所 侵入生物研究チーム・五箇 公一
 Koichi GOKA, PhD, Invasive Alien Species Research Team
 National Institute for Environmental Studies

皆様、こんにちは。国立環境研究所の五箇です。すぐくす同時に、何で私がダニ学を志してダニを愛してるかとライドを提出するのが遅かったせいもあって、差し当たってということについても、自叙伝的にお話しできればと思います。【スライド 2】



【スライド 1】

私のスピーチ、非常に速くなると思います。同時通訳が十分早くついていかないかもしれませんけれども、ぜひ、私の英語のサブタイトルを読んでいただきたいと思っています。ありがとうございます。

枚数も多くアニメーションのようなものだと思いますので、外国の方は見るだけで楽しんでいただければと思います。



【スライド 2】

きょうは村田先生にお願いされまして、私の専門であるダニ、しかも生態系のダニなのです。そのダニが語る生物多様性ということで、ダニを通して見た生物多様性の意義というものを語りたいと思います。と

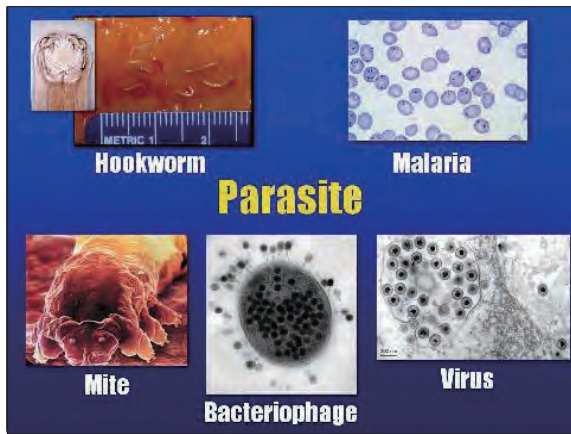


【スライド 3】

お話を始める前に、パラサイト、ダニを含め、きょう、さまざまな寄生生物の話が出てきたと思うのですが、もともと寄生生物そのものというのは、地球上に生命が生まれてからずっとつきまとう生き物として同時に進化してきたわけ。いろんな生き物にパラサイトがつくのですが、同時に、実はそのパラサイトの役割として、有性生殖を発達させたのではないかというふうな説があるのは、皆さん御存じかと思います。あらゆる生き物に雄と雌がいて有性生殖をするというのが非常にメインな繁殖様式になってます。

非常にその昆虫とか植物のような原始的な生き物から、我々人間も含めてこのように雄と雌がいて、このスライドをつくったとき、まだこのお二人がちゃんと夫婦いらっしゃるといふか、仲がよくて、いろいろなかったときだったので、ちょっと今、残念なスライドになってるのですけれども。【スライド 3】

それで、先ほど言いましたように、こうした性の進化、そういった部分にパラサイトというものが非常に大きく関与してるというのが、このレッドクイーン仮説ですね。赤の女王仮説と言われるやつです。これは鏡の国のアリスに出てくる赤の女王がひたすら走り続けるわけですね。周りの景色がどんどん変わっていくと。



【スライド 4】



【スライド 5】

だから走ってないと景色に追いつけなくなると。

これはすなわち生物の進化でも同じで、生き物にとっては、次々と姿を変えて襲ってくるウイルスに対抗するためには、遺伝子のバリエーションを維持しなくてはならない。ウイルスの進化速度と、いわゆる普通のどんどん細胞層が大きくなってしまった多細胞生物では、進化速度に明らかに差があって、普通の突然変異だけで対抗していたのではとても勝てないということで、いわゆる遺伝子交換ですね、有性生殖によって新しい遺伝子型を生み出すということが進化してきた。これが有性生殖の進化の仮説の一つです。【スライド 4-5】



【スライド 6】

いろいろとこれは有性生殖を維持することの説明にはなっているのですが、いかにして有性生殖が生み出されたかはまだ説明できてないというところがあるのですが、いずれにしても、そういった中で実はウイルスを初めパラサイトというものは、この地球上において、有性生殖を含めて遺伝子の多様性を生み出すために非常に重要な役割を果たしています。

寄生物の寄生の仕方いろいろあって、さまざまな生物がこのようにさらに、高次な生き物に寄生する、あるいは、このように行動すらも労働寄生と言われる寄生システムがあるのですね。これは托卵されちゃったカッコウにえさを一生懸命やってるオオヨシキリの写真なのですが、このようにパラシティズムそのものは、常に生き物の進化の中ではついて回ってきたものだという事考えると、すべての生物種には何らかの寄生物種が存在していて、そういった意味で寄生物と言われるものは、この生物多様性の大部分を占めてるわけですね。

よくよく考えたら、我々人間もこの地球という生命あふれた星の最大の寄生物として、今、生きていくということは問題になってるのですが、そういうところでは、寄生物というのは生態系において非常に重要な実は機能を果たしている。非常に大きな役割を果たしてるという意味では、先ほどからお二人の先生方からもあるように、嫌われてばかりもいるところもあるのだけれども、非常に実は大事なユニットであるということ認識しなければならないということです。



【スライド 7】

ここから先はダニの話をしていきたいと思います。私自身はダニ学を専門としていまして、今、研究所での仕事そのものは生物多様性の保全ということでいろんな仕事をしてますけれども、本当は実は一番好きなのはダニなのですね。日本ダニ学会という学会も実はちゃんとあるのです。ダニ学という学問自体があることは余り知られてないところも多いのですが、国際ダ

ニ学会というのもあって、一昨年はブラジルで国際ダニ学会があって、そこへ行って、ダニ学者同士が集まって和気あいあいと、1週間ぐらいダニだけをにまにま語り合うという学会に出席してきました。【スライド7】



【スライド8】

ダニとはどんな生き物かと。多分ここにいてらっしゃる方は専門家が多いので説明する必要もないかもしれませんが、多くの一般の方がよく勘違いされるのが、昆虫だと思いついでいる人もいますのですね。これは昆虫ではございません。体は非常にシンプルで、一塊で、直接そこから手足と口がついているという、とても簡単な体のつくりをしています。

昆虫はちゃんと頭と胸と腹部と3節に分かれていて、胸部から足6本と羽4枚、これが原型です。そういった意味では、昆虫のほうがよほど複雑な構造をしています。あと足は8本、これは変わりません。原則です、ダニの。同じ足8本でクモというのもいるのですが、こちらと同じで頭胸部と腹部に分かれているというぐあい、実はクモのほうがより複雑な構造をしています。

【スライド8】



【スライド9】

ただ、これだけ単純な体をしているのに、地球上のありとあらゆるところに分布をしていて、その生活史も食べ物も実に多様です。種数もだから膨大で、今、種数、現時点で記載されてるものだけで5万種います。

それで知らないものも含めたら、多分100万種ぐらいいるのではないかという推測もなされ、まあ言ってみれば昆虫種と匹敵するだけの実は種数は含まれてるだろうと言われてます。【スライド9】

その生活域ですね。ハビツタットも非常にさまざまで、海の中にまでいるのですね。その意味では昆虫を超えてるのです。海の中にすむ昆虫はいないので、海水域から淡水域も含め、植物を食べるもの、動物の血を吸うもの、あるいはそういったダニを食べるダニ、捕食するもの、こういった形で。あとスカベンジャーですね。土壌中にもたくさんのダニがいて、こういったものが有機物を分解して無機物に変えるというところで、非常に豊かな土をつくるという部分でも役に立っているということです。まさに生物多様性の中において、さまざまな機能を果たしている生き物であると。

こういう話をすると、非常にダニが大事な生き物だと思われて、でも人間としてはダニ嫌いだし、実は人間にはもうダニは関係ない生き物であってほしいと思うのですが、実はそういった中でも皆さんの顔にも顔ダニがちゃんとすんでいて、日本人の場合は8割近くこの顔ダニを持ってるとというのが現実です。生まれたばかりの赤ちゃんは当然持ってないのですが、お母ちゃんが顔をすりすりとしてこすったときにうつるという意味では、それぞれの家系に1家に1台、実は代々伝わる顔ダニがいるのですね。こういう発表を高校生とかにすると、もう女子高生が悲鳴を上げてお母ちゃんに怒ったりする、家に帰ってきたら何か怒られたとかいう話を聞いたことがあります。ダニうつしやがったとかいうて怒られたと言うのですね。【スライド9】



【スライド10】

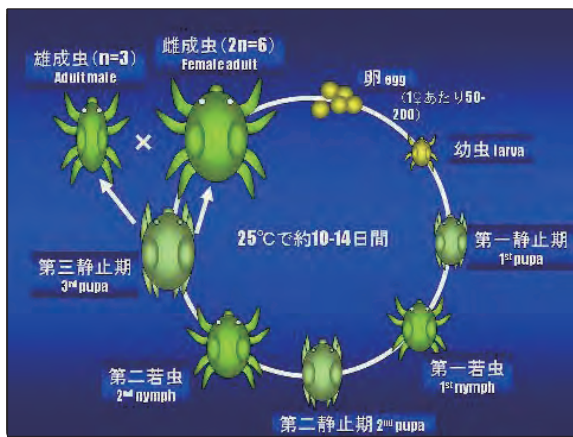
ということで、ダニは立派に生物多様性の一員であるということを知っていただけて、お話を進めていきたいと思えます。私自身が何でダニの研究を始めたかということ、もともと農学部だったのでですね。京大の農学部におりまして、そこで研究の対象としたのが、



【スライド 11】

このハダニと言われる葉っぱに寄生する植物食のダニです。これはすごい害虫で、いろんな植物に取りついてばんばん葉っぱの汁を吸って枯らしちゃうという意味では、世界的な害虫として問題になってます。

【スライド 11】



【スライド 12】

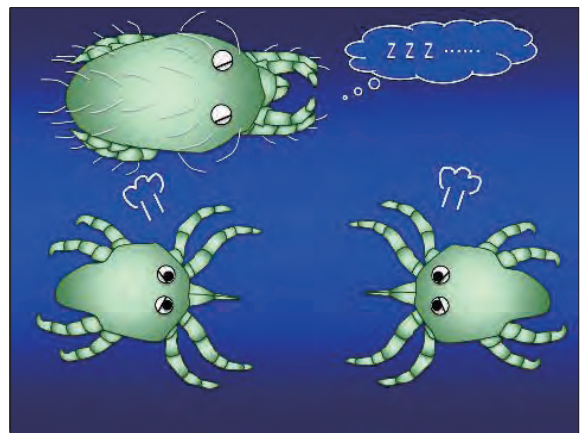


【スライド 13】

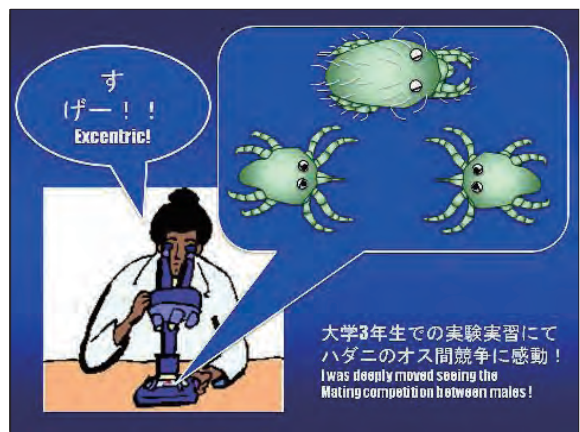
生活環としては、卵から始まって何回か脱皮を繰り返して成虫になっていって、雄と雌がちゃんといて、こちらも有性生殖します。このとき、雌と雄の交尾というのは1回のみ有効、つまり雌は1回交尾されてしまうと、精子タンクがもうそれでいっぱいになってしまうので、2回目以降は無効になるのです、2回目以降の雄の精子は。ということは、雄にとっての大事な戦略は、

バージン雌を確実に獲得することになります。そうすると、どういう行動が進化するかというと、交尾前ガーディングです。プレメーティング (交尾前) のガーディングをして、このように雌のさなぎですね。まだ成虫になる前の雌のさなぎの上に雄が乗っかってがあとガードして、雌が脱皮を初めたら大慌てで服を脱がすように脱がせてやって、それですぐに即その場で交尾をするという、これがハダニの戦略なのですね。

【スライド 12】 【スライド 13】



【スライド 14】

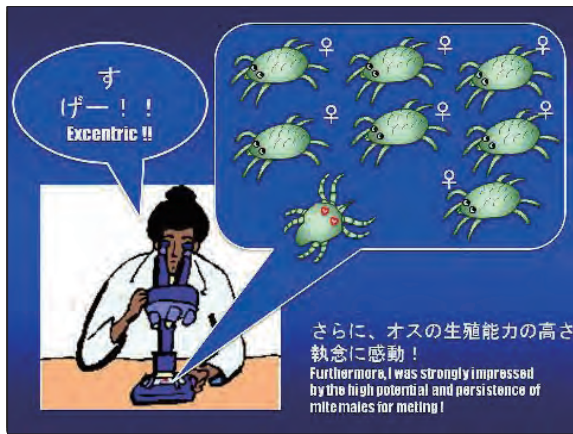


【スライド 15】

そうなってくると、処女雌というのは雄にとっても貴重な資源になりますから、横からほかの雄が来たら、当然、処女雌だと気づいてけんかになるのですね。一丁前にけんかをするのです、ダニのくせに。このように激しい雄間闘争して、ふだん植物を刺す口針でお互いにフェンシングをして、しまいには相手を刺し殺すぐらい猛烈な攻撃をしてる。そうこうやってもたもたやってるうちに間男がやってきて、ちゃっかりとられてしまうということも普通に行われると。【スライド 14】

非常にミクロな世界で顕微鏡の下で、こういうことが行われるのを観察するという実習があったのですね。それを見て私、すっかりはまりまして、これはすごいと。やっぱり生殖とは何たるかというのを如実にあらわしてるというのを感動したのですね。【スライド 15】

もう一個あった実験が、今度は処女雌ばかりのどこ



【スライド 16】

ろに雄を1匹入れたらどうなるかということで、要は雄の生殖能力を試すというのをやってみたら、入れれば入れるほど交尾するのですね。雄はもう寝食を忘れて交尾し続けて、最後、死にそうになるまで交尾するという、この、もうまさに雄の宿命をそのまま体現しているという生き物としてダニにすっかりはまって、私、それ以来ずっとマスター、修士号もハダニでとって、その後、農薬をつくる会社に勤めて、殺ダニ剤と言われる、このハダニをやっつける薬の開発業務に7年間携わったのですね。【スライド 16】



【スライド 17】



【スライド 18】

このときも薬とダニの戦いですね。何ぼ薬をつくっても効かなくなる、すぐ効かなくなる。これもその後、



【スライド 19】

DNAを調べたり、いろんなことをして調べたけど、結局ハダニそのものにも多様性があると。この猛烈な多様性で、実はもう次から次へと抵抗性というものが進化して獲得されるのだということを体現して、やっぱり多様性は大事だということで、その後、まあ言ってみれば、でもその薬が売れなくて会社が傾き始めたので大慌てでドクターをとって、会社を逃げ出して今の研究所に移って、今度は生物多様性の保全という仕事につきました。【スライド 17】【スライド 18】【スライド 19】



【スライド 20】

そこで一番最初についた仕事が、今もメインになっている仕事が外来生物の管理だったのですね。最初に研究した外来種が、セイヨウオオマルハナバチと言われるヨーロッパから輸入してるハチです。【スライド 20】



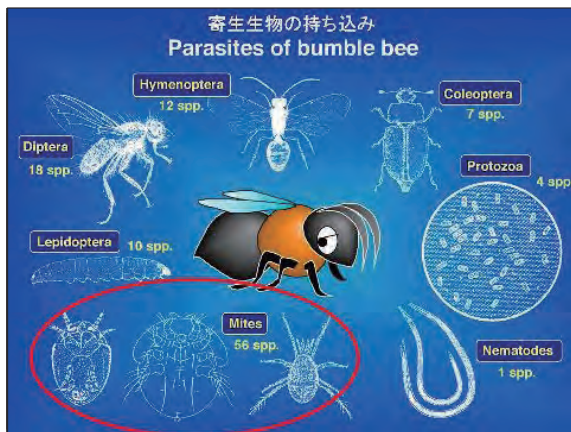
【スライド 21】

これはハウスの中のトマトとかの花粉を運ぶために商品化されたハチで、ヨーロッパ原産で日本もたくさん輸入しています。こんなふうにハウスの中に巣箱を置いておいてハチをぶんぶん飛ばして、花粉を運んでくれるから、今まで農家さんが手でやってた仕事を全部ハチがやってくれるので、すごくトマトの生産性が上がったのですね。【スライド 21】



【スライド 22】

ところが、これはヨーロッパ産のハチなので、逃げ出したやつがばばん野生化してしまひまして外来種になってしまひまして、在来のマルハナバチに対して非常に悪影響を及ぼしているということがわかったので、今、環境省の法律でこれは厳しく規制されてます。逃がさないように使うことということで。【スライド 22】



【スライド 23】

このときの生態リスク評価の中で私が目をつけたのが、ヨーロッパから巣箱を輸入しているから、必ず変な寄生生物を持ってきてるに違いないということで、ダニですね、寄生してるダニが何かいないかと探したら、体内にダニがいたのですね。セイヨウマルハナバチの体の中にマルハナバチポリプダニというダニがいたのを見つけて、これがどれぐらい持ち込まれてるかというのを調べたのですね。【スライド 23】 【スライド 24】

ところが、実は日本のマルハナバチにも、このマルハナバチポリプダニがいるというのがわかって、DN



【スライド 24】



【スライド 25】

A分析をした結果、ヨーロッパのダニと日本のダニも違うということで、ダニにもちゃんと地域固有性があるのですよということがわかりました。

そうした中で、やっぱりパラサイトの共進化というものに非常に注目をして、もともと先ほど言いましたようにパラサイトとホストというのは、食うか食われるかの関係ですと進化してくるのですけれども、ずっと戦い続けるとお互いしんどくなるのですね。そして次のステップに入ります。それが共生関係になるのですね。ウイルスのほうは弱毒化し、ホストのほうも免疫機構を使ってある程度コントロールして、おとなしくウイルスを格納するというように、あらゆるホストとパラサイトの間には、最終的な進化の形としては共生関係がある。【スライド 25】

ということは、今あるホストとパラサイトの進化の歴史を知っておくということが、今後、さまざまな寄生生物の感染爆発とか病害を予防する上では大事。つまり、本来そのパラサイトというのは、どこで進化してどこですんでなければいけないかというのを知っておくことが大事であろうということで、このマルハナバチポリプダニというダニについても、一体どこが起源でどこから進化してきたかというのを知っておこうということを考えて、世界じゅうからマルハナバチと

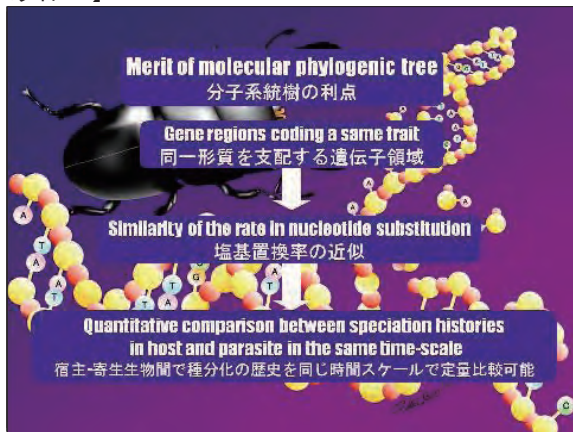


【スライド 26】

それに寄生しているダニを集めたのですね。【スライド 26】

このときにそれぞれの生き物についてDNAを調べました。この分子系統解析の非常に便利なところは、ダニとハチという、とてつもなく形態的にも分類学的にも違う生き物を一遍にその進化の時間を推しはかることができる。なぜなら同じ遺伝子を持っているからです。同一形質を支配する遺伝子を使えば分子時計でキャリブレーションできて、それぞれの進化時間を知ることができるというメリットがあるわけです。それでできたのはミトコンドリアDNAのシトクロムcオキシダーゼという遺伝子領域、両方ともダニもハチも全く同じ遺伝子領域を調べて系統樹をつくります。

【スライド 27】



【スライド 27】



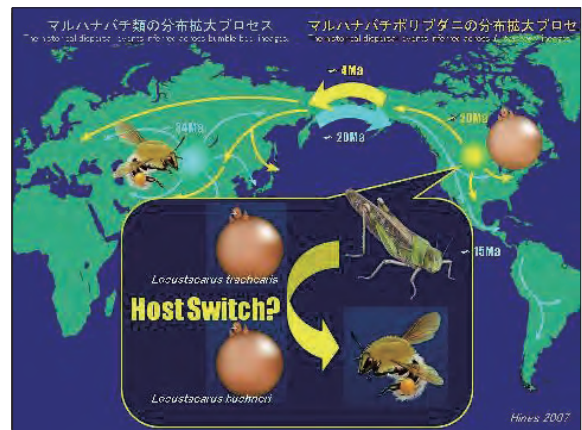
【スライド 28】

そうすると進化時間がほぼ同じ形で示されるのですが、こうやってみると、ハチのほうはユーラシア、アジアのハチとアメリカのハチはぴったりきれいに分かれて分化しています。ダニのほうが非常にいびつな格好をしているのがおわかりいただけるかと思うのですが、要は系統樹の形が一致していません。ということは、全く同じようにハチとダニが進化してきたわけではないということが予想されます。特にこのアジア、ユーラシアのハチは非常に遺伝的分化しているのに対して、それに寄生しているダニは非常に遺伝的に分化が浅いことがわかります。

一方アメリカのほうは、これは1種類にしか寄生してなくて、だからミトコンドリアDNAの変異も全然ないのですが、その中に寄生しているダニのほうは非常に遺伝子の分化が激しいというのがわかります。

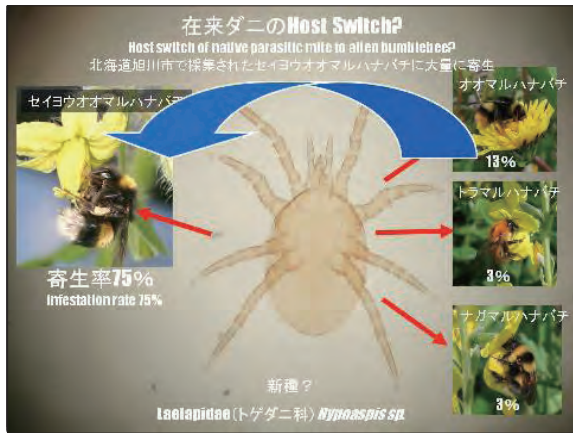
これを塩基多様度という形で見てみますと、アジア、ユーラシアの場合はホストのハチのほうの塩基多様度が0.04に対して、ダニのほうはそのワンオーダー低い0.005しかないのです。一方アメリカのほうは、もうハチのほうの遺伝的多様性はゼロに対して、体内に寄生するダニのほうは0.05もあるというふうに、ホストとパラサイトで塩基多様度が逆転しているというのが、これで示されます。ということは、このダニとハチは進化してきたプロセスが違う、起源が違うということです。

大体ハチのほうは非常にたくさん調べられていて、大体起源はアジアの中央部であって、こういった進化時間でどんどん進出していったと考えられます。ダニのほうは今のミトコンドリアDNA系統樹から考えると、むしろその起源はアメリカにあって、ハチがアメリカに渡ってきてからホストスイッチをして、その後ユーラシアに渡ってきたというふうに考えられるということがわかったわけです。【スライド 28】



【スライド 29】

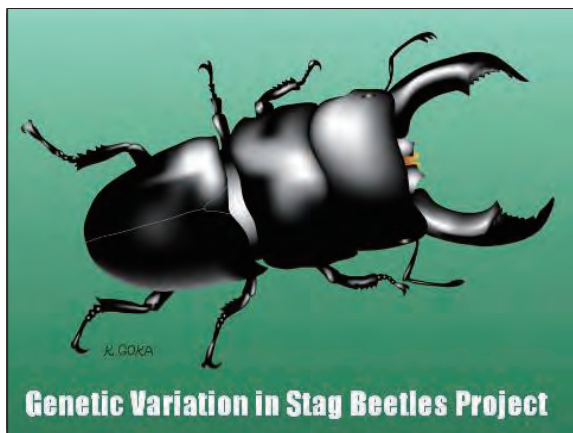
アメリカには実はバッタにもこのダニ寄生していますので、何らかの形で渡ってきたハチに対してホストスイッチを起こして、新しくマルハナバチポリプダニというのが進化したのではないかと予測されたということです。【スライド 29】



【スライド 30】

あと、こうやってホストとパラサイトの入れかえというのが起こると、よくあるのが、外来種が持ってくる外来のパラサイトが在来種に対して悪影響を及ぼすという話ばかりがメインになるのですが、実は外来種にとっても日本にやってくるということは、日本のパラサイトって新しいパラサイトになって非常に感染爆発を起こすことがあるのです。

これは日本のダニが外来のハチに爆発的に寄生しているという事例があって、在来のハチには余り寄生していないのに、外来のハチにはじゃんじゃん寄生してしまうということがあります。それなりに寄生生物というものも、そういう意味では在来、外来という部分をやっぱりまさに使い分けるといって、要するに共進化してない相手には簡単に寄生できるということが起こるわけですね。【スライド 30】

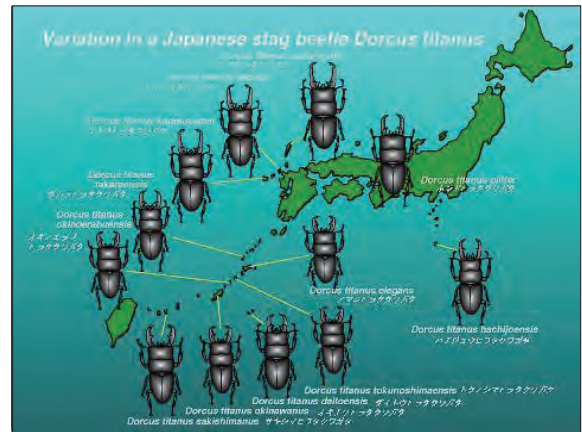


【スライド 31】

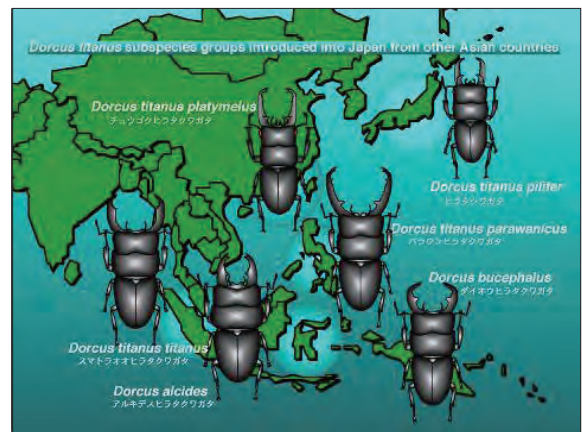
次にやった仕事がクワガタムシです。こちらも外国産のクワガタムシが大量に商品として輸入されてるといって問題がありまして、そういったところで日本にも

たくさん種分化したクワガタムシがいて、アジア全体でもさまざまに種分化したクワガタがいる。これは全部ヒラタクワガタと言われる種類で、亜種がこれだけ実は日本とアジアでいるのです。それぞれがどういう遺伝的な分化をしてきたかということ、つまり遺伝子の多様性を知っておこうということで、こちらもミトコンドリアのDNAを使って系統樹をつくってみました。そうすると、これだけ多様な遺伝子を実は、遺伝的な多様性をこのヒラタクワガタ1種が含んでいるということがわかったのです。地域ごとに、島ごとにきれいに分化してって、さらによく見ると、北方の青色のかい家族と南方の赤いのかい家族にまず分化していて、この根っこがつまりヒラタクワガタの祖先になるのですが、それがいつスタートしたかということ、実に520万年以上も前に実は分化していると。こんな形でこの小さな虫も必死こいて、みずからの移動で遺伝的な分化を果たしてきた。その歴史が500万年以上。我々はこういったものを進化的重要単位と呼んでるわけですね。つまり、種で単純に生き物を分類するのではなくて、それぞれの個体群が経てきた進化の歴史というものを、重みというものを考えて、ユニットとして扱っていかねばいけないうことなんです。

【スライド 32】 【スライド 33】 【スライド 34】



【スライド 32】



【スライド 33】



【スライド 34】



【スライド 35】

これが保全の話なのですが、そのときにまた目をつけたのがダニなのです。今度はクワガタに寄生するダニです。これはクワガタナカセというクワガタの背中にびっちりついてるダニなのです。これはクワガタを飼ったことがある方なら絶対見たことがあります。大体、愛好家の皆さんも嫌がってこれを一生懸命ブラシで落とすのですが、たくさんつくのもうまさに女泣かせではないですけど、クワガタがかわいそうだというのでクワガタナカセという、これは本当にそういう名前のダニなのです。

これは、実はただスカベンジャー（腐食者）で、クワガタの背中に生えてくるカビとか、あとくっついてるごみを食べる掃除屋さんで、本当はクワガタにとってとてもいいやつなのです。だから、飼ってる人も落とさないでいただきたいということで。それで、しかもこれはクワガタの背中でしか生きられないのです。ほかの虫に乗せても死んでしまうし、ほかにはいちり食わせても全然だめで、そういう意味では、びっちり一緒に共進化してきた相棒であると考えられるのですね。【スライド 35】

これはアップにしたところです。とてもダニ好きにはたまらない写真なのですが、ダニを嫌いな人にはたまらない写真だろうと思いますね。



【スライド 35】

こういう形で、そういう意味では私はクワガタよりダニが好きなので、ぜひともこのダニの進化を知りたい。実際このダニは日本のクワガタだけではなくて、アジアじゅうのクワガタに乗っかってますから、先ほどクワガタのDNAも調べました。ではついでにということ、このクワガタナカセの遺伝的多様性やクワガタ虫とクワガタナカセの進化的な歴史、それと日本のクワガタナカセはどこから来たのかという、もうダニ屋でなかったら到底どうでもいいような話に物すごく興味を持ちまして、それでアジアじゅうからクワガタ虫を集めて、それにくっついてるダニも集めて系統樹をつくりました。これはヒラタクワガタだけではなくて、もうアジアに住んでるいろんなクワガタのミトコンドリアDNAの系統樹です。ものすごくでかくなってしまっただけ全然見えないでしょうけど、そこは気にしないでください。とにかくよくやったと思ってくだされば、それで結構です。【スライド 35】



【スライド 37】

大変 2,000 塩基猛烈に読みまくってでき上がった系統樹で、ホストのほうはこれだけの遺伝子の多様性を持っているのはわかるのですが、それにくっついてるダニの系統樹がこちらになります。驚いたことに非常に遺伝的に分化が進んでるわけですね。あんなちっぽけなダニごときにも、これだけの遺伝子の多様性が

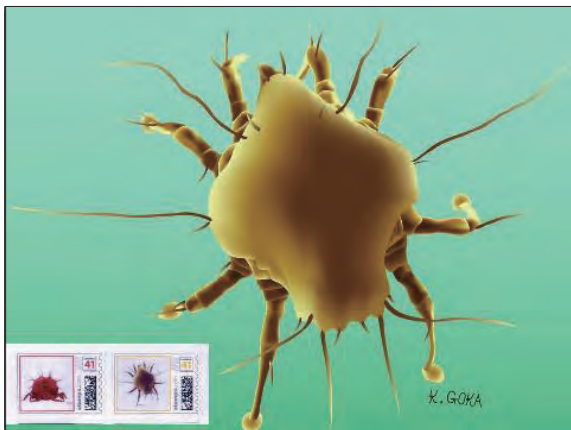


【スライド 38】

あることがわかります。さらに宿主とパラサイトの関係を結ぶと、このように1対1関係するわけです。

だからダニも漫然として進化してきたわけでも生きていくわけでもなく、クワガタ虫とともに長い進化の歴史を経て、このようにクワガタとともに歩いてきて、その歴史は何と1,200万年以上なのですよね。非常に長い時間をかけてきているという意味では、こんなちっぽけなダニにも立派に進化的重要単位が存在するのですよということが示されたわけです。

【スライド 37】 【スライド 38】



【スライド 39】

これがそのクワガタナカセのコンピューターグラフィックです。これは私、趣味でコンピューターグラフィックを書くのですが、これは私は自慢の作品なのです。大体こういう講演会になると、意地でもこういうスライドを入れておいて、皆さんにダニのすばらしさ、美しさを啓蒙しようとするのですが、でかくすればするほど、みんな気色悪がるという悲しい思いもしてるのですが。ただ、このダニの絵を書いたとき非常によくできたと思ったので、アメリカにある国際ダニ学会誌を出版してるジャーナルに、これを表紙で使ってくれと送ったわけです。そしたら出版社の人が大変びっくりされて、私のことを完全にアーティストと思込んで、ちょうど60周年記念出版パーティーがあ

るから、アーティストとして招待するから絵を持ってきてくれと言われて、私は非常にダニ学者なので、ダニ学者として認知されてないのだということが悔しかったので、論文をリプリントで送ったのです。 「いや、私はダニ学者です」と言ったら、向こうから来た返事が、「いや、論文はいいから絵を送れ」と言われたのです。なので、結局オハイオだったので、そこまで行くのも面倒くさくて行かなくて絵だけ送ったのですが、そしたら向こうの出版社が喜んでくださって、記念切手をつくってくださいました。アメリカでダニ絵柄の記念切手を売ってますので、ぜひアメリカで探して買ってきてください。

それとCOP 10、一昨年、生物多様性の会議があったときに、天皇陛下と美智子様がうちの研究所に見学に来られて、私、見学対応させていただいたのです。注目すべきは私が白い服を着てるところなのですが、このときはさすがに黒はだめと言われたので白をわざわざ買ってきたのですが、そのときにこの絵も張り出したのです。後ろにべたべたと。そしたら美智子様が大変この絵に食いつかれまして、見たことなかったのですね、このダニのかい絵なんて。これは何ですかと言うから、私はもうそこから完全にテンションが上がって、研究所の話も多様性の話もぶっ飛ばして10分ぐらいダニの話を語らせていただいたら、天皇陛下と美智子様は大変感動されまして、これを皇居に持って帰っていただいたのです。皇室に初めて入ったダニの絵として歴史的記念物になったわけです。【スライド 39】



【スライド 40】

それをいいことに、私、最近テレビに出るようになったら、これは天皇家御用達ですとかうそをこいて、芸能人とばんばんツーショットを撮らさせていただいて、そんな中で一番ダニ何に食いついてくれたのがしょこたんだったのですね。この人はこういうのが大好きですから、そしたら、ダニの交尾の話をいっぱいしてあげ

たら、ダニの交尾が見てみたいとおっしゃったので、私、去年のゴールデンウィークに、天気もいいのにつうつとダニの交尾の絵を一生懸命に書きまして、これがそのダニの交尾の絵です。こちらが、でかいほうが雌で、下に潜り込んで、よっとなんかほこみたい尻を上げてるのがこれ雄なんですよね。ある意味、非常に珍しい体位をするということで、これも何とかゴールデンウィークをつぶして書き上げて、しょこたんに謹呈して大変喜んでいただきまして、さらに松本龍元大臣が見学に来られたときにも、これがダニの交尾の絵ですと差し上げたら、ふうんとか言って、いつもの調子で持って帰りながら、しっかり大臣室に飾ってたらしいのですね、これね。でもその後、ほどなくしてやめられてしまったので、ちょっと悲しい思い出になってしまったのですけれども。【スライド 40】



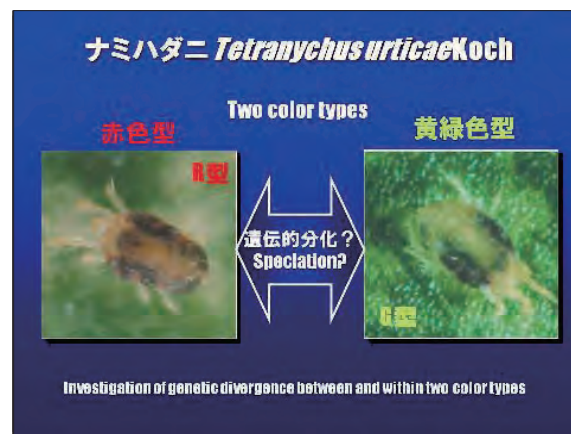
【スライド 41】

ということで、ちょっと話が横道にそれましたけれども、こういった意味でダニにも固有性や多様性があるという中で、今、グローバリゼーションとか外来種の問題でこのダニの固有性や多様性自身も危機的状況にあるのですね。【スライド 41】



【スライド 42】

これはハダニなのですが、先ほど出てきた農業害虫で私自身が学生から会社時代に研究したのも、実はこれにも固有性や多様性がある、それがす



【スライド 43】

ごく危機的状況にあるという現実があります。その1例として、このナミハダニ、ハダニの一種で世界的な重要害虫なのですが、これにはカラータイプが二つあって、赤色型と緑色型があります。遺伝的なスペシエーションが進行中の段階であると言われる珍しい種内変異なので、これに興味を持って、その種内変異の分化の程度を調べようということで、日本じゅうとあとヨーロッパからこの赤ダニ、青ダニを集めてDNAを調べるということをやりました。【スライド 42】【スライド 43】



【スライド 44】

その結果、このような系統樹ができて、赤ダニのほうから青ダニが分化して派生しているということがわかって、まあ恐らく色素が抜けてしまったのであろうということがわかったのですが、ここで注目したのが、日本国内にもかかわらず赤ダニの遺伝的分化が異常に激しいということが、むしろ気になったのです。むしろ別種レベルまで分化してるぐらいあると。これはどうしたことかと。こんな狭い日本で遺伝子交流も激しいのに、こんなに分化してるのはおかしいということで、特に分化の激しいのを調べてみると、寄生植物が全部カーネーションだったのです。

カーネーションという特異的に寄生してるのだったら、むしろ遺伝的に単一であればいいのに、なぜカーネーション寄生でこんなに遺伝子のバリエーションがあるかということ調べてみると、実はカーネーション

というのは日本国内で栽培しているのではなくて、苗を海外で栽培したものを輸入して、それを育てて切り花として販売してる。実際その輸出元というのが、ありとあらゆる国にあるわけです。それぞれの地域にナミハダニがすんでるから、これが持ち込まれてあれだけ遺伝的に多様なナミハダニが、実は日本国内にいるということがわかったのです。

実際農家さんにヒアリングして、それぞれのカーネーション農家でどこからそのカーネーションを買っているかを見たら、これだけいろんな国から実は買っていて、このように遺伝的分化の激しいところのダニというのは、もうほとんど全部海外産だったのです。明らかに海外から持ち込まれた。

でも、さらに困ったことは、要するにこれは害虫ですから、薬剤の感受性が実は違うのですね。こういう殺ダニ剤をぶっかけたときの死亡率が、グリーン型はほぼ遺伝的に単一なので、速攻全部死にます。あとは日本でメインにいる赤色型の単一系統も大体死にます。ところが外国から入ってきてる連中は、もう全然効かないのです。最初から抵抗性の遺伝子を持っているのですね。あれだけ遺伝子のバリエーションがあってあれだけ広く分布していれば、こういう遺伝子を持っている集団なんてのはいるわけで、そういうものも輸入されてしまっているということがわかりました。【スライド 44】

World Trade Organization : WTO
世界貿易機関
153の国と団体が加盟

- 自由貿易の促進を主たる目的とする
Main objective is promotion of free trade
- 貿易に係る国際紛争を処理する
Conducting international disputes for trade
- モノの貿易だけでなく、サービスや知的所有権を含めた世界の貿易を統括する機能を持つ
Unifying international trade not only of materials but also of services and intellectual property rights.

【スライド 45】

ところがこれは害虫なので、本来なら植物検疫でひっかかっているはずなのです。本来それぞれ焼却処分を受けなくてはいけないのに、何でこんなにじゃかじゃか入ってきてるのかというのを調べてみると、実は今、WTOという世界貿易機関がワールドトレードフリーを目指していて、その一つの一端がTPPもあるわけですが、そういった中で、この自由貿易を推し進める、この機関が実は農業害虫の輸出入の自由化までも進めているという事実があります。【スライド 45】

それが何でかという、先ほど言いましたようにナ

2004年WTO裁定
2004 WTO decision
ナミハダニはCosmopolitanであり、日本にも生息していることから検疫の必要は無い！
There is no need for restriction because the mite is cosmopolitan and actually exists also in Japan

ナミハダニが寄生しているが検疫は必要ない
Restriction of 2004 WTO

ニュージーランド

【スライド 46】

Nowadays, Plant Protection of Japan has released the regulations for introduction of plant pest species, one after another...

現在、植物防疫法では次々に害虫種が植物防疫措置の規制対象種から解除されている。

【スライド 47】

Notification of revision of the Plant Protection Law
輸入植物検疫の見直しのための植物防疫法施行規則の一部改正等について
平成23年8月7日
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries 農林水産省

農産物貿易の多様化や国際流通の迅速化などに伴い、
We changed the quarantine system for agricultural pests in accordance with globalization.

より一層推進することを目的に、平成23年9月1日に「植物防疫法施行規則」の改正等を行いました。

我が国に侵入した場合に国内農業に大きな被害をもたらす可能性のある病害虫を検疫の対象としてリストに明示します。
一方、国内に広く分布しており農林業に新たな影響を及ぼさないものは、
We removed the conventional "White List System", and newly adopted "Black List System" for Plant Protection.

その特徴や危険度に応じ、輸入禁止の対象とする地域及び植物の見直しを行う、輸出国に対し検疫措置（栽培地検査、熟処理及び精密検定）を新たに要求するなど、適確な植物検疫措置を導入することにより、輸入植物検疫を強化します。
このような輸入植物検疫の見直しにより、国内農林業に大きな被害を及ぼす可能性のある病害虫の侵入をより適確に防止します。

【スライド 48】

ミハダニはもともと輸入禁止になっていたのです。ところが、2004年にアメリカから輸入されたリンゴにナミハダニがついてきたので焼却処分を出したら、アメリカ合衆国が激怒りまして、WTOを通じて日本を訴えてきました。どういうことかということ、ナミハダニは日本にも生息しているのだから検疫するのがおかしいという言い分だったのです。そしたら負けてしまったのですね、これが。見事に敗訴しまして、日本はこれでナミハダニの検疫を撤廃しなければいけなくなって、ナミハダニは輸入自由になってしまったのです。

これは非常に矛盾してます。先ほど言いましたように同じナミハダニって、形は同じかもしれませんが持っている遺伝子は全然違うし、薬剤感受性も違うのが、今、

輸入自由になってると。ところが皆さんが知らない間にこういったことがじゃんじゃん進んでいて、今や農業害虫は輸入自由化がどんどん推し進められています。

【スライド 46】 【スライド 47】 【スライド 48】



【スライド 49】



【スライド 50】

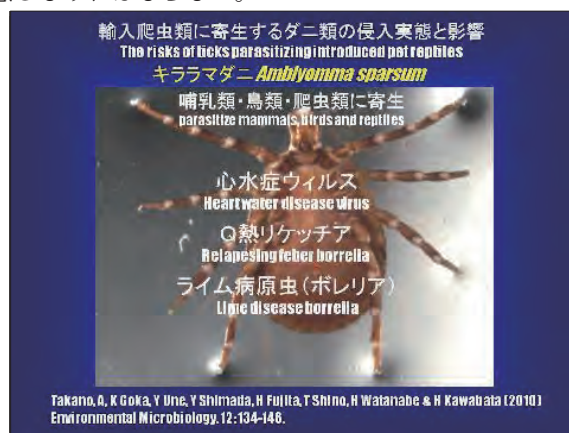
とうとう去年の春、植物貿易法も改正されて、ホワイトリスト方式からブラックリスト方式に変えるということが勝手に決められてしまったのです。これはどういうことかという、ホワイトリスト方式というのは原則全ての害虫、まあ植物、植昆虫、あるいは植物に絡む生き物は全部禁止なのです。というか、生きてる虫は全部だめだったのです。それで安全だと思われるクワガタやカブトぐらいならいいかというふうに、安全だと認められるホワイトリストのみが輸入できるという、これがホワイトリスト方式だったのです。だから極めて厳しい規制だったのに、今度、ブラックリスト方式にするというのは、これは今、外来生物法と同じシステムなのですが、原則審査されるまではすべての種が輸入できると、審査して危ないと言われるものだけが輸入禁止になるから、そのリストに載ってない、つまりブラックリストに載ってないものは全部輸入が自由になってしまう。この方式に変えるということは、つまり、リリースされる率が高くなってしまったのです。本当に危ないと言われるもの

けリスト化しますということになったので、今やほとんどの農林害虫が輸入が自由になってしまっているという現実があります。【スライド 49】 【スライド 50】



【スライド 51】

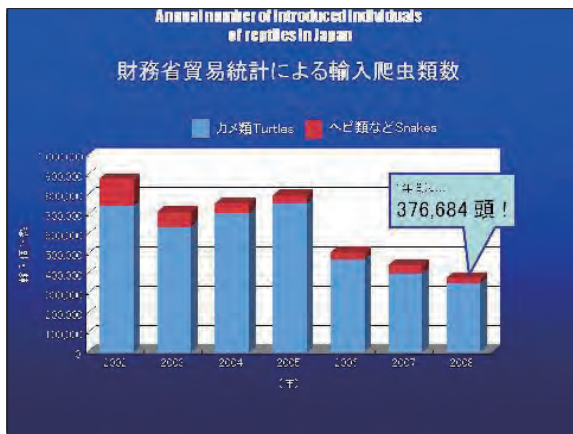
ということで、今後、今話題になってるTPPも、これからどんどん震災の復興も進む中では、いずれこちらのほうの議論も進むことになって、某大臣は第3の開国とかいって言ってますけれども、開国するたびに外来種がふえるわけですから、本当の意味で多様性を守るということを考えると、これからのこのTPPの議論というのは生態学や、そういったこちらで言っている、そういう動物衛生学という観点からも十分注意しなければならない。【スライド 51】



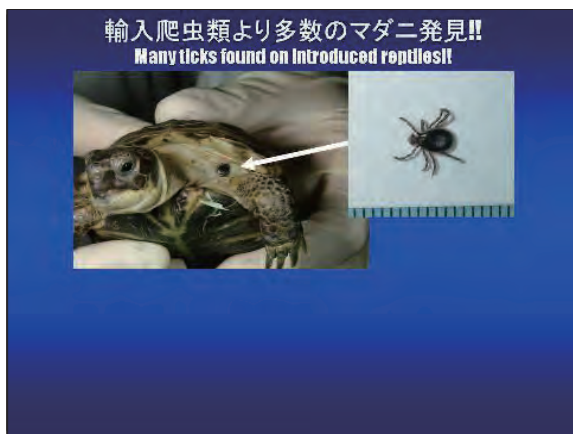
【スライド 52】

その一つのまた事例として、輸入生物が持ってくる、今度、危ないダニの話をしてみたいと思います。これまでの話はどちらかといったら人間の健康とかにも余り関係のない、ほんわりした話なのですが、これはマダニです。先ほどから何回か講演の中でも出ております吸血性のダニですね。これはいろんな病気を媒介します。ズーノーシスをもたらしてしまう怖いやつなのです。【スライド 52】

こういった中で心配されるのが、爬虫類もペットとして大量に輸入されていて、それがほとんど野生のものなのです。そうすると、こういうマダニがくっつい



【スライド 53】



【スライド 54】

てくるのではないかということ。さらに困ったことに、厚生労働省のほうの感染症法とか、そういった法律で、あるいは動物検疫で検疫を受けるのは温血動物だけなのです。こういう爬虫類とか両生類は一切検疫を受けずに入ってきてるということで、心配になったので、プロジェクトで感染研の川端先生にも共同になって調べていただいたら、案の定くっついてきてるわけです。カメにもこうやってキラマダニがくっついてきてますし、そのほか調べてみると、輸入爬虫類にじゃんじゃんダニがくっついて入ってきてるというのがわかります。【スライド 53】【スライド 54】

病原体検査
1. PCR / Cultivation: Imported wild reptiles from foreign countries

TICK ID	TICK SPECIES	HOST	IMPORTED FROM: Country	EXAMINATION METHOD	PCR	CULTURE	PCR	PCR	PCR
BT1	<i>Haemaphysalis</i>	<i>Agkistrodon</i>	Japan	MT	MT	+	-	-	-
BT2	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Russia	MT	MT	+	-	-	-
BT3	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Russia	MT	MT	+	-	-	-
BT4	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT5	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT6	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT7	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT8	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT9	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT10	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT11	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT12	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT13	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT14	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT15	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT16	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT17	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT18	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT19	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-
BT20	<i>Acari</i>	<i>Agkistrodon</i>	Thailand	MT	MT	+	-	-	-

2. PCR / Cultivation: Wild reptiles before exporting from foreign countries
Coinfection (*Borrelia/Rickettsia*): 5/18 (27.8%)

TICK ID	PCR	Culture	PCR	Culture	PCR	Culture	PCR	Culture
BT18 to BT22 (5 ticks)	+	+	+	+	+	+	+	+

【スライド 55】

しかも驚いたことに、輸入国がすさまじいんですね。スリランカとかタンザニアとか、もうとてつもない野生の王国から輸入されていて、あとスリナムなんて国、どこにあるか皆さん御存じですか。これは南米なので。僕、すっかり東南アジアかアフリカかぐらいと思ってたら、地理の勉強にもなるぐらいいろんなところから輸入してるというのがわかって、心配なのはこういったダニの体内に何か変なもの入ってるのではないかとということで、それで感染研のほうで調べてもらったらポジティブが出たのです。



【スライド 56】

何が出てきたかというボレリアです。非常に人間に対してもいろんな病気をもちますやつですが、こういったものが見つかったので、そのボレリアの遺伝子そのものを調べて系統樹をつくってみると、このボレリアそのものはライム病病原体群と、それから回帰熱をもちます群があるんですね。こういう情報はもうすぐ充実してるので、それと合わせて系統樹を書いたら、この新しく見つかったボレリアはどちらにも入らなかったのです。全く新しい型のものとして見つかったんですね。だから病原性も何もわからない状態になっていて、しかも困ったことに分離培養もまだうまくいってないから、リスク評価もまだできてないという非常に危険な状態にあるということで、いろんな意味で動物をペットにするとか、あるいはそういうフリートレードという中では、こういうリスクもあるということでは十分考えていかなければいけないだろうということです。【スライド 55】【スライド 56】

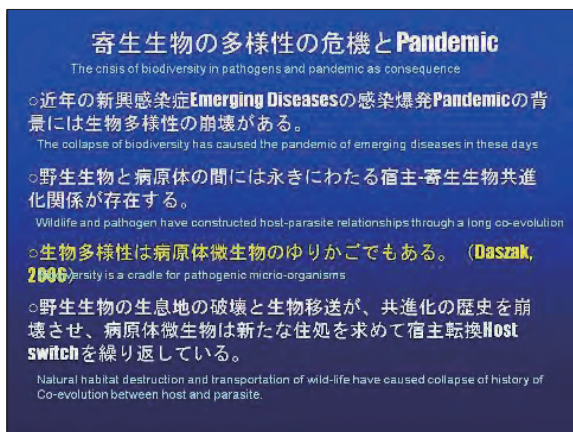
今、僕自身も研究のテーマとしては、今まで外来種という目に見えるでかいやつばかりが対象だったのですが、これインビジブル・インビジベリアンズ、目に見えない外来種の問題というのにも注目してます。そのきっかけになったのがカエルツボカビと言われる病気、聞いたことありますか。アンフィビアンのエマージング・ディゼーズです。……、ばあっと世界じゅ



【スライド 57】

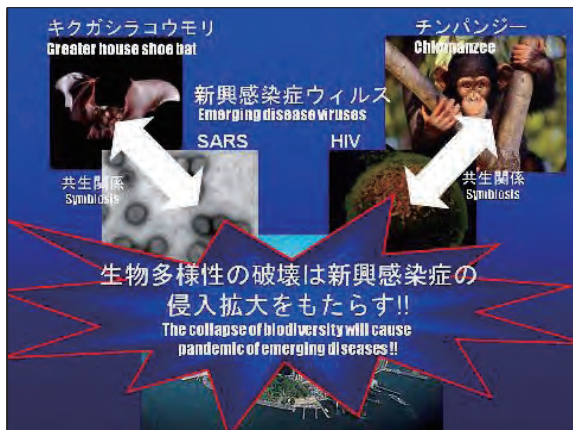
うに広まっているんなどこでカエルを絶滅させて、数年前に日本にも上陸したとって大騒ぎになった。カエルが大嫌いだったけどやむを得ずこの仕事をやった結果が大変衝撃の結果だったのですが、きょうはもう時間がないのでここではお話しできません。また来年お話しさせていただければと思います。これも衝撃の結果ですので、ぜひ期待していただければと思います。

【スライド 57】



【スライド 58】

そういった中で、先ほど村田先生のほうからも冒頭であったように、こういったエマージング・ディジェーズはほとんどズーノーシスであって、何でこんなものがばんばん今、出てきているかという、やっぱり生物多様性をぶっ壊してるからだ。【スライド 58】



【スライド 59】

もともと寄生生物と宿主、宿主生物、長い進化の果てに実は落ち着いた安定状態を築いてきてるわけですね。その揺りかごで回る生物多様性というものを、病原体生物にとっても揺りかごでもある生物多様性を人間が破壊してしまってることに進化の歴史の崩壊があって、共進化が崩壊したところでパンデミックが起きているという現実があるわけです。代表的な新興感染症として、例えばSARSとかHIV、エイズなんかあるわけですが、これももともとを正せばキクガシラコウモリとか、カメルーン西部のチンパンジーに起源を發して、そういうところではおとなしいウイルスとして生きてたはずなのです。それがエマージング・ディジェーズになったのは、人間が生息地ごと、宿主ごとこれを破壊したことによって、ウイルスそのものも生き残るために必死に進化して、目の前に70億という人口を抱えた人間に乗り移ろうと、今、一生懸命努力してるわけですね。で、もう都会のジャングルにやってきてるわけです。

ここで肝心なのは、これまでの共進化の歴史のルールとしては、それでやってきたウイルスにかかって死ぬやつは死に、生き残ったやつが次世代を残すということで抵抗性を持った新人類が生み出されて、それで共生関係に入れるのに人間はそれを拒否するわけです。抗ウイルス薬を使ったり、いろんな薬剤を使うなどして、何が何でもウイルスを封じ込めようとするものだから、ウイルスもそれにまた対抗してどんどん進化を続けるという、あくなきウイルスと人間との戦いが続いていて、人間だけが要するに進化のルールを破ってるというわけですね。この戦いにはいつか、でも敗れる可能性が高いですね、ウイルスの進化を考えると。

だから、そういう意味でこの戦いをやめたかったら、人間自身がもうこれ以上、生物多様性には近寄らないことが大事です。自然共生とはよく言われるのですが、ペット可愛がるみたいによよして動物をなめ



てチュウしたりとか、あれが自然共生ではないのです。あれをやると病気になって死ぬ人のほうが多いわけで、もう人間は裸の猿としてコンクリートジャングルにしか生きられない生き物として、もう生きてきて進化してきてるわけですから、自然共生とは何たるかといったら、やっぱり野生の世界と人間世界をどうゾーニングして、うまくその機能を、ファンクションを分け与えてもらえるかという、そういうことが大事なのですね。

そういった意味で生物多様性を守るという、もう一つの重要な意味や、こういった新興感染症の拡大というものを防ぐという意味もあるのですよということで、目に見える生き物、美しい生き物だけが生物多様性ではありません。目に見えない、こういったパラサイトにも多様性があると。そういった意味で、ぜひダニにも愛の手を差し上げてくださいということです。

長くなりましたが、以上で講演を終わらせていただきます。ありがとうございました。【スライド 59】



【スライド 60】