

Untersuchungen über die die Malaria übertragenden Stechmücken "Anophekes" auf der Insel Etajima in Japan : II. Mitteilung

メタデータ	言語: deu 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/38614

Untersuchungen über die die Malaria
übertragenden Stechmücken „Anopheles“
auf der Insel Etajima in Japan.

II. Mitteilung.

Untersuchungen über die Anopheles im Winterschlaf,
von

Kwannosuke Suzuki, Marine-Stabsarzt.

Mit 14 Abbildungen.

In Folgendem teile ich die Ergebnisse meiner die Anopheles im Winterschlaf betreffenden Untersuchungen mit, welche ich vom Januar bis zum April dieses Jahres auf der Insel Etajima in der Provinz *Aki* angestellt habe.

Eine solche Untersuchung ist wissenschaftlich sehr interessant und auch notwendig, da einige Autoren heutzutage noch glauben, dass die Anopheles im Winter sowohl in Japan, mit Ausnahme von *Liviu* und *Formosa*, als auch in den anderen Ländern der gemäßigten Zonen nicht leben können, und dass also die Malaria im Winter nicht durch sie hervorgebracht werden könne. Auch in Europa glauben *Gravitz*, *Hauchecorne* u. a. der Theorie nicht beipflichten zu können, nach welcher auch im Winter die Malaria durch Mücken verursacht wird.

Wir müssen nun, um uns Klarheit über diese Frage zu verschaffen, folgende wichtige Fragen beantworten:

1) Kann der Anopheles während des Winters absolut nicht activ leben, wie man vermutet? Oder erwacht er zeitweilig bei milder Witterung aus dem Winterschlaf?

2) Kann er während der Überwinterung stechen und Blut saugen?

3) Sind die Anopheles im Winterschlaf fähig, die specifischen Parasiten in sich zu beherbergen und so den

Menschen zu inficieren?

4) Wie vollzieht sich der Entwicklungszyklus der Malaria-Parasiten in dem Körper der Mücken während des Winterschlafes?

Ich bin natürlich weit entfernt zu behaupten, dass die Malaria überall einzig und allein durch die *Anopheles* hervorgerufen wird; aber doch glaube ich, dass die Malaria fast ausnahmslos durch die Mücken erzeugt wird, da man bis jetzt die Parasiten nirgends ausserhalb des menschlichen und des Mückenkörpers gefunden hat und experimentell keinen sicheren Beweis dafür erbringen konnte, dass auf eine andere Weise, als durch Vermittelung der Mücken eine Infektion des Menschen mit Malaria erfolgt. Immerhin müssen wir heute noch zugeben, dass ein minimaler Teil der Malariafälle beim Menschen auch auf eine andere Weise, als durch die Mückeninfektion zu stande kommen könne.

Ich weiss noch nicht, ob es Thatsächlich erwiesen ist oder nicht, dass der *Anopheles* im Winter in den nördlichen Gegenden Europas nicht leben kann; aber als Max Koch und *Hermann Coenen* die Ergebnisse ihrer Forschungen mitteilten* und dann über ihren Vortrag von einigen Autoren discutirt wurde, behauptete *Grawitz* folgendes:

„Ich glaube, dass diese Thatsache insofern von grosser Wichtigkeit ist, als die Entwicklung der Parasiten im Mückenleibe nach allen bisherigen Untersuchungen der Autoren eine Aussentemperatur von 30° C. erfordert, ein Punkt, den die Vortragenden überhaupt nicht erwähnt haben. Nur bei dieser Temperatur hat man bis jetzt positive Erfolge mit Mückeninfektionen angegeben und die Entwicklung der Parasiten in den Mücken verfolgen können. Daraus ergibt sich, dass bei uns von Mückeninfection im März und April nicht die Rede sein kann, denn Temperatur von 30° haben wir zu dieser Zeit nicht und die Mücken stechen auch noch nicht. Also für unsere gemässigten Verhältnisse trifft die exclusive Theorie der Mückeninfection ganz entschieden noch nicht zu, und das stimmt damit überein, dass wir für die Tertianaparasiten, mit denen wir es hier hauptsächlich zu thun haben, bei uns überhaupt den Entwicklungsgang in der Mücke noch nicht kennen.“

* in der Berliner medicinischen Gesellschaft, Sitzung vom 16 Januar 1901, unter dem Titel „Fortschritte der Malariaforschung in Italien.“

Bei derselben Gelegenheit sagte *Hauchecorne*: „Auch fand man als Bedingung zur Malariaentwicklung ein Temperaturminimum 12.6—12.8—13. R. Wärme. Darunter gab es keine Malaria. Dies erklärt es auch, warum es in den nördlichen Breiten, z. B. den Tundras, keine Malaria giebt, trotz der unermesslichen Sümpfe, der grössten auf der ganzen Erde und trotzdem es daselbst mehr Mücken giebt, als irgendwo sonst.“

Nach dem, was *Grawitz* sagte, scheint es mir, als ob er an die Lebensfähigkeit der Mücken im Winter nicht glauben wollte; ja, *Hauchecorne* glaubt sogar nicht einmal an die Mückentheorie. Aber ich kann die Ansicht *Hauchecornes* ganzund gar nicht teilen, da bei uns die Thatsache vorliegt, dass an Orten, wo die Malaria herrscht, Stechmücken in Unmenge leben, aber nicht jeder Ort, der von Stechmücken wimmelt, von der Malaria heimgesucht wird. Diese Thatsache erklärt sich daraus, dass in Malariaortschaften einige besondere Arten Stechmücken leben, die zur Gattung *Anopheles* gehören und die allein die Malariainfection vermitteln. In Gegenden aber, wo nur der Gattung *Culex* angehörende Stechmücken leben, giebt es keine Malaria; in den Tundren lebt wahrscheinlich nur der *Culex* und kein *Anopheles*.

Auf die oben angeführte Äusserung von *Grawitz* erwiderte Max Koch: „Herr *Grawitz* hat weiter den Einwand gemacht, dass die Mücken bei uns im Frühjahr fehlten. Nun, ich habe hier Leunis' Synopsis der Zoologie mitgebracht, ein Buch, das aus dem Jahre 1886 stammt, wo also von irgend welchem Verhältniszwischen Mücken und Malaria, abgesehen von den uralten Traditionen, keine Rede sein konnte, und hier findet sich angegeben: *Anopheles maculipennis*, nicht selten im Frühling in sumpfigen Gegenden; *Anopheles bifurcatus* nicht selten im Mai in sumpfigen Waldgegenden. Nun, wenn das Tier vorhanden ist und natürlich überwintert hat, wird es auch Hunger haben, und wenn es Hunger hat, wird es auch stechen.“

Auch A. Celli, der berühmte Malariaforscher in Italien, sprach in seinem Vortrage „Epidemiologie und Prophylaxis der Malaria vom neuesten ätiologischen Standpunkte aus,“ gehalten in der italienischen Gesellschaft zur Malariaforschung, folgendes:

„Die Zeit, in der sich die Stechmücken zu vollkommenen Insekten

entwickeln bis zum Eierlegen, dauert von den ersten Frühjahrstagen bis zum ersten Frost des Herbstes oder Winters und erreicht ihren Höhepunkt in den heissen Tagen. Die jungen Stechmücken stechen den Menschen zuerst in der zweiten Hälfte des Juni und hören nicht eher auf, als sie mit Überwintern anfangen."

Die beiden letztgenannten Autoren sind der Meinung, dass die Stechmücken überwintern können; aber niemand hat bis heute die Überwinterung der Anopheles in den gemässigten Zonen thatsächlich beobachtet und ihre biologischen Verhältnisse sowie ihre Beziehungen zur menschlichen Malaria genauer erforscht. Deswegen will ich meine kleine Arbeit hiermit der Öffentlichkeit übergeben, obgleich es mir nicht gelingt, die vorgenannten 4 Hauptfragen alle einer definitiven Lösung entgegenzuführen.

Ich hatte im vorletzten Sommer auf „Etajima“ eine Art Anopheles entdeckt und die Ergebnisse meiner Untersuchungen über diese Mückenart veröffentlicht (Mitteilungen der medicinischen Gesellschaft zu Tokio. Bd. XVI. Heft 22.). Seither unternahm ich festzustellen, ob hier auf „Etajima“ die Anopheles auch im Winter leben können oder nicht. Zu diesem Zweck fütterte ich in einem Fütterungskasten eine Anzahl von Anopheles, die teils schwanger, teils nicht schwanger waren, und beobachtete sie unter den natürlichen Zuständen; sie hörten Mitte Oktober Eier zu legen auf, und starben Ende Oktober sämtlich. Anfang November kamen keine Larven mehr aus den Eiern. Zu dieser Zeit konnte man auch im Freien fast keine Mücken mehr sehen.

Nachher suchte ich Tag für Tag fleissig nach Anopheles; allein ich konnte von Anfang November vorigen Jahres bis Mitte Januar dieses Jahres keinen einzigen finden. Obgleich ich damals bisweilen fürchtete, mein Untersuchen schliesslich aufgeben zu müssen, so unterbrach ich doch die tägliche Jagd nach den Mücken nicht.

Da fand ich am 20. Januar dieses Jahres, wo die Aussentemperatur 7° C. betrug und es schneidend kalt war, sogar schneite, in einem Zimmer meines Hauses ein Weibchen von Anopheles, das an der Wand ruhig schlief; durch diesen Fund wurde mir die Gewissheit, dass die Anopheles hier auf „Etajima“ auch im Winter leben können und dass es keine verlorene Mühe sei, weiter nach ihnen zu suchen. Es gelang mir auch wirk-

lich, bis Ende März eine grosse Anzahl von Anopheles im Winterschlaf zu fangen.

Nun betrachtete ich einerseits in einem Fütterungskasten ihre biologischen Verhältnisse unter den natürlichen Zuständen, andererseits seziierte ich eine Anzahl der gefangenen Mücken zwecks mikroskopischer Untersuchung ihrer Eingeweide, insbesondere der Eierstöcke, um zu sehen, ob sie reife Eier haben oder nicht. Zuletzt stellte ich an meinem eigenen Körper einen Stichversuch mit Anopheles an, und wurde in Folge dessen mit Malaria infiziert, deren Parasiten bei mikroskopischer Untersuchung meines Blutes sicher nachzuweisen waren.

Nun komme ich auf die Ergebnisse meiner Untersuchungen der Reihe nach zu sprechen.

I. Die Anzahl der im Winterschlaf gefangenen Anopheles und die Lufttemperatur auf „Etajima.“

Wie die nachstehende Tabelle zeigt, fing ich im Januar nur 1, im Februar 24, im März 162 Weibchen, aber kein einziges Männchen.

Dat.		Lufttemperatur. C	Anzahl der gefangenen Anopheles.	♂♀	Ort der Gefangennahme
Jan.	20.	+7	1	♀	in meinem Hause (es schneite an diesem Tag.)
Febr.	2.	11	1	„	in meinem Hause.
„	26.	16	1	„	„
„	27.	14	21	„	im Hospital der Marine-Kriegsschule.
„	5.	14	16	„	„
März	10.	13	13	„	„
„	15.	14	6	„	„
„	24.	12	2	„	„
„	26.	13	2	„	„
„	28.	11	1	„	„
„	29.	16	1	„	„
„	30.	20	96	„	An diesem Tag war es warm u. feucht.
„	31.	16	25	„	„

Gesammtzahl = 186.

Beim Suchen nach Anopheles pflegte ich immer auch auf die Culices zu achten; aber letztere waren viel spärlicher, und nicht selten waren die gefangenen Mücken alle Anopheles.

Natürlich brauchen wir weiter kein Wort darüber zu verlieren dass die Beziehungen zwischen der Lufttemperatur zum Leben der Mücken sehr innige sein müssen. Folgende Tabelle zeigt uns die Mittagstemperatur der Luft auf „Etajima“ vom September vorigen Jahres bis zum März dieses Jahres, gemessen in einem Zimmer des Hospitals der Marine-Kriegsschule:

Monate.	Absolute Extreme. C.		Mittlere Monatstemperatur. C.
	Max.	Min.	
September	+30°	+17°	24.9
Oktober	22	17	19.8
November	22	14	18.0
December	22	9	14.3
Januar	16	7	10.8
Februar	16	8	10.4
März	16	11	13.7

II. Körperhaltung der Anopheles im Winterschlaf.

Während der Anopheles im Sommer in der Regel eine eigentümliche Körperhaltung hat, indem die Axe seines Leibes von der Wand, an der er sitzt, fast vertikal, mindestens in einem Winkel von 45°—75°, absteht, wodurch er sich sofort von Culex unterscheidet, so behält er während des Winterschlafes diese Körperhaltung nicht bei: die Axe seines Leibes steht, wie beim Culex, parallel zur Wand, ja, es kommt nicht selten vor, dass er der Wand mit seinem ganzen Körper dicht anliegt. Ebenfalls ist im Winterschlaf die Stellung seiner Beine eine andere als im Sommer: die Vorder-, Middle- und Hinterbeine liegen der Wand dicht an, wobei alle Gelenke derselben gestreckt werden, insbesondere sind die Hinterbeine nicht, wie im Sommer, nach unten und rückwärts gestreckt. Daher erinnern die Anopheles im Winterschlaf auf den ersten Blick an eine Spinne, die an der Wand haftet (Fig. I. a.).

Wegen der eben geschilderten Körperhaltung kann man *Anopheles* und *Culex* im Winterschlaf nicht so leicht unterscheiden; aber bei genauerer Betrachtung sieht man, dass bei *Culex* der Rüssel vom vorderen Ende des Kopfes fast senkrecht zur Leibesaxe heraustritt und deshalb gebrochen erscheint, während er dagegen bei *Anopheles* sich als eine direkte stachelähnliche Verlängerung des Körpers darstellt. Die beiden Gattungen lassen sich also leicht unterscheiden, wenn man sie von der Seite betrachtet (Fig. I. b. und C.)

Sobald der *Anopheles* bei milder Witterung zeitweise erwacht, erhebt er seinen Hinterleib nach hinten und oben, so dass sich zwischen dem Leibe und der Wand ein Winkel bildet, der um so grösser wird, je höher die Aussentemperatur und mit derselben die Lebensenergie des Tieres steigt.

III. Biologische Beobachtungen an den *Anopheles* im Winterschlaf.

Natürlich ist der *Anopheles* im Winterschlaf ausserordentlich träge. Wenn man sich ihm nähert, so fliegt er nicht wie im Sommer gleich weg; und wenn er schliesslich doch fortfliegt, so geschieht dies ganz langsam, und wir vermissen in seinem Fluge jenes Auf- und Absteigen, das sonst für ihn charakteristisch ist. (*Culex* weist auch im Sommer diese eigentümliche Bewegung nicht auf.) Im ungestörten Winterschlaf erscheint der *Anopheles* wie ein toter Körper.

Ich fand eine ganze Anzahl der Mücken im Hause, und zwar an der Innenfläche der Thüren, an der Zimmerdecke, am oberen Teil der Seitenwände der Gallerie, kurz, an denjenigen Orten, wo es immer Schatten giebt und sich die Luft ganz wenig bewegt. In einigen Fällen fand ich die Mücken auch in denjenigen Zimmern, welche geheizt wurden und immer sehr warm waren; hier jedoch war die Zahl der Mücken viel geringer als an den anderen Orten.

Eine Anzahl der gefangenen *Anopheles* fütterte ich in einem Fütterungskasten unter der natürlichen Lufttemperatur, also ohne künstliche Erwärmung, und die Mücken lebten meistens über 3 Wochen lang. Wenn die Mücken ohne Zwang im Freien gelebt hätten, so wären sie sicher noch länger am Leben geblieben, da sie dann bei jedem Temperaturwechsel ihren Aufenthaltsort beliebig nach denjenigen Plätzen hätten verlegen

können, die ihren Lebensbedingungen am besten entsprochen hätten; in der Gefangenschaft war das natürlich nicht möglich, und so starben sie meistens in Folge plötzlich eintretenden schroffen Temperaturwechsels. Ausserdem hatten die Mücken während des Winterschlafes sehr wenig Appetit, und darum auch keine Neigung zum Stechen, obwohl ich ihnen manchmal Gelegenheit dazu bot; ja sie saugten kaum an den im Fütterungskasten befindlichen Obstschnitten.

In Folge der verminderten Lebensenergie und der mangelhaften Nahrungsaufnahme magern die überwinternden *Anopheles* ausserordentlich ab und zwar plattet sich der Bauch in dorsoventraler Richtung ab und wird ziemlich durchsichtig. Auch die Eingeweide im ganzen atrophieren, und wenn ich Magen, Malpighische Gefässe u. s. w. rasch in physiologische Kochsalzlösung brachte und mikroskopisch untersuchte, wiesen diese Gedärme keine peristaltischen Bewegungen auf, während im Sommer die Peristaltik noch 20—30 Minuten lang gut erkennbar ist, nachdem sie aus dem Abdomen herausgezogen sind.

Nach meinen Befunden ist es also ziemlich sicher, dass nur die Weibchen überwintern und die Art erhalten. Letzteres aber ist wieder nur dann möglich, wenn sie schon im Spätsommer befruchtet werden und in diesem Zustand den Winter überdauern. Die Mücken, welche ich in grösserer Anzahl seziierte und mikroskopisch untersuchte, hatten meist vollkommen entwickelte Eierstöcke. Dieselben liegen symmetrisch in der hinteren Bauchhälfte, sind länglich spindelförmig und messen ca. 15mm in der Länge und ca. 0.6mm in der Breite. Jeder Eierstock ist in eine dünne durchsichtige Membran gehüllt und wird von zwei grossen Hauptgefässen ernährt (Fig. II.). Die an den Rändern des Eierstocks liegenden Eier reihen sich ziemlich regelmässig aneinander, dagegen sind die im Innern befindlichen ganz regellos verteilt; sie erscheinen rund oder länglich rund. Ihr Inhalt besteht, bei starker Vergrösserung betrachtet, aus sehr feinkörnigem Plasma, in das vereinzelt grobe Körnchen eingebettet sind. Die Eischale erscheint bei schwacher Vergrösserung einfach, differenziert sich aber bei Anwendung starker Vergrösserung in 2 Schichten.

In einer kleinen Anzahl der Mücken fand ich auch reife Eier. Als ich diejenigen Mücken auswählte, deren Bauch nicht so stark atrophiert war,

Fig XI



Fig VII



Fig VI



Fig I

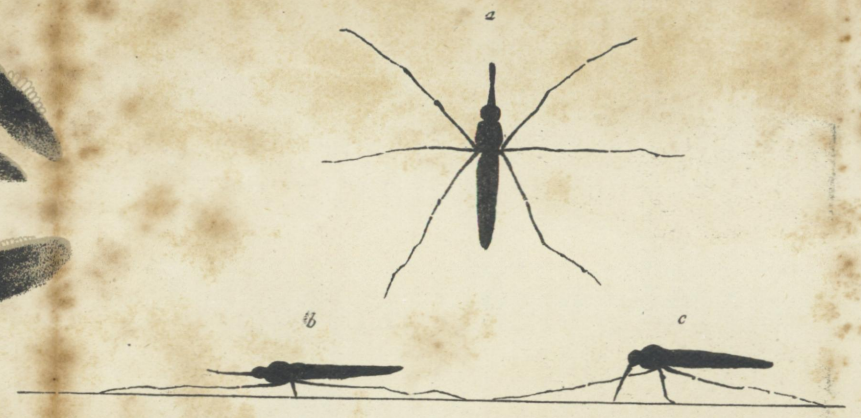


Fig XIII

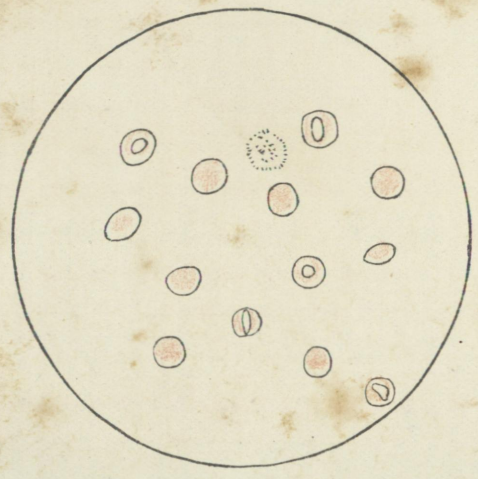


Fig VIII



Fig IV

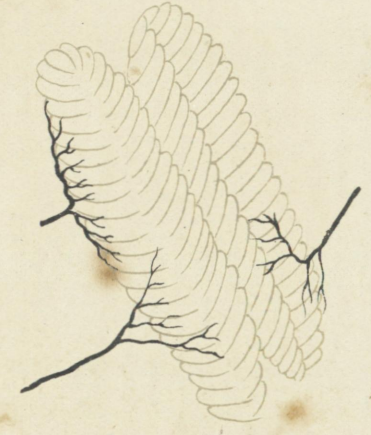


Fig II

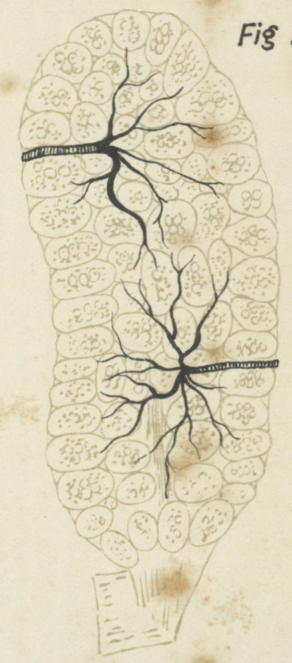


Fig X



Fig XIV

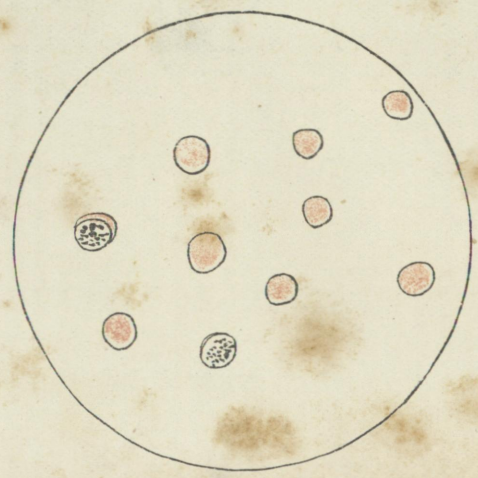


Fig XII



Fig IX

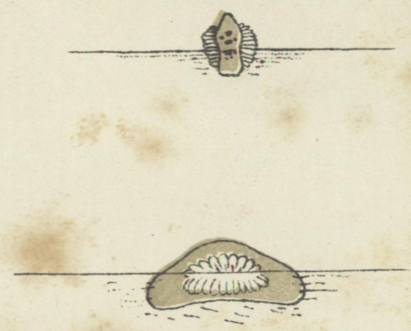


Fig V

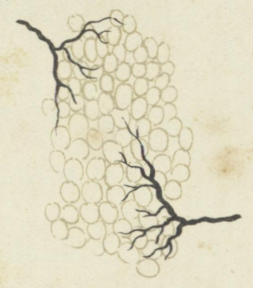


Fig III



und ihre Eierstöcke in physiologische Lösung herauszog, um sie bei schwacher Vergrößerung zu untersuchen, sah ich reife Eier haufenweise, wie Bananen rings um den Eierstock liegen (Fig. IV.). Die Zahl der reifen Eier eines Eierstocks schwankte von 60—70. Wenn man sie vom Eierstock vorsichtig entfernt, so erkennt man im centralen Teil desselben noch eine grosse Anzahl unentwickelter Eier (Fig. V.).

Bei schwacher Vergrößerung erscheinen die reifen Eier bootförmig; während der eine Rand des Eies gewölbt ist, so ist der andere etwas eingebuchtet, und beide Flächen sind concav, wo eine farblose, ganz durchsichtige Fimbria liegt. Der Inhalt der Eier ist gleichmässig schwarzbräunlich gefärbt und von mehreren schwarzen Körnchen durchsetzt. Das eben Geschilderte stimmt morphologisch mit dem Befunde an abgelegten Eiern vollkommen überein (Fig. VI.). Bei starker Vergrößerung betrachtet, häufen sich die Körnchen im centralen Teil der Eier so dicht an, dass derselbe dunkel aussieht; aber an beiden Enden liegen die Körnchen nicht so dicht aneinander; sie erscheinen deswegen halb durchsichtig. Während die reifen Eier von *Culex* eine aus zwei Schichten bestehende Schale haben, so haben die von *Anopheles* eine einfache (Fig. VII.). Wenn der Inhalt der *Anopheles*eier bei mikroskopischer Untersuchung in Folge künstlichen Drucks oder sonstiger Beschädigungen ausgepresst worden ist, so bleibt nur eine dünne, durchsichtige Schale. Obwohl sie ihren Inhalt gänzlich verloren hat, so behält sie doch ihre ursprüngliche Gestalt bei, und die Fimbria bleibt an den beiden Flächen unverändert bestehen. Daraus folgt, dass die Fimbria als eine Falte der Schale betrachtet werden muss und dass sie mit dem Inhalt des Eies gar nicht zusammenhängt (Fig. VIII.).

Nach meiner Beobachtung an den Eiern, die ich in eine physiologische Kochsalzlösung schwemmte und mikroskopisch untersuchte, ist die Function dieser Fimbria genau dieselbe, wie die des Kieles am Schiffsbauche; wenn die Eier auf dem Wasser schwimmen, so ist ihr gewölbter Rand nach oben gerichtet und ragt aus dem Wasser hervor, ihr eingebuchteter Rand aber sieht nach unten und taucht in das Wasser ein, und ihre beiden concaven Flächen sehen nach der Seite. Von diesen beiden Flächen geht je eine Fimbria horizontal lateralwärts aus, damit die Eier ihre Stellung sicher behalten und auf dem Wasser gut schwimmen können (Fig. IX.).

Aus meiner oben geschilderten Beobachtung ist es ersichtlich, dass die überwinternden Anopheles vollkommen entwickelte Eierstöcke und einzelne von ihnen sogar reife Eier haben; hieraus folgt weiter, dass es unter den überwinternden Anopheles auch solche giebt, die schon im Sommer des vorhergehenden Jahres befruchtet waren und wahrscheinlich wegen niedriger Temperatur ihre Eier nicht ablegten; in der Regel sterben die Weibchen wie bei anderen Insekten so auch bei Anopheles, sobald sie ihre Eier völlig abgelegt haben. Bei den unreife Eier enthaltenden Weibchen ist die Lebensthätigkeit der Eierstöcke im Frühjahr noch sehr träge, wie die der anderen Organe; aber wenn der Sommer kommt und die Temperatur steigt, so fangen die Eierstöcke mit einem Mal an, lebhaft zu functionieren, es vermehren sich die Körnchen im Inhalt der Eier, so dass die Eier im allgemeinen dunkler erscheinen und die Schale sich von dem Inhalt deutlicher abgrenzt (Fig. X.). Selbstverständlich können diese unbefruchteten Weibchen sich im Frühsommer begatten.

Auch beim Culex im Winterschlaf fand ich manchmal reife Eier (Fig. XI. u. XII.).

IV. Kann der Anopheles während der Ueberwinterung stechen und Blut saugen?—Versuch an meinem eigenen Körper, Infektion mit Malaria.

Wenn man zur Lösung der Frage, ob der überwinternde Anopheles stechen und Blut saugen kann oder nicht, Versuche anstellen will, so muss man ausser reichlichem Versuchsmaterial sowohl technisches Geschick als auch gründliche Kenntnisse über die Malariaparasiten haben. Ich beschäftigte mich zwar mit dieser Frage so eifrig, dass ich einen Stichversuch an meinem eigenen Körper anstellte; leider konnte ich aber wider Erwarten keinen befriedigenden Erfolg erzielen, weil über sehr wenig Material verfügte, in der Technik nicht bewandert genug war und weil mir hier auf „Etajima“ auch nicht die nötigen Vorrichtungen für derartige Versuche zu Gebote standen. Wenn ich später einmal günstigere Gelegenheit und bessere Vorrichtung dazu habe, so werde ich meinen Versuch ausführlicher diesmal wieder anstellen.

Seitdem ich am 20. Januar dieses Jahres überwinternde Anopheles

gefangen hatte, fütterte ich alle gefangenen Mücken, und ich steckte oftmals meine Hände in den Fütterungskasten, um zu sehen, ob die Mücken stechen und Blut saugen; aber bis Ende Februar wollte keine einzige stechen. Als ich jedoch am 8. März meine Hände, deren Haut nach dem Bade sehr weich und warm war, wieder in den Kasten hineinsteckte, stachen mich 6 Mücken an der dorsalen Seite des Vorderarmes und auf dem Handrücken, und sie sogten 5—6 Minuten lang Blut, so dass ihnen der Bauch anschwell. Nachdem sie sich satt gesogen hatten, flogen sie langsam an die Kastwand und blieben dort sitzen. Sie schliefen ganz ruhig, wie ihre Kameraden, die nüchtern geblieben waren. Wegen der verminderten Lebensenergie der Mücken ging die Verdauung des aufgenommenen Blutes sehr langsam von statten. Während nämlich im Sommer der Bauch der Mücken in der Regel am 2. Tage nach dem Stechen anfängt, sich etwas zu verkleinern und die Verdauung in 4 Tagen schon vollendet ist, so ist dieselbe im Winter so träge, dass der Bauch 5—6 Tage lang äusserlich fast unverändert bleibt; sie scheint erst am 7. Tage zu beginnen und ist nach 14 Tagen noch nicht zu Ende.

Am 12. Tage nach dem Stechen presste ich den Inhalt des Magens in eine physiologische Kochsalzlösung aus, um die Verdauungszustände des gesogenen Blutes zu untersuchen. Makroskopisch stellte es eine elastisch weiche Gerinnselmasse dar, die sich mit der Nadelspitze schwer trennen liess und ganz ähnlich wie ein Thrombus im menschlichen Körper von dunkelroter Farbe war; mikroskopisch erkannte ich, dass diese Gerinnselmasse hauptsächlich aus roten Blutkörperchen bestand, die teils oval oder spindelförmig oder unregelmässig gestaltet waren, teils aber noch fast ihre normale Form behielten. Diese roten Blutkörperchen enthielten zumeist Hämoglobin; deshalb erchiene die Stellen, wo sie haufenweise angesammelt waren, hellrot. Bemerkenswert war es noch, dass ein Teil der Blutkörperchen noch ihre normale Gestalt behielt, trotzdem sie 12 Tage lang im Mückenmagen lagen.

Am 14. Tage nach dem Stechen wurde die Gerinnselmasse etwas kleiner, und mikroskopisch fand ich eine grosse Menge von Hämoglobin, das von den Blutkörperchen diffundiert war, und viele Blutkörperchen, die schon deutlich im Zerfall begriffen waren,

Aus diesen Beobachtungen ist es ersichtlich, dass der Anopheles während des Winterschlafes unter günstigen Umständen den Menschen stechen und Blut saugen kann. Die Lust zum Stechen hängt natürlich von Lufttemperatur, Lebensenergie und Appetit der Mücken ab; jedoch kann auch die Beschaffenheit der menschlichen Haut in dieser Beziehung eine Rolle spielen; die Mücken werden nämlich leichter stechen und Blut saugen, falls die Haut schlaff, weich und warm ist.

Seitdem ich am 8. März meine eigene Hand dem Mückenstich ausgesetzt hatte, war es nicht mehr möglich, diesen Versuch zu wiederholen; zu dieser Zeit konnte nämlich von einem derartigen Versuch keine Rede sein, da bei der niedrigen Temperatur im März keine Mücken im Freien stechen wollten; daher kann ich mit Sicherheit sagen, dass ich seit dem Stichversuch am 8. März niemals von Mücken gestochen worden sei. Indessen fühlte ich Abends am 24. März, 16 Tage nach dem letzten Stichversuch, Frost, ohne vorher eine besondere Gelegenheit zur Erkältung gehabt zu haben; die Körpertemperatur stieg auf 38° C., und dieses Fieber dauerte ungefähr 3 Stunden lang, dann sank die Temperatur unter starkem Schweissausbruch rasch auf die Norm herab. Am 25., vormittags gegen 9 Uhr bekam ich Schüttelfrost, nach einer halben Stunde erreichte die Temperatur 39° C., nach 4 Stunden kehrte die Temperatur wieder zur Norm zurück, und ich fühlte mich ganz wohl. Am 26. fühlte ich mich den ganzen Tag müdig, litt an Kopfschmerzen, bekam aber keinen Anfall. Seit dem 27. trat der Anfall jeden Tag regelmässig um Mittag auf. Am 1. April stellte sich der Anfall gegen halb zwölf ein; nachmittags um 1 Uhr fing ich aus meinem Ohrläppchen Blut auf, um es auf Malariaparasiten zu untersuchen (erfahrungsgemäss hat das Ohrläppchen weniger Schmerzgefühle als die Fingerkuppe). Bei der mikroskopischen Untersuchung des ungefärbten Präparates mit Ölimmersion und Vergrösserung 1:1000 fand ich auf jedem Gesichtsfelde 3—4 Parasiten, die alle in roten Blutkörperchen lagen, von blasser Farbe waren und lebhaft amöboide Bewegung hatten (Fig. XIII.). Als ich 3 Uhr Nachmittags mein Blut lege artis wieder mikroskopisch untersuchte, fand ich darin die Parasiten inzwischen in so reichlicher Menge vermehrt, dass sie fast den ganzen Leib der Blutkörperchen ausfüllten; es entstanden ferner einige Pigmentkörnchen in den Parasiten, so dass ich kaum die

amöboide Bewegung wahrnehmen konnte (Fig. XIV.). In der Nacht sank die Temperatur von selbst auf die Norm.

Aus diesem Befunde in meinem Blnt folgt, dass ich selbst mit Malaria infiziert wurde. Ich wollte nun noch anderweitige Beziehungen der überwinternden Anopheles zu den Malariaparasiten erforschen; leider konnte ich aber das nicht, weil ich damals mit öffentlichen Dienste zu sehr beschäftigt war. Am 2. April nahm ich um 6 Uhr Morgens 1.0 Chinin ein und ich war ganz fieberfrei; am folgenden Tage, wo ich 0.4 Chinin bekam, trat jedoch ein kleiner Anfall auf; am 4. nach Einnahme von 0.8 Chinin wieder ein kleiner Anfall; seit dem 5. nahm ich jeden Morgen 0.8 Chinin ein, und von da an blieb der Anfall aus.

Zu welcher Species gehören die Parasiten meines Falles? Ich kann darauf nicht antworten und will es auch nicht versuchen, da, wie schon gesagt, meine Erfahrung über die Malariaparasiten noch sehr mangelhaft ist. Der Fiebertypus, den ich hatte, war ein quotidianer.

Meine Infektion mit Malaria, die ich eben geschildert habe, mag auch wohl eine zufällige sein, wobei man nicht gleich annehmen kann, dass die überwinternden Anopheles wirklich die Erzeuger der Malaria gewesen sind, die ich durchgemacht habe; doch will ich behaupten, dass die Anopheles im Winter unter günstigen Umständen stechen und so den Menschen infizieren können, obgleich diese Art der Infektion gewiss nicht so oft vorkommt; heutzutage ist die Mückentheorie ja eine stichhaltige geworden. Da die Malariasymptome bei mir auftraten, nachdem die überwinternden Anopheles am 8. März nur ein einziges Mal an meinen Körper gestochen hatten, möchte ich glauben, dass die Malariaparasiten bei diesem Stich in meinen Körper eingedrungen waren. Um einen authentischen Stichversuch zu bewerkstelligen, muss man übrigens zuerst einen Malariakranken, in dessen Blut man die Malariaparasiten schon vorher mikroskopisch nachgewiesen hat, dem Stich von überwinternden Anopheles aussetzen, um dann einerseits mit den so infizierten Mücken an einem anderen gesunden Menschen einen Stichversuch zur Erzeugung der Malaria anzustellen, andererseits den Entwicklungscyklus der Malariaparasiten im Körper dieser infizierten Mücken zu erforschen, und erst dann, wenn all dieses geschehen ist, werden die ätiologischen Beziehungen der überwinternden Anopheles zur Malaria ganz klar werden,

Endlich drängt sich noch die wichtige Frage auf: Wie gestalten sich das Incubationsstadium und der Fiebertypus der durch überwinternden Anopheles erzeugten Malaria im Vergleich mit der im Sommer auftretenden? Ich glaube, dass sich die beiden Arten der Malaria in dieser Beziehung mehr oder weniger verschieden verhalten.

V. Resume.

Zum Schluss möchte ich die Ergebnisse meiner Arbeit zur Übersicht noch einmal in kurzen Sätzen zusammenfassen:

1. Der Anopheles kann im Schläfe überwintern, ja er kann selbst in der strengen Kälte, wo die Lufttemperatur 7° C. beträgt und sogar es schneit, leben, und die Zahl der überwinternden Anopheles ist hier auf „Etajima“ weit grösser als die der überwinternden Culices.

2. Die Lebensenergie ist beim Anopheles im Winterschlaf sehr vermindert, wie bei anderen Insekten im Winterschlaf, ebenso ist seine körperliche Bewegung ganz träge, jedoch fliegt er freiwillig weg, wenn man sich ihm nähert oder ihn reizt.

3. Die Gesamtzahl der überwinternden Anopheles, die ich vom 20. Januar bis zum April dieses Jahres gefangen hatte, belief sich auf 186, die alle Weibchen waren und im Hause gefunden wurden.

4. An der Hand dieser Thatsache kann ich behaupten, dass der Anopheles nicht in so geringer Zahl, als man bis heute vermutet hat, den Winter überlebt.

5. Der Anopheles hat während des Winterschlafes nicht jene eigentümlich Körperhaltung, wie man sie im Sommer zu sehen pflegt: Seine Leibesaxe steht, wie beim Culex, parallel zur Wand und so erinnert er an eine an der Wand haftende Spinne.

6. Die meisten Anopheles im Winterschlaf haben vollständig entwickelte Eierstöcke und einzelne Eier darin sind meist reif; aber im centralen Teil des Eierstocks giebt es noch einen Haufen unentwickelter Eier. In einer kleinen Anzahl sah ich reife Eier.

7. Ich fand kein einziges Männchen im Winterschlaf; aus dieser und einer andern Thatsache, dass die Männchen sterben, sobald sie sich begattet haben, glaube ich, dass alle überwinternde Mücken Weibchen sind, da diese

allein die Art erhalten können, wenn auch kein einziges Männchen überwintert; ein Weibchen kann sowohl männliche als auch weibliche Eier legen.

8. Angenommen, es sei richtig, dass die Weibchen allein überwintern können, so müsste es unter den überwinternden Weibchen auch solche geben, die im Sommer des vorhergehenden Jahres befruchtet waren, aber wahrscheinlich wegen niedriger Temperatur ihre Eier nicht ablegten und im befruchteten Zustande überwintern.

9. Die Weibchen, die unbefruchtet waren, werden dann befruchtet, nachdem sie sich im nächsten Sommer begattet haben.

10. So wenig der Anopheles während des Winterschlafes Appetit hat, so selten sticht er den Menschen und saugt Blut; aber nach meiner Beobachtung kann er im Fütterungskasten unter günstigen Umständen es thun; deshalb dürfte es auch vorkommen, dass er auch im Freien unter günstigen Umständen, wenn auch sehr selten, sticht.

11. Während die Verdauung des gesogenen Blutes im Mückenmagen im Sommer in 2—4 Tagen ganz vollendet wird, ist die im Winter so träge, dass sie über 2 Wochen in Anspruch nimmt; dass die Verdauung schneller oder langsamer von statten geht, das hängt natürlich von der jeweiligen Lufttemperatur ab.

12. Ich liess mich am 8. März von den überwinternden Anopheles in meinem Fütterungskasten stechen und am 24. März traten die Malariasymptome in Form einer Febris quotidiana auf; am 1. April konnte ich die Malariaparasiten in meinem Blut mikroskopisch nachweisen, und nach Einnahme von Chinin blieb der Anfall aus.

13. Anf die Frage, ob die überwinternden Anopheles wirklich die Erreger der Malaria im Winter sind oder nicht, kann ich noch nicht mit Bestimmtheit antworten, bevor ich die ätiologische Beziehung der überwinternden Anopheles zu den Malariaparasiten genauer erforscht habe; obgleich meine Infektion eine zufällige gewesen sein dürfte, so glaubte ich doch, dass diese Art der Infektion auch bisweilen vorkommen könne.

14. Alle Untersuchungen an den Anopheles im Winterschlaf können nur in den Ländern der gemässigten Zonen in ihrer vollen Bedeutung gewürdigt werden, nicht aber in den der tropischen oder subtropischen, wo

die Mücken durch das ganze Jahr activ leben.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Herrn Dr. *K. Takahashi*, Professor der Chirurgie an der medicinischen Fachschule zu Okayama, der mir Liebenswürdigkeit erwiesen hat, diesen Aufsatz zu corrigieren, meinen herzlichsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Etajima, den 15. November 1903.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. I. Körperhaltung der Mücken im Winterschlaf, die an der Wand haften (schematisch). a. Ein *Anopheles*, vom Rücken gesehen. b. derselbe, von der Seite gesehen. c. Ein *Culex*, von der Seite gesehen.
- Fig. II. Eierstock eines überwinternden *Anopheles* mit unreifen Eiern (durch Druck etwas abgeplattet). Vergr. ca. 50.
- Fig. III. Unreife Eier von *Anopheles* im Winterschlaf. Vergr. 460.
- Fig. IV. Haufen reifer Eier von *Anopheles* im Winterschlaf (schematisch). Vergr. ca. 50.
- Fig. V. Im Anfangsstadium der Entwicklung befindliche Eier im centralen Teil des Eierstocks. Vergr. 50.
- Fig. VI. Reife Eier. Vergr. 50.
- Fig. VII. Do. Vergr. 460.
- Fig. VIII. Schalen reifer Eier, deren Inhalt in Folge künstlichen Drucks ausgepresst worden ist. Vergr. 50.
- Fig. IX. Ein Ei, welches auf dem Wasser schwimmt; das Bild veranschaulicht die Function der *Fimbria* (schematisch). a. Querschnitt. b. Seitenansicht.
- Fig. X. Unreife Eier von *Anopheles* im Sommer. Vergr. 50.
- Fig. XI. Reife Eier von *Culex* im Winterschlaf. Vergr. 50.
- Fig. XII. Ein reifes Ei von *Culex* im Winterschlaf. Vergr. 460.
- Fig. XIII. Malariaparasiten in meinem Blut, mit Ölimmersion ungefärbt untersucht. Vergr. 1000.
- Fig. XIV. Do.