

蚊が運ぶ病気と生態系の構造

Structure of Animal Communities and Transmission Dynamics of Mosquito Borne Diseases



国立感染症研究所 昆虫医科学部第一室 室長・津田 良夫

Yoshio TSUDA, Chief, Laboratory of Taxonomy and Ecology, Department of Medical Entomology, National Institute of Infectious Diseases (NIID)

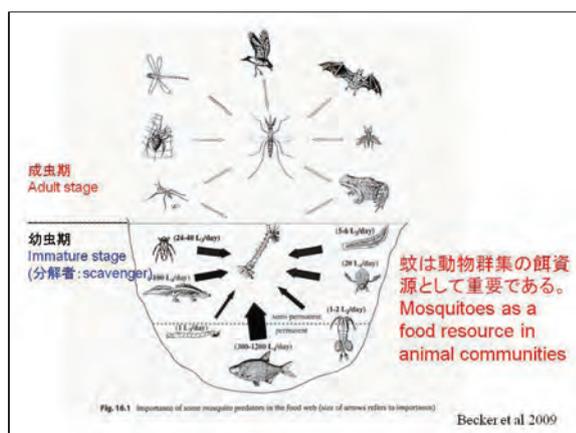
○津田先生

感染症研究所の津田と申します。

村田先生に紹介していただきましたように、私はもともとは人の病気をうつす蚊の研究をしています。ただ、今のハフマン先生とは猿のマラリア、それから村田先生とは鳥のマラリアというふうに、動物のマラリア、特にマラリアの媒介をする蚊の研究でも御一緒することがあります。



【スライド 1】



【スライド 2】

きょうは特に蚊というと皆さん、血を吸われてかゆい思いをして、しかも病気もうつすということになると大体嫌な虫というイメージがあると思うのですが、もう少し蚊のことをよく理解していただいて、しかも、すべての蚊が病気をうつすわけではないので、蚊が病

気をうつす仕組みのこともある程度理解して、その上で今度、人も含めた動物の群集の中で蚊がうつす病気がどうやって広がっていくのかという、そういうことまで理解すると、恐らく初めに村田先生がおっしゃったような、病気はあるのだけれども、それが非常に大きい問題にならない、そういうふうな生態系というのが何とか実現できるのではないかと、そういうふうなお話をさせていただきます。

内容的には、村田先生が初めに御紹介された希釈効果、ダイリュション・エフェクトと言いますが、希釈効果の内容に近い話になります。

まず1番初めに、私が受ける質問の中に、蚊というのは何かいいことをしているのですかと、結局いてもいないほうがいいのではないかと、そういうふうなことをよく言われるわけです。確かにそういう悪い面ばかり我々は見ているわけですが、よくよく見てみると、これは蚊についての教科書からコピーしてきたのですが、ここにボウフラがいます。

この模式図は恐らく水田をイメージしていて、多分ほとんどの方はそういう経験がないと思いますけど、田んぼにいて田植え直後ぐらいつと調べていくと、このボウフラはたくさん出てきます。田んぼというのは、特に東南アジアから日本、東アジアですね。田んぼ、稲作をやっているところではボウフラ、蚊の発生源としては一番重要なのですね。

ただ、そうは言うものの、田んぼの中にはいろんな生き物がすんでいます。特にボウフラをとってますと、6月の梅雨の時期なんかには、こういう要するに稚魚、卵が産まれたメダカとか、あるいはフナとかドジョウとか、ああいう稚魚がたくさん出ます。その稚魚のえさは何を食べているかというと、かなりボウフラを食べてるわけですね。ボウフラも、小さいサイズのボウフラはミジンコなんか食べたりもします。それからほかの昆虫が食べる、えさにしているものもありますね。発生する数が非常に多いので、かなり重要なえさ

資源になってるだろうというふうに言われてるわけ
す。【スライド 1-2】



【スライド 3】

それから、親になってからも、我々のところに血を吸いに来ますので、そういうことばかりイメージする
と思いますけれども、実は、例えば鳥のえさになって
たりコウモリのえさになってたり、あるいはカエルと
かクモとか、あるいはトンボとか、昆虫を食べるいろ
んな生き物がありますので、そういう天敵のえさになっ
てるという意味では非常に重要なもので、このポウフ
ラ自体は、ここも書きましたけれども、田んぼでした
ら田んぼの中に、水の中に入っている稲のわらを食
べて分解してくれる。そういうスカベンジャーとしての
役割をしてるという意味で、やはり生態系の中にいな
いとなかなか困る、そういう生き物です。

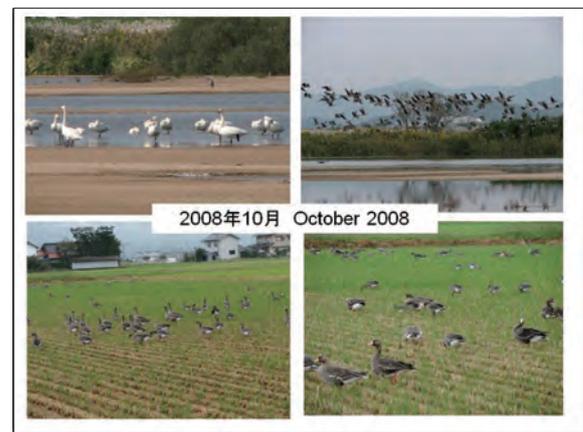
ただ、田んぼだけではなくて、蚊というのは全世界
で3,000種ぐらい知られてます。日本国内でも120種
類ぐらいの蚊がいるわけですね。いろんな種類がある
ということはいろんなところにポウフラが発生します。
その話を次にします。【スライド 3】



【スライド 4】

さまざまな生息場所を利用してるということですが
けれども、きょうお話するのは、出雲の水田地帯でや
ったデータをちょっとお見せしたいと思います。

出雲、皆さん、御存じだと思いますけれども、この



【スライド 5】

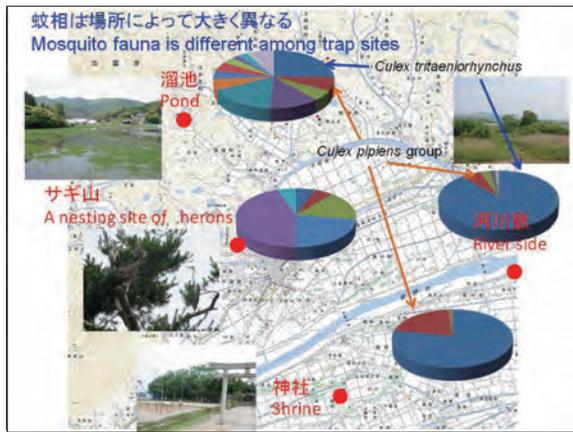
辺ですね。宍道湖があって、ここにまとまった水田地
帯があります。【スライド 4】

なぜこの地域を選んだかと言いますと、これは調査
した年の10月に写真を撮ってますけれども、ここは水
鳥が非常にたくさん飛来してくることで有名です。こ
れは冬鳥ですけれども夏には夏鳥が渡ってくる。そう
いう渡り鳥の来る場所というのは、鳥が感染をして何
かの病気になって、その病気になった鳥が飛んできて、
その鳥から、例えば蚊が血を吸って、その血の中に病
原体が入っていて、鳥を経由して蚊が病原体をもらっ
て、その蚊がもらった病原体が人間に来るという。そ
ういう一つの感染のルートというのが考えられるわけ
で、そういう危険性がどれぐらいあるかというのは、
これは私の本職のほうの仕事で調べたいということで、
いろんなところの渡り鳥が来る場所で蚊を調べてます。
これも出雲はその一つですね。【スライド 5】



【スライド 6】

ちょっと図が小さくて見えにくいですがけれども、こ
れは地形図でこの碁盤の目のようになったところ、こ
こが田んぼですね、水田地帯です。田んぼは当然水
を使いますので河川がありますね。ここの出雲の特
徴は、背後に丘陵地がありますけれども、こういうふう
にちょっと青い色のついた点々と小さい池があります。
これはため池で、今も一部使ってますが、昔はこのた



【スライド 7】

め池から水を引いて稲作を行ってたわけですね。今は別の水を供給するシステムがあるところもありますので、ため池の中にはもう使われていないものもあります。使われてないところはほとんどケアをしませんので、ボウフラが発生するようになります。こういう水があるところには、これは一つため池の写真ですけれども、ボウフラが発生するというので、こういうところに場所を選んで、そこで蚊をとってるわけです。

そういう丘陵地、それからもう一つは川の河川敷ですけれども、河川敷の中に少し木が生えているようなところがあると、こういうところを調査場所にします。

それから水田地帯の中、田んぼの中ではちょっと蚊をとるのは難しいので、大体集落があると神社があって、神社にはこういうこんもりしたところがありますので、そういうところにトラップを仕掛けて蚊をとります。【スライド 7】

この出雲のもう一つのおもしろい調査地としては、このサギ山と言われますけれども、夏にメインにはサギが多いですけれども、何種類かの鳥が集団で巣をつくってたくさんの巣が同じ場所にできる。そういうサギ山って普通に呼ばれる場所があります。たまたまサギ山がここにあるということを教えてもらいましたので、そこで採集をしてみました。



【スライド 8】



【スライド 9】

出雲のサギ山で行った捕虫網採集の結果
Results of sweeping collections of mosquitoes at a nesting site of herons at Izumo

Species	満腹 full	部分的 partial	消化 half gravid	卵保持 Gravid	未吸血 unfecl	小計 半TTL	小計 のTTL	総計 Total
1. <i>Ae. albopictus</i>		4			40	44	15	59
2. <i>Oc. japonicus</i>			2		44	46	10	56
3. <i>Ae. flavopictus</i>	1	2			15	18	22	40
4. <i>Cs. pip. gr.</i>	8	1	11		6	26	2	28
5. <i>Cs. infumatus</i>	1		2	1	11	15	9	24
6. <i>Dr. varoscena</i>			7	5	3	15	8	23
7. <i>Ae. vexans</i>				3	10	14	14	14
8. <i>Tr. bambusa</i>	1				4	4	8	12
9. <i>Ar. subulatus</i>					4	4	5	9
10. <i>Cs. bitaeniorhynchus</i>		2	1		2	5	1	6
11. <i>An. sinensis</i>			1		1	2	3	5
12. <i>Cs. (Culisomys) sp.</i>					3	3	1	4
13. <i>Cs. orientalis</i>		1				1	1	2
14. <i>Cs. rubithorax</i>					2	2		2
15. <i>Cs. hawaii</i>							1	1
16. <i>Cs. tritaeniorhynchus</i>					1	1		1
Total	12	9	24	9	146	200	86	286

【スライド 10】

きょう、自分のスライドをしげしげ見て気がついたのは、蚊の話なのに蚊の写真は一切出てこないのです、なぜか。ただ蚊のことを言っても、余り蚊の名前に煩わされてほかのことがわからなくなってしまうだろうということもあって。それ以外に、もっと別に示したいことがあったからということも大きいのですが、ここでは2種類ちょっと話をします。

これはコガタアカイエカという種類で、これは日本脳炎の媒介蚊です。日本では一番、日本脳炎というのは問題になってる病気。今はほとんど患者はいませんが、一応患者は何人か出ますので問題になる。この蚊は、これが池の周りですとったとき。これは何を示しているかということ、色が違うと、それは蚊の種類が違うということです。いろんな種類がいるというのはある程度わかりますね。コガタアカイエカは4分の1ぐらいですね。これは神社ですとったものですが、神社の場合は色が3種類ぐらいしかありませんね。ですから蚊の種類が非常に少なく、コガタアカイエカが4分の3ぐらいを占めているという。河川敷になると少しほかの種類が出るけれども、やっぱりコガタアカイエカがすごく多いとか、こういうふうな場所が違るととれる蚊が違うのです。

それは恐らく、どういうところに蚊が発生するかということもありますけれども、それ以上に、いろんな蚊によって動き、行動が違ってくるので、蚊にとって都合のいいところ、住みやすいところへ、やはりそれぞれの種類が住んでいるということがわかってきます。

では、サギ山ではどうなのかということで、サギ山のデータをちょっと見てみます。まずサギ山の紹介ですけど、このサギ山はそんなに大きいサギ山ではないのですけれども、調査の初めのときに地元の方に伺ったら、たしか昔、あそこにあったと言って聞いて、そこへ行くのですけど、大体まずにおいがきつい。ふんをたくさんしますので、においがきつい。それからうるさい。ぎゃあぎゃあ言いますので、うるさいというので嫌われ者なのです。大体足場の悪いところに集まっているわけですけど、ここはまあまあ何とか少ない数でしたけれども、まとまった形のサギ山だったので、ゴイサギとか、あるいはコサギとか、それからアマサギなんかが集団で営巣をしてました。

このサギ山の下、これちょっと白っぽく写ってるのはふんなのですけれども、ふんがあちこちに落ちてますが、こういうふうな下草のところ、あるいは、これはちょっと写真が悪いですが、少し土がえぐれたようなところを虫取り網ですうっとすくっていくと、こういう動物から血を吸った蚊がとれます。

それから、これは別の、次の年に徳島県に行ってるのですけど、徳島のやっぱりサギ山、これはすごく大きいサギ山で、こういうふうにかかもってしてるの、これが全部巣です。2メートルぐらいの位置から5メートル、6メートルぐらいの位置まで巣がありまして、これは2メートルぐらいのところの巣で、もうこの辺にあったのですぐ写真が撮れたのですけど、こういう位置に巣をつくるわけですね。たまたまそのサギ山の中に倒木があって、倒木のこの枝のところたくさん蚊がとまっています。それを丁寧に集めてくるわけですね。

これがサギ山でとった、ここもまた種類が出てきますが、これは別に種類のきょうはお話はしません。とにかく16種類ぐらい蚊がとれたということですね。見ていただきたいのはこの赤いところで、これが血を吸っていた蚊です。これは満腹とか部分的と書いてありますけど、御存じのように蚊がばんばんに血を吸うと、おなかがすごく大きくなりますね。あれがこの満腹というやつです。部分的、パーシャルと書いたのはほんのわずかに吸っていて、ちょっとだけ吸って、その後、多分鳥が動いたかなんかでもうやめちゃった、そういうふうなものもあります。それからおなか、半分血液があっ

て半分消化されてる、半分消化されると消化をしながら卵をつくっていきますので、卵が半分おなかの中にでき上がってる、そういう状態のもの。それから全部消化し切って、もうばんばんにおなかの中に卵がいっぱい入っている、そういうふうな状態のもの。それから、全く血を吸っていないおなかがぺちゃんこのもの。いろんな生理的な状態が違う蚊がとれてきます。

【スライド 8-10】

吸血動物の同定結果 Feeding pattern of mosquitoes collected at a nesting site of herons at Izumo: Results of blood-meal identifications

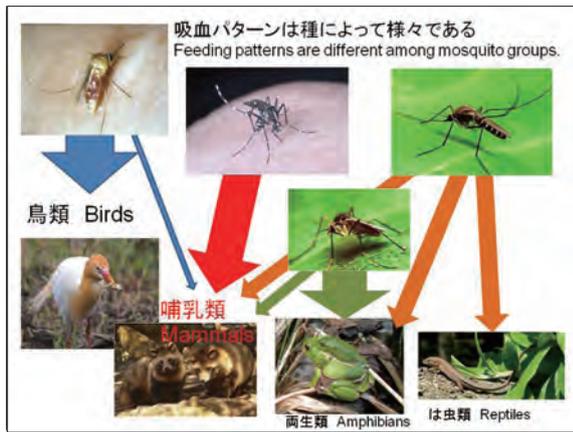
Blood source animal	Aedes										Total
	Asian	Indo									
<i>Aedes japonicus</i> 54% (コサギ)	5										5
<i>Aedes albopictus</i> 54% (タイサギ)	3										3
<i>Bodophilus</i> sp. (アマサギ) 100%	3										3
<i>Aedes sinensis</i> 99% (アサギ)	2										2
<i>Aedes albopictus</i> 94% (コサギ)	1	1									2
<i>Bodophilus</i> sp. (アマサギ) 95%	2	2									4
<i>Egretta asiatica</i> 97% (カサギ)	1										1
<i>Passer montanus</i> 100%	1										1
<i>Homo sapiens</i> 100% (人)	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	7
<i>Sturnella</i> sp.				1							1
<i>Nyctereutes procyonoides</i> 98% (コウモリ)				1	1						2
<i>Cervus japonicus</i> 100% (ニホンジカ)						1					1
<i>Bos taurus</i>							1				1
<i>Apodemus ssp.</i> 99% (アナネズミ)				1							1
<i>Rhacophorus sibilans</i> 96% (ニホヒゲトカゲ)								13	2		15
<i>Triturus cristatus</i> 95% (カサガエル)									2	1	3
PCR	4	1	1	9	1	1	1	1	1	1	17
合計	23	3	1	4	3	1	2	24	6	1	69

【スライド 11】

きょうの話、メーンはこの血液を持つて蚊の分析です。この後、私自身はそういうことができないので手伝ってくれる人に頼んで、蚊のおなかの中に入ってる動物の血液をとって、そこからDNAを抽出します。DNAの塩基配列を調べて、塩基配列の似てるものを調べていくと、例えばこの蚊はどの動物の血液を持つてるかということはわかるので、吸血源になった動物の種類がわかってきます。そういうふうなことをやってもらいます。

これが出雲でとったデータで、こちらに、これは吸血源の動物として見つかった種類を並べました。こちらは蚊の種類です。ここには初めのこの薄い緑で囲んだところ、ここは鳥です。ダイサギとかアマサギとかチュウサギとかという鳥、ここはサギ山です。サギが多いですけれども、スズメなんかを吸ってるものもいます。それからここは哺乳類でタヌキ、これニホンジカというのが出てくるのですけど、まああの辺だったらいるのかなと思ってますけど、それからネズミとか哺乳類がいる。それから青ガエル、カエルですね。それから一番下はカナヘビです。【スライド 11】

こういうふうには鳥から始まって爬虫類まで、いろんな種類の動物を吸うわけですが、今度、蚊のグループもいろんなグループに分かれてまして、まずこれ赤いグループはイエカといってるグループです。こういう一番皆さんがなじみが深い、夜、耳元に来てぶ

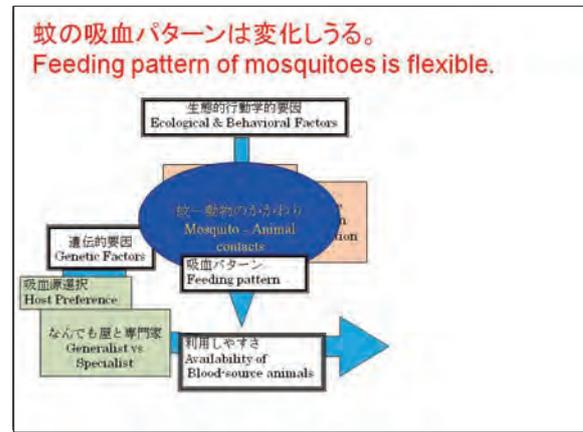


【スライド 12】

うんという、刺されてかゆくて目が覚めるという、あのたぐいの蚊。これがこの赤いところで、彼らはほとんどが鳥を吸います。鳥を嗜好性が強いグループですね。次のグループは、これがヤブカといいますけれども、ここでもそうですけど、公園に出かけて木陰のベンチに夏に座っていると、すぐに蚊に刺されますね。あの蚊がヤブカです。これはもうほとんど哺乳類しか吸いません。これチビカというのですけれども、これは普通の蚊よりも二回りぐらい小さめの、まあちびだ、チビカと言われるわけですけど、これは特にカエルが好きなんです。なぜかカエルを吸う種類で、このサギ山でもこのチビカが結構とれて、楽しみにしてたのですけど、やっぱりカエルを吸っておりました。それから、これはめったにないのですけど、このカナ蛇とかトカゲとか、そういうものを吸うグループの蚊もいます。

こういうふうに見てくると、蚊の中にはイエカの仲間のように非常に鳥をよく吸うけれども、部分的に人のような哺乳類を吸う、そういう蚊もいれば、もうほとんど哺乳類ばかり吸ってる種類。それから今のチビカのようにカエルが好きで、たまにですけども哺乳類を吸う場合もある。それから、結構いろんなものも吸うのだけど、げてもみみたいな爬虫類とか両生類、こういうふうなものを吸うような種類もいると。結局、これは吸血のパターンというのですけれども、種によって、あるいはグループによってさまざまではあるのです。ということがわかってきます。【スライド 12】

ただ、これはさまざまであるのだけれども、基本的にはよく似たようなところがあります。まず、吸血のパターンというのはどうやって決まるのかということを考えてみますと、当然なのですけど、遺伝的な要因があります。これはどういうことを言ってるかということ、イエカというのは鳥を吸う性質がもともと強い、あるいはヤブカというのは哺乳類を吸う性質が強い。そう



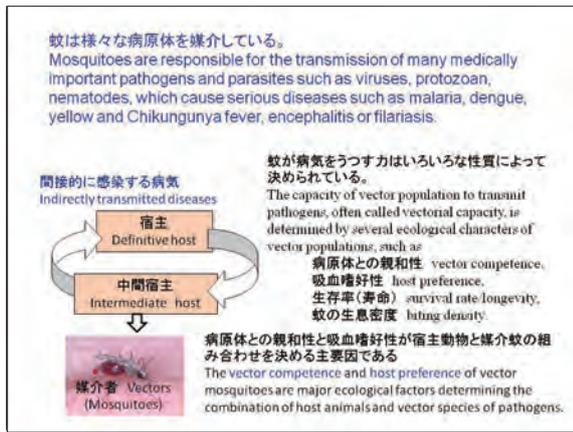
【スライド 13】

いうふうな意味で、遺伝的に決まる。そういう遺伝的なゆえんがあるのです。これは確かなのです。

ただ、それだけではなくて、例えばサギ山でとったらサギをたくさん吸ってましたというのは、ある意味ではよくわかる話ですね。サギがいるからサギを吸ってるわけで、サギがいなければ、サギではなくて別のもも吸うだろうと。鳥がいなければ、ではそこにいた、しょうがないからタヌキでも吸おうかなというふうな形で、いろんな動物がどういうふうな割合でいるのか、それがどういう種類がいるのか。それから蚊にとっては夜どうしてるか、昼どうしてるか。夜に血を吸う蚊もいれば、昼間に血を吸う蚊もいます。種類によって違いますので、そうすると、夜じっとしてる動物を吸うほうが吸いやすいということになりますから、こういう生態的な、あるいは行動学的な要因というのがあって、こういう要因と、それから遺伝的な要因、特にこの生態的な要因というのは利用しやすさ、吸血をしやすいかどうかということが結局決まってくるわけで、こういうことを全部トータルした形として、この吸血のパターンというのは決まってくるのですよというふうに一応理解しています。

こういうふう理解すれば、先ほどのサギ山の結果というのはかなりよくわかるわけですね。このスライドが一番わかりにくいのですけど、今までは蚊の話をしました、ざっとですけど。ここからは、しばらく蚊が病気をうつすという話をちょっとします。それから最後に、群集の中でどうやって広がるかという話なのですけど。【スライド 13】

蚊はいろんな病原体を媒介してます。人の場合ですと、マラリアですとかデング熱とか、あるいは日本脳炎とかですね。動物の場合は、これから出てくる鳥のマラリアとか、あるいは先ほどの猿のマラリアとか、あるいは犬のフィラリアとか、そういった病気を伝搬してます。蚊の病気をうつす力というのは幾つかの性



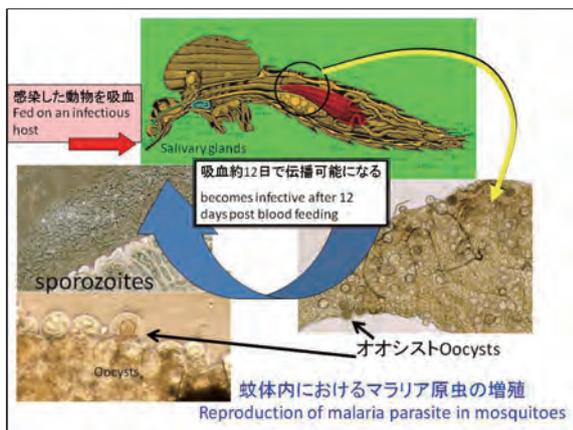
【スライド 14】

質で決まっています。一つは、これ親和性と書きましたけれども、全部の種類が蚊が病気をうつすわけではなくて、例えば日本脳炎でしたらコガタアカイエカが一番よくうつすのですね。ほかの蚊は日本脳炎のウイルスが体の中でふえないのですね。ですから必ず相性があって、この病原体はこの蚊という形の相性があるのだということ。

それから、その蚊がそもそもどういう動物が好きかという、そういう性質ですね。それからどれぐらい長く生きるかというのも、これも重要なことになります。最後はどれぐらいたくさん蚊が発生してるかということ。こういうふうな性質のトータルとして、蚊の集団が病気をうつしていくわけですね。

私が今回特に興味を持っているのは、特にこの病原体の親和性と、それから吸血の嗜好性。この二つが、結局媒介する蚊と、それからその病原体の宿主といえますか宿主になる動物の組み合わせを決めてくることになりますので、この辺が一番興味のあるところです。

【スライド 14】



【スライド 15】

この図も一番わかりにくいのですが、これは、まず1番上の図は蚊の体を縦に半分に分った図です。ここが頭です。これは胸のところ。ここはおなかですね。羽がこの辺についていて足はついてるわけですが、

それはとってしまっています。

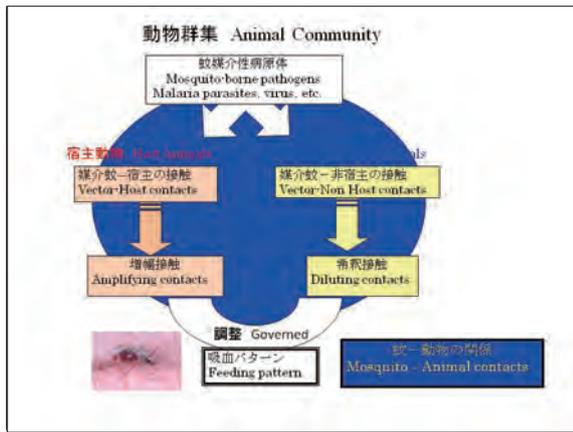
まず、例えばこれはマラリアの話ですので、猿のマラリア、人のマラリアでもいいのですが、マラリアにかかった動物から蚊が意を吸いますね。吸った血は、ここが中腸という腸の部分ですね。この中に血液が入りますね。入ると、その血液の中にマラリアの原虫と呼ばれる病原体が入ってますので、これが中腸の外側に出てきてこぶのようなものをつくります。これはオーシストと言いますが、オーシストの中でマラリアの原虫はどんどん増殖をして数がふえて、あるとき、ぼんっと破裂して中からひも状の、形態がすぐ変わるのですが、ひも状の小虫のようなものが出てきます。これがスポロゾイトと言いますが、これが蚊の唾液腺の中に入っていきます。そうすると、この唾液腺からは吸血するときに唾液が分泌されますので、血を吸ったときに、この唾液の中に入ってきたスポロゾイトというのが一緒に動物の体に入っていく、こういう仕組みで病気がうつるわけです。

ここに書きましたが、蚊が病気の動物から血を吸って、自分の唾液腺のところにスポロゾイトが入るまでに約12日ぐらいかかります。ですから12日生きないとマラリアを伝搬することはできないわけですね。そういう意味で寿命ってすごく重要になるわけですね。

こういうふうなことを経て起こってるわけですが、ここから今度は、では群集の中でどうやって広がるかという話で、一番初めに村田先生が説明された希釈効果とほぼ同じ話になります。

動物の群集というのは、病原体のことを考えると宿主になる、宿主になる動物と、宿主にならない、要するに病気にならない動物がいるわけですね。病気になる動物のほうは、これは蚊がそういう動物から病原体をもらってまた別の動物を刺すと、その動物ではまた病気が起こりますから、ここでは増幅するような効果があります。これはアンプリファイのコンタクトというふうに一応呼びました。要するに蚊と、それから宿主の間で、そういう吸血を通した関係があるということですね。【スライド 15】

もう一方の宿主にならない方の場合は、これはたとえばその蚊のほうで、例えば鳥のマラリアを持っていても、全然関係ないタヌキなんかを吸ってる場合は、全くそこでは病気にならないわけですので、これはむしろこちらの病原体がふえるということに比べると、こちらでは全然ふえませんが、どんどん流行を薄めてしまう、そういう効果があるわけですね。



【スライド 16】

このバランスが結局そこでの流行を、こちらが非常に増幅するようなコンタクトが大きければ流行が盛んになるし、こちらのダイリューションのほうの希釈の効果が大きければ流行は抑えられるという、そういうふうになるわけですね。

ダニと違うのは、ここが蚊の場合は結構自分たちで選んでますので、蚊の吸血のパターンというのが、このバランスを決める上で非常に重要になってくるという、そういうふうなことだろうと考えておるわけです。

【スライド 16】

ここからは、これは猿のマラリアの、もう 50 年以上



【スライド 17】



【スライド 18】

前の論文を読んでまして、これがそういうことだなどと思ったデータをちょっとお見せしたいのですけれども。猿のマラリア、先ほど、ハフマン先生が紹介されたように、結構東南アジアでは最近、問題になってまして、もう 1 回 50 年前と同じような調査が行われてます。これは林の中の大きい木に、プラットホームと呼ばれますけれども、何カ所かこうやって足場を組んで、その中に、これはケージに入れた猿を置いて、その猿を吸いに来た蚊をとるというふうなことをしてます。これは 2007 年のものですが、昔の 50 年前と同じです。同じやり方をしてます。場合によっては人が座ったりするわけですね。【スライド 18】

増幅接触と希釈接触の両方が起きている
Both amplifying or diluting contacts were recognized in primate malaria
(from Wharton et al 1964)

蚊の種類 Mosquito species	マングローブ Coastal mangrove	低地湿地帯 Lowland swamp forest	内陸丘陵地 Inland hills
<i>Euscopteryx</i> sp.			
<i>Anopheles hickeni</i>	15 gut./2 gland/1831		
<i>An. punctatus</i>	1 gut/41		
<i>An. domaldi</i>		2 gut./3 gland/210	
<i>An. intermedius</i>			36 gut./210
<i>An. leucopygus</i>			1 gut./1 gland/281
<i>An. maculatus</i>			8 gut./20 gland/3514
<i>Unbrachis</i> sp.			
<i>An. letyati</i>		8 gut./7 gland/4019	
<i>An. rogati</i>		19 gut./17 gland/373	
<i>An. umbrosus</i>		28 gut./33 gland/7374	
<i>Mansonia burtoni</i>		1 gut./1 gland/831	
<i>Aa. itoys</i>			
<i>Culex annalis</i>		24 gut.R	

増幅接触 Amplifying contacts
希釈接触 Diluting contacts

P. knowlesi, P. cynomolgi, P. coatneyi, P. fieldi, P. gnu Monkey malaria
Plasmodium trugolui, Plasmodium of the mouse-deer
Plasmodium other than primate malaria

【スライド 19】

このデータが私はすごくお気に入りです。これはマングローブの生えてる、要するに海岸線のとこの林でとった、これが蚊の種類です。それから同じようなやり方ですけど、マングローブの背後にある低湿地のところでもとった場合、それから、これはさらにその奥に入ったとこの丘陵地で蚊をとると、当然とれてくる蚊の種類が違ってきますけれども、問題なのは、ここに何が書いてあるかといいますと、ちょっと小さいのでわかりにくいのですが、ガントというのは蚊の中腸にオーシストという丸い球状のものがありました。グランドというのは唾液腺にスポロゾイトがいましたという、そういうデータです。

この赤はここに書いた猿のマラリアの原虫だということがわかってます。これはどういう意味かといいますと、猿でとってますので、猿を刺しに来たこの種類の蚊が猿のマラリアを持ってましたというデータですね。ですから先ほどの説明ですと、増幅するような、そういう接触だということになります。これもそうですね。

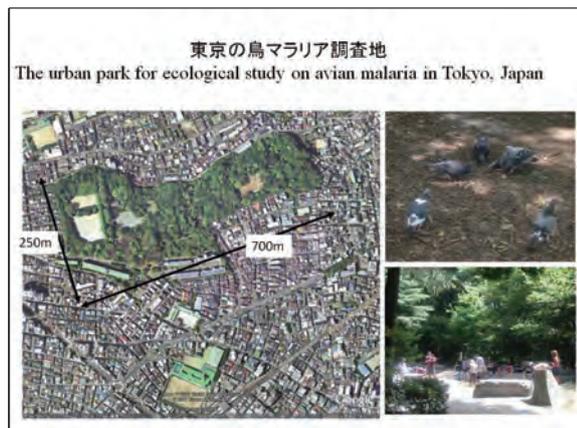
グリーンは何かと言うと、グリーンは彼らが一生懸命調べてわかったのは、このマメジカって、マウスディアという、こういう小さいシカがいて、これのマラリアだということがわかるのですね。

このブルーのところは、これはよくわからない。当時は顕微鏡で蚊の体の中から出てきたものを形態で種類を分けるということはできませんでしたので、今でもできないのですが、どうもでも形を見る限りは全然猿のマラリアではない。私はどうもこの種類を見ると、これは鳥のマラリアではないかなというふうに思ってるわけですが。ここは猿を吸いに来たのだけど、彼らは猿には関係ないマラリアの原虫を持ってましたという意味ですね。ですから、これは全然薄めてしまうようなコンタクトだったということです。

実際にこういうふうなことが猿のマラリアでは知られてるわけですが、我々は鳥のマラリアの研究をしまして、猿のマラリアとかという話になると、どうしても東南アジアとかアフリカとか、我々とは全然生活の違うところで起こってる話のように感じられてしまうと思って。ただ、実際に鳥のマラリアを調べてみると、よく似たようなことが出てくるのですね。ちょっと長くなってますが、その話を最後にさせていただきます。【スライド 19】



【スライド 20】



【スライド 21】

これは東京都の私が調査してる公園で、少し大きめの公園です。たくさん木が生えてまして、こちら辺でいつも蚊をとってるわけですね。こんなふうな草がよく生えてるところで、網を振って蚊をとってるわけで



【スライド 22】

2007年4月から12月に採集された蚊の種類と個体数
A list of mosquito species and the number of blood-fed and unfed females collected during April to December 2007

Species	half				unfed	females	males	Total
	full	partial	gravid	Gravid				
1 <i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	1	2	2	14	14071	14090	2802	16892
2 <i>Ae. albopictus</i>	71	133	236	9	4877	5326	1922	7248
3 <i>Cx. pipiens gr.</i>	91	25	132	75	605	928	1164	2092
4 <i>Cx. sasai</i>	9	1	8	4	54	76	421	497
5 <i>Lz. vorax</i>	2	5	17	6	81	111	155	266
6 <i>Or. anopheloides</i>	1			7	11	21	31	52
7 <i>Ar. subalbatus</i>			2		15	15	12	27
8 <i>Cx. orientalis</i>					14	14	2	16
9 <i>Cx. rubithorax</i>					12	12	1	13
10 <i>Cx. bitaeniorhynchus</i>					8	8	1	9
11 <i>Cx. inatomi</i>					4	4	4	4
Total	175	166	397	115	19752	20605	6511	27116

アカイエカの吸血蚊を分析した
Blood-fed samples of *Culex pipiens pallens* were analyzed.

【スライド 23】

す。これが東京ですけど、11種類も蚊がとれるのですね。中にアカイエカという、この赤で囲ったところ、ここが血を吸ってた連中です。このアカイエカという蚊の血を吸ってた個体を中心に分析をしています。

【スライド 20-22】

そうすると、これはまず血を吸ってなかったやつですけど、血を吸ってないやつでも、ここが鳥のマラリアを持っていた数を書いてありますけれども、大体3%とか5%ぐらいが鳥のマラリアをまず持っています。それから吸血をしていた蚊の場合には、おなかのほうを分析すると18.6%、それから胸、唾液腺にあるだろうと思われるのは3%ぐらいです。ですから、100匹いれば数匹は鳥のマラリアを持っているのですね。そういうふうな状態だということはまずわかります。

【スライド 23】

吸血源の動物を調べてみると、ここ、点線で囲ったところは全部鳥でした。それで一つだけ人のサンプルがあって、220もあって1匹しか人を吸ってないのですね。なおかつ、その上の3種類、ハシブトガラスとズメとシジュウカラ、この3種類が全体で83.4%を占めてますね。この赤で示したところ、これは鳥のマラリアが出てきたサンプルの数で、比率にすると29%とか21%とか40%、こういうふうに、恐らくこの三種類の

アカイエカの鳥マラリア原虫陽性率
Positive rate of *Plasmodium* parasite in unfed and blood-fed *Cx. pipiens pallens*

Specimen	個体数 No. mosquito	陽性数 No. <i>Plasmodium</i> +	陽性率 Positive rate
未吸血蚊 Unfed	643 (71 pools)	33* (22 pools)	0.05(33/643) 0.03(22/643)
吸血蚊 Blood-fed	371	Abdomen 69 Thorax 11	0.186 0.03

(Kim&Tsuda,2010)

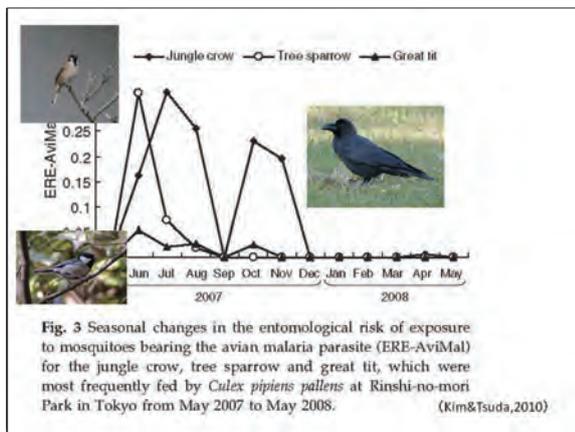
*This was calculated by 22×1.5
 (1.5: a mean number of infected mosquito per positive-pool)

【スライド 24】

同定された吸血源動物と鳥マラリア原虫の検出結果
 Results of blood-meal identification and avian malaria detection (from Kim&Tsuda,2010)

Blood source 吸血源動物	Number of samples	Proportion (%)	No. abdomen with <i>Plasmodium</i>	% parasite prevalence
Jungle crow (<i>Corvus macrorhynchos</i>)	444	64.2	39	29.07801
Tree sparrow (<i>Passer montanus</i>)	117	17.2	1	21.42857
Great tit (<i>Parus major</i>)	10	1.5	0	0
Dusky tit (<i>Parus olivaceus</i>)	1	0.1	0	0
Japan Sparrow	1	0.1	0	0
House sparrow	1	0.1	0	0
One-tailed sparrow	1	0.1	0	0
White-throated sparrow	1	0.1	0	0
Pale thrush (<i>Turdus pallens</i>)	1	0.1	0	0
Other 4 avian species	1	0.1	0	0
Human (<i>Homo sapiens</i>)	1	0.1	0	0
Total	220	100	53	24.9

【スライド 25】



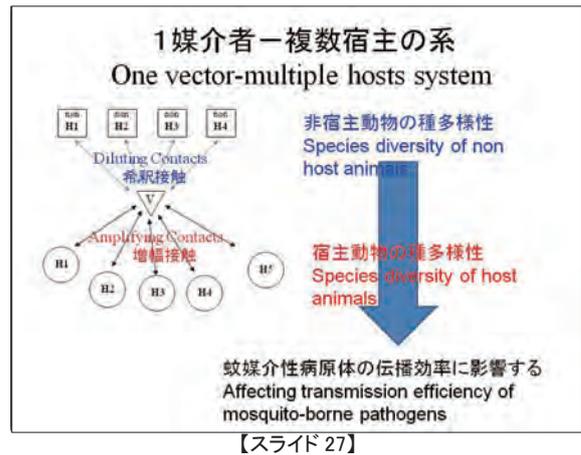
【スライド 26】

鳥が鳥のマラリアの宿主になってると思われるわけですね。そういう宿主になってる鳥から非常にたくさんの蚊が吸ってるとい意味で、ここでは恐らくこっちのアンプリファイするようなコンタクトのほうが非常に多くて、希釈するような効果が少ないのだろうと、そういう状況にあるのではないかというふうを考えておるわけです。【スライド 24-25】

実際には、蚊が吸う鳥の種類というのは季節によって変わります。例えばこのブルーのカラスの比率というのは、5月には低いですが、6月、7月、8月に向けて、どんどんカラスを吸う蚊の数はふえてき

ます。それに合わせるような形で原虫、鳥のマラリアを持っている蚊の比率も変わっていくわけですね。

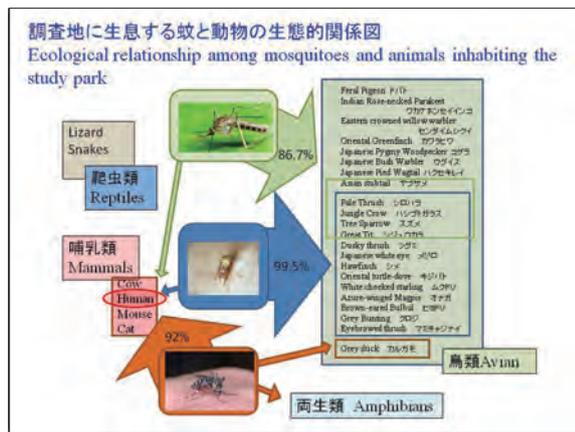
これはそれぞれの鳥、3種類のカラスと、それからスズメとシジュウカラを取り上げてみましたが、縦軸は、それぞれの鳥が鳥のマラリアに感染するリスクだと思ってください。その白丸で書いたスズメというのは、初めの時期にはスズメは結構蚊に刺されるので鳥のマラリアに感染するリスクが高いのですが、夏場になると下がってしまいます。それからシジュウカラというのは、これはいつも少しずつ吸われてるのですが、たくさんシジュウカラが吸われるという時期が余りはっきりしないので、非常に低いレベルでマラリアにリスクがあるだろうと。一番問題になるカラスの場合は、先ほどのシーズンの変化につれて6月、7月、8月にカラスばかり吸うようになりますので、カラスは非常に高い確率で鳥のマラリアに感染するような、そういう時期が出てくる。しかも10月ぐらいにもそういう時期が出てくるというのが一応、我々の調査でわかってきました。【スライド 26】



今、お話ししたのは、もうただ単にアカイエカというのを取り上げて、カラスとかスズメとかシジュウカラという宿主になる鳥がいて、そうでない鳥がいる。一つの媒介者と複数の宿主がいる、そういう場合でした。こういう宿主でない種類を吸えば希釈効果が期待されるし、宿主を吸えば増幅するような効果が期待される。ですから宿主でない動物がどれぐらいいるか、あるいは宿主がどれぐらいいるか、そういうことが全体として病原体を伝搬する効率に影響してるといいうことがわかってきたということですね。

【スライド 27】

ただ実際は、調査地には鳥だけではなくていろんなほかにも動物がいますので、ほかにも蚊がいます。何種類かの蚊を調べた限りでは、やはり鳥をよく吸う種



【スライド 28】

類はある。あるいはこれは今のアカイエカですけれども、もう一つ今度ヤブカの仲間、やっぱりここで調べてもほとんど哺乳類を吸っている。こういうふうにいるんな種類の蚊がいて、いろんな動物がいる。こういうふうなところで、今、私たちがターゲットにしたのは鳥のマラリアですけど、鳥のマラリアがどういう状態で維持されているかということをもっと詳しく私たちが理解できれば、さらに病気というか、野生動物の中で、特に蚊が媒介してる病気ですけども、病気がどういうふうな状態で存在してるかということはおくわかるようになるだろうと考えてます。【スライド 28】

以上です。

