マダニ科とヒメダニ科ダニの吸血時における塩素平衡¹

北 岡 茂 男

農林省家畜衛生試験場

(1970年11月4日受領)

Chloride Balance in Feeding of Ixodid and Argasid Ticks (Acarina: Ixodoidea). Shigeo KITAOKA (National Institute of Animal Health, Kodaira, Tokyo, 187) *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **15**: 161-167 (1971)

Comparative investigations were carried out on the chloride content in the hemolymph, saliva, and whole bodies of *Haemaphysalis longicornis* and *Boophilus microplus* of Ixodidae and the whole hemolymph, saliva, coxal fluid, urine, and whole bodies of *Argas japonicus* and *Ornithodoros moubata* of Argasidae.

The chloride concentrations in the hemolymph of these four ticks were at relatively constant levels, which were about 1.5 times as high as that of the host blood during the feeding process in ixodids and also argasids in spite of different conditions of stage, sex, and feeding state. The chloride concentrations in the saliva of the ticks were nearly equal to, or higher than, those of the hemolymph and the values of the coxal fluid were in a range similar to those of the hemolymph.

In the chloride balance of ticks, the Malpighian tubules play a secondary role, as compared with insects. Elimination of surplus chloride from the body for osmo-regulation of the hemolymph during the process of condensation of blood components was attributable to the salivary secretion in ixodids and the coxal fluid secretion in argasids. It was presumed that the difference between both families in the manner of chloride balance in the feeding process might be connected to the great difference in their feeding habits; that is, generally ixodid ticks are slow feeders and argasid ticks quick feeders.

マダニ類 (Ixodoidea) の主要な種類は、マダニ科 (Ixodidae) とヒメダニ科 (Argasidae) のいずれかに属している。この両科のダニ間の重要な相違点の一つとして、ヒメダニ科のダニは体液 (hemolymph) の浸透圧調節器官である基節腺 (coxal glands) あるいは基節器官 (coxal organ) をそなえ (BONÉ, 1943; LEES, 1946), マダニ科では明らかにそれを欠くことである。ヒメダニ科のダニは普通一回の吸血で短時間の内に体重の数倍の血液をとるが、マダニ科のダニでは長時間を要し数百倍の量をとる、かつ、脱落直前には急激な血液成分の濃縮現象を示す (KITAOKA, 1961) ので、それらの著しい変化に対応する体液の浸透圧調節機能をそなえていることがマダニ科のダニにおいて、更に必要性が大きいはずである。以上の点に注目した LEES (1946), SUTTON and ARTHUR (1962) はマダニ体内からの余剰水分の消失は体表よりの蒸散に基づくものと想像したが、実際には主とし

て吸血時における唾液分泌のかたちで、血液からの余剰水分とイオン成分を宿主体に還元することにより行なっていることを KITAOKA (1967), KITAOKA and MORII (1969), TATCHELL (1967b, 1969) らがごく最近明らかにした。

本報においてはマダニ科2種ヒメダニ科2種あわせて4種のダニを材料とし、吸血により取り入れた宿主血液中の主要陰イオン成分である Cl^- の動態から、両科ダニの Cl^- 平衡における調節機能の差異と特異性につき検討をするため、吸血期間中またはその前後における体液、吸血後に分泌した基節液 (coxal fluid)、唾液、尿中の各 Cl^- 濃度、ダニ体の Cl^- 含有量を測定し、それらの値や宿主 Cl^- の値との相互関係を調べたので報告する。

今回の実験にあたり、ツバメヒメダニの採集に関しご援助をいただいた名古屋市立衛生研究所の内山公人氏、*Ornithodoros moubata* のコロニーを分与された東京大学

1 本報の内容の一部は日本衛生動物学会第20回および第21回大会で発表した。

医科学研究所の佐々学博士，実験の一部を援助していただいた当研究室の森井勤技官，藤崎幸蔵技官の諸氏に深く感謝の意を表します。

材 料 と 方 法

供 試 虫

フタトゲチマダニ *Haemaphysalis longicornis* NEUMANN, 岡山系（単為生殖系），と オウシマダニ *Boophilus microplus* (CANESTRINI) 阿蘇系の当研究室で長期継代飼育した系統のダニを用いた。

ツバメヒメダニ *Argas japonicus* YAMAGUTI, CLIFFORD and TIPTON, は 1968 年 11 月，長野県飯田市のイワツバメ *Delichon urbica* の巢内から採集したもの，*Ornithodoros moubata* (MURRAY) は アフリカを原産地とし，医科学研究所寄生虫部で継代している系統のそれぞれ実験室内で継代させた若ダニと成ダニである。

宿主吸血法

これまでに報告した方法 (KITAOKA, 1961) に基づき，一群のフタトゲチマダニ（雌）は木綿袋を被せたウサギの耳に寄生させたもの，オウシマダニでは幼ダニを牛体に直接散布し，約 20 日後成ダニに達した種々の発育状態のものを適宜宿主体上から回収するか又は自然落下個体を採集した。ヒメダニ類の吸血は，その目的のため作った吸血用の容器を宿主体表に固定し容器内でダニに吸血させた。すなわち容器は径 6 cm のポリエチレン瓶の上端部から 4 cm の点で輪切りにしたものの下端に輪状に切ったポリウレタンスポンジをあて，上端には木綿布を固定用に接着したものである。ツバメヒメダニの吸血のためにはニワトリを木製の台に，*O. moubata* の吸血のためにはウサギを金属製解剖台に腹面を上にして紐で固定させた後，それぞれ羽毛をぬくか毛を刈り，それらの裸の皮膚面に吸血用容器を固定させた。上部の口から容器内にダニを放ち，数分ないし数十分後に吸血離脱した個体を回収した。ダニの脚にマジックインキを用い印をつけ個体別を明らかにし，吸血前後，または基節液分泌後の体重を測定し，吸血量，基節液分泌量を調べた。

人工膜吸血法

TARSHIS(1958), TAWFIK and GUIRGIS (1969) らに準じた方法を用いた。すなわち径 4 cm，高さ 4 cm のスチロール円筒の下端に薄く伸ばした parafilm 膜を張り，この容器を動物の脱繊維血を入れたシャーレ（径 4.5 cm）内のスライドガラス小片上に，膜面を下にして置いた。シャーレ側面から円筒にかけて parafilm 膜をまき血中の水分の蒸散を防止した。37～38°C の恒温水槽

に，血液を入れたシャーレを下面が浅くつかないように設置した。*O. moubata* の若・成ダニを上記小容器内の膜面に放ち，飽血後離脱するのを待ち回収した。

体液，唾液などの採集方法

まずダニはスライドガラスに張った両面接着テープ上に腹面を上にして固着させ，双眼実体顕微鏡下でダニの第 1 脚の先端を眼科用ハサミで切断し，その部分に Drummond “Microcaps” 毛細管（1.0, 2.0 μ l など）をあて，切口より出る体液を直接採集した。液が管の全長を満たさない場合は液の長さをマイクロメーターで計かり，比例計算で液量を求めた。

自然分泌のダニ唾液の採集は GREGSON(1957) の方法に準じ行なったが，ごくまれにしか成功しなかった。そこで TATCHELL (1967a) の方法に基づき，pilocarpine 液で分泌を刺激し出された唾液を採集した。そのためには，先端を鋭く細めた毛細管を注射針とした微量注射器で，0.15M 食塩液にとかした 10% pilocarpine 液を体重の約 $1/30$ 量，上述のように固定させたマダニには腹面から，*O. moubata* には生殖穴からそれぞれ体腔内へ注入した。唾液採集用の毛細管は油粘土塊を用いダニに向け固定し，その先端にダニ口器の口下片を挿入させた。数分後には管内に唾液が分泌された。

ツバメヒメダニは吸血後，*O. moubata* は吸血の途中から後にかけて基節液を分泌するので，腹面を上に向け固定し，分泌液を直接毛細管に採集した。*O. moubata* は吸血直後，肛門から尿を排泄する個体があるので，その機会を待ち，肛門部に毛細管をあて直接採集した。

塩素量測定

WIGGLESWORTH (1937) と SCHALES and SCHALES (1941) の測定法の原理を合わせ改良した方法によりダニ体液，唾液，基節液，尿などの Cl 濃度を測定した。スライドガラスに固定パラフィンを薄く固着させたものを滴定面として用いた。採集液をパラフィン面に液滴としてのせ，この毛細管の管内を硝酸酸性とした蒸留水で 2 度洗い，その洗液を採集液と混合した。さらに 5% diphenylcarbazone アルコール液を前と同じ毛細管で液滴に混じた。先端の細まったガラス管をつけた微量注射器で，0.01N Hg(NO₃)₂ 液を先の混液に滴下した。この際先端を細くしたガラス管にゴム管をつないだもので呼吸を送り，液滴をパラフィン面で廻転させながら両液をよく混和し，指示薬の黄色が紫色に変わる点の滴下量を求め，この滴下量と液の採集量から Cl⁻含有量 (meq/l) を計算した。

ダニ体全体の Cl 含有量はつぎの a, b の 2 方法により

行なった。a 法——0.05 N AgNO_3 1.0 ml と濃 HNO_3 0.5 ml の混液を分解ビンに入れ、ダニを加熱分解し、その透明液を鉄明バンを指示薬として 0.01 N NH_4SCN 液で逆滴定した。b 法——ダニ体と 3.0 ml の蒸留水をガラス製ホモナイザーに入れ磨砕し、その乳液を 2,500 r.p.m. で 15 分間遠沈し、その上澄液 1.0 ml につき SCHALES and SCHALES 法で直接測定した。体重約 2 mg の未吸血個体では約 30 匹を 1 資料とし、また吸血の程度に応じ同程度の体重の個体を数匹合わせて 1 資料として用いた。ダニ体の Cl^- 含有量は mM/kg で示した。

宿主血液は脱蛋白した後、SCHALES and SCHALES 法で Cl^- 量を求めた。

実験結果

フタトゲチマダニの体液、唾液の Cl^- 濃度と体内の Cl^- 含有量

体重約 2 mg の未吸血個体から最大飽血体重約 330 mg にわたる種々な吸血程度のダニ個体は体液の、29 mg 以上の個体は唾液の各 Cl^- 濃度、および体内 Cl^- 含有量の値を縦軸に、横軸には対数目盛で体重をとり、吸血に伴うこれらの値の変化を第 1 図として示した。宿主のウサギ

第1図 ウサギに寄生させたフタトゲチマダニ (*H. longicornis*) 雌の吸血過程における体液(○)、唾液(●)の各 Cl^- 濃度と体内 Cl^- 含有量(△)の変化。破線は宿主血液の Cl^- 濃度の範囲。以下第2～5図でも同様。

血液の Cl^- 濃度は $84\sim 86\text{meq/l}$ で、ダニ体液および唾液の Cl^- 濃度は吸血期間中 $110\sim 150\text{meq/l}$ と宿主のそれと比較してかなり高いほぼ一定水準の値を保っていることが認められた。ほぼ飽血または飽血ダニ体の Cl^- 含有量は、体液や唾液の Cl^- 濃度の半分以上の低い値であった。

オウシマダニの体液、唾液の Cl^- 濃度と体内 Cl^- 含有量

体重 9～380 mg の個体の体液と唾液の Cl^- 濃度、および 2.5～350 mg の個体の体内 Cl^- 含有量につき、体重と

第2図 ウシに寄生させたオウシマダニ (*B. microplus*) 雌の吸血過程における体液(○)、唾液(●)の各 Cl^- 濃度と体内 Cl^- 含有量(△)の変化。

Cl^- 濃度関係図として第2図に示した。吸血過程における体液の Cl^- 濃度は $100\sim 130\text{meq/l}$ でほぼ一定水準を保ち、唾液は体液よりかなり高濃度で変動幅はより大きい、ほぼ一定の水準の値を示した。体内 Cl^- 含有量は明らかに未吸血個体において最も高く、吸血に伴い宿主血液 Cl^- 濃度の値より低くなり、飽血時には最初の約半分の値となった。

ツバメヒメダニの体液、基節液の Cl^- 濃度と体内 Cl^- 含有量

結果を前2種にならい第3図に示した。使用したダニ

第3図 ツバメヒメダニ (*A. japonicus*) 若・成ダニの未吸血個体の体液(x)とニワトリ吸血個体の体液(○)、基節液(●)の各 Cl^- 濃度、及び未吸血(+), 吸血直後(△), 2日後(▼)個体の体内 Cl^- 含有量。

未吸血個体の体重変動は、各齡混合の若ダニで $1.1\sim 9\text{mg}$ 、雄では $5.6\sim 13.7\text{mg}$ 、雌では $6.3\sim 21.4\text{mg}$ と広く、未吸血体重に対する吸血体重の比は $1.6\sim 5.6$ 程度の著しい幅があった。しかし吸血の有無、齡期や性の違いに基づくと思われる Cl^- 濃度の差は認められなかった。基節液の Cl^- 濃度の変異の幅は体液の Cl^- 濃度に比べ狭かった。体内 Cl^- 含有量は前記のマダニ科の2種におけるような吸血に伴った著しい変化はなく、宿主血液

の Cl^- 濃度とほぼ同等であった。吸血個体は吸血直後より 1 日以内に吸血量の約 50% に相当した基節液を分泌した。基節液の Cl^- 濃度が宿主血液のそれより著しく高かったことから予想されるように、基節液分泌後の個体における体内 Cl^- 含有量は、吸血直後のものより明らかに低下した。

O. moubata の体液、唾液、基節液、尿の各 Cl^- 濃度と体内 Cl^- 含有量

第 4 図にはニワトリ、またはウサギの血液を吸った場合のダニ体液と基節液の Cl^- 濃度、および体内 Cl^- 含有

第 4 図 *Ornithodoros moubata* 若・成ダニの未吸血個体の体液 (×) とニワトリ (小円) 又はウサギ (大円) 吸血個体の体液 (○), 基節液 (●) の各 Cl^- 濃度、および未吸血 (+) と吸血 (a 法△, b 法▽) 個体の体内 Cl^- 含有量。

第 5 図 *Ornithodoros moubata* 成ダニの未吸血個体の体液 (○) と経膜法によるブタ血液吸血個体の体液 (×), 基節液 (●), 唾液 (●), 尿 (▲) の各 Cl^- 濃度と体内 Cl^- 含有量 (▽)。

量を、第 5 図にはブタの血液を経膜法によって吸った場合のダニ体液、基節液、唾液、尿の各 Cl^- 濃度および体内 Cl^- 含有量と、体重との関係を示した。体液の Cl^- は 110~170 meq/l で前種に比べより大きな変異幅があったが、吸血の有無、若ダニ、雌雄に基づくと思われる差異は認め難かった。基節液の Cl^- 濃度は直接宿主吸血の場合には体液のそれより低く、経膜法においてはほぼ同

等の値を示した。唾液の Cl^- 濃度は体液のそれより著しく高く、一方尿中の Cl^- 濃度は著しく低かった。吸血直後の体内 Cl^- 含有量は宿主血液のそれとほぼ同等の値であった。

考 察

フタトゲチマダニとオウシマダニの雌成ダニ体重は吸血によって未吸血時の約 200 倍に増加する激しい変化を示し、またツバメヒメダニと *O. moubata* では、齢期、性、吸血の有無など発育期、栄養状態などの点で著しく違った生理的状态にあったが、これらマダニ類とヒメダニ類の体液 Cl^- 濃度はほぼ一定水準を保っていることが認められた。この恒常性の保持は生体内部環境にはいった変化に対するフィードバック系の存在、すなわち調節機構や器官の存在を示すと考えられる。昆虫類においてはイオン、水分平衡に対しマルピギー器官が主要な役割を占めている (STOBART and SHAW, 1964) が、マダニ科のダニにおいては Na , Cl , 水分などをマルピギー器官を通じてごく少量しか排泄せず (KITAOKA and MORII, 1969), 今回の結果に示されたごとくヒメダニ科の *O. moubata* の尿中への Cl^- 排泄は、二次的重要性をもつとしか考えられない。

ヒメダニ科の基節器官の生理的機能に関しては、BONÉ (1943), LEES (1946) らが *O. moubata* につき解剖・組織学的な観察と平行して、体液と基節液の Cl^- 濃度の相互関係を調べた。また最近 HECKER *et al.* (1969) はその組織学的構造を電顕学および組織化学的に観察し、一般動物の各種汚過器官と共通する能動輸送と関連したミトコンドリアの分布する層の存在を認めている。それら観察の結果、基節器官は体液浸透圧調節器官であるとされ、今回の実験からも同様に結論されるが、その調節能力に関しては次報に報告する予定である。

体内平均 Cl^- 含有量はマダニ科の 2 種では著しく低く、ヒメダニ科の 2 種では宿主血液の Cl^- 含有量とほぼ同等であった。KITAOKA and MORII (1969) らは吸血直後のフタトゲチマダニとオウシマダニの体内、およびそれらの排泄物中に Cl , Na とともにごく少量しか検出されず、ヒメダニ科のダニにおけるような特別の排泄器官を欠くこれらのマダニ科のダニでは、余剰 Cl^- の処理は唾液分泌によって宿主主体に注入還元する経路によってのみ、吸血量に対応する体内 Cl^- 量の不足分が説明されることを示した。また唾液 Cl^- 濃度と Cl^- 不足量に基づき、分泌唾液量は飽血体重より大きいという事実などを明らかにした。マダニ科のダニにおける余剰水分の宿主主体への還元

機能は、別に TATCHELL (1967b) が寄生状態のオウシマダニに $^3\text{H}_2\text{O}$ を注射し、宿主からそれを回収することにより直接的に証明した。

吸血中のヒメダニ類の唾液分泌の状態については、LAVOPIERRE and RIEK (1955) らが *O. moubata* と *O. tholozani* につき、宿主皮膚へのダニ口器挿入部に対する透過光線下での直接的な観察法によって、血液の流入と唾液注入の交代の様相を認めている。また GREGSON (1967) はマダニ科の *Dermacentor andersoni* の吸血部位におけるダニ口器周辺の変化を映画記録方法で記録し、さらに電気生理的方法で唾液分泌、吸血の状態、そのリズムなどを詳細に解析した (GREGSON, 1969)。

これらの研究方法では、唾液分泌の時間的長さを知ることではできても、量的な分泌量を明らかにすることはできない。今回、ヒメダニ科の2種の体内 Cl 含有量は宿主血液のそれとほぼ同様であったことから見て、唾液として Cl の一部は当然宿主に還元されているとしても、吸血量と比較しごく少量であると考えられる。宿主への唾液注入とダニ体への血液の吸入のリズムは、マダニ科のダニで観察されたものと基本的な相違がありそうに思われ、今後電気生理学的手段で証明されるべきであろう。

今回は自然分泌唾液が十分に得られなかったので、pilocarpine 刺激により分泌された唾液について実験した。TATCHELL (1969) はオウシマダニで自然および pilocarpine 刺激唾液中の遊離アミノ酸の組成間には質、量的に差があることを認めているが、体液の Cl 平均濃度 $118.0 \pm 10.9 \text{ meq/l}$ に対し、自然分泌唾液のそれは $129.0 \pm 22.8 \text{ meq/l}$ を得ており、この値に関しては今回の結果と極めて近似するものであった。BALASHOV (1965) はマダニ科の *Ixodes ricinus* と *Hyalomma asiaticum*、その他2属2種、ヒメダニ科の *O. papillipes* などにつき、吸血過程における唾液腺の発育の様相を組織化学的に観察し、細胞の種類の多様性や、時期的な活動性の相違を明らかにし、唾液分泌の質的变化と関連づけている。GREGSON (1969) は吸血期間における吸血リズムの型の経時的な変化を電気生理学的方法で観察し、吸血過程における唾液分泌の型とダニ麻痺 (tick paralysis) 発生の対応を追究している。ダニの唾液は吸血期間において質的にも、量的にも変化していると考えるのが当然であり、今後はより微に入った観点からの唾液分泌との関連性が検討されなくてはならない。

マダニ科とヒメダニ科のダニの間には形態学的にはもちろん、吸血と関連した習性上で顕著な差がある。概括

的にいえば、マダニ科の幼・若・成ダニは約1週間かそれ以上の長い吸血期間をもち、ヒメダニ科では幼ダニのみマダニと同様の長い吸血期間を、若・成ダニでは数分ないし数十分のごく短時間の吸血期間をもつ。ごくわずかの例外として、マダニ科のチマダニ属 *Haemaphysalis* の、*Alloceraea* 亜属数種のダニ、例えばヒゲナガチマダニ *H. (A.) kitaokai* HOOGSTRAAL、の幼・若ダニ期はヒメダニ科のように急速に吸血し (KITAOKA and MORII, 1967)、また *O. moubata* は幼ダニ期に吸血することなく若ダニに変態することなどがあげられる。

両科における吸血時間の相違は、見かけ上の時間的な長短だけにあるものとは思われない。すなわちマダニの吸血過程は表皮の発育や活発な物質代謝の行なわれている成長現象であり (KITAOKA and YAJIMA, 1958; KITAOKA, 1961)、ヒメダニ科のダニやヒゲナガチマダニにおける急速な吸血は、多分成長現象を伴わない単なる血液の体内流入による膨大化であろう。マダニ科のダニは、吸血過程において体液より低浸透圧の宿主血液をとっているが、体温は宿主皮膚温とほぼ同等に高く体表からの水分蒸散量はかなりの量になると考えられる。かつ吸血終期には蓄積血液に対する濃縮作用が行なわれるので、体液の浸透圧は常により高くなる傾向にあるはずで、過剰となる塩分や水分の一部は糞と尿の中に排泄されるとともに、その大部分は連続的に体液浸透圧の恒常性を保つため唾液のかたちで分泌されることであろう。飽血マダニの体内 Cl^- 濃度が著しく低くなっている事実に対しては以下のように考えられる。マダニが吸血後死亡するまでの比較的長い産卵期間中に、肛門から糞や尿の排泄は全く行なわず、体表からのみ水分が失われて体浸透圧は上昇の方向へと一方的に進むことになるので、このような悪影響を軽減するということに意義があるものと言える。

一方、ヒメダニ科のような短時間の吸血者では、吸血は単なる血液の貯留機能であって、吸血終期から終了後にかけて、おもむろに体液恒常性保持のため基節器官が機能を発揮するものであろう。ヒメダニ科の成ダニは吸血後の産卵に続き数回の同様なサイクルが可能であり、サイクル間にわずかな頻度で起こる少量の基節液、尿の排泄が恒常性に対する補助的な働きとして存在していることは確かである。浸透圧調節のための余剰水分、イオンの処理方法における主要両科ダニ間の相違は、吸血習性の相違、すなわち一方は成長、一方は単なる血液の貯留であるところの吸血過程としての質的違いと関連しているものと思われる。

摘 要

マダニ類のマダニ科成ダニの吸血成長過程、またはヒメダニ科の若・成ダニの吸血時における体液浸透圧調節機能の違いを明らかにするため、主要陰イオン成分である Cl^- につき宿主血液、ダニ体液、唾液、基節液、尿、体内での各含有量を比較し、その値の浸透圧調節機能における意義につき検討した。

1) マダニ科のフタトゲチマダニ、オウシマダニはその吸血過程を通じ、またヒメダニ科のツバメヒメダニ、*O. moubata* はそれらの発育段階や吸血条件などの著しい相違にもかかわらず、宿主のそれより常に高い $100 \sim 160 \text{ meq/l}$ のほぼ恒常の体液 Cl^- 濃度値を保った。

2) 唾液 Cl^- 濃度は以上の種類と条件下において体液の Cl^- 濃度に依存しほぼ同等か、それよりわずかに高めの値であった。

3) マダニ類におけるマルピギー管は、昆虫類と比較して Cl^- 平衡の上では二次的器官であると言える。

4) 体液浸透圧の恒常性を保つための余剰水分と塩分の処理は、マダニ科ダニでは主として唾液分泌による宿主への還元により、ヒメダニ科ダニでは基節器官からの分泌により行っており、吸血期間の長短を主とする吸血習性や吸血機構の相違と明らかに関連性があるものと考えられる。

引 用 文 献

- BALASHOV, Yu. S. (1965) Mechanism of salivation and morphologic-histochemical peculiarities of salivary glands in ixodid ticks (Acarina, Ixodoidea). Ent. Obozr. **44**: 785~802. (In Russian).
- BONÉ, G. J. (1943) Recherches sur les glands coxales et la régulation du milieu chez l'*Ornithodoros moubata* MURRAY (Acarina, Ixodidae). Annls Soc. r. zool. Belg. **74**: 16~31.
- GREGSON, J. D. (1957) Experiments on oral secretion of the Rocky Mountain wood tick, *Dermacentor andersoni* STILES (Acarina: Ixodidae). Can. Ent. **89**: 1~5.
- GREGSON, J. D. (1967) Observations on the movement of fluid in the vicinity of the mouthparts of naturally feeding *Dermacentor andersoni* STILES. Parasitology **57**: 1~8.
- GREGSON, J. D. (1969) Electrical observations of tick feeding in relation to disease transmission. Proc. 2nd int. Congr. Acarol. 329~339.
- HECKER, H., P. A. DIEHL and A. AESCHLIMANN (1969) Recherches sur l'ultrastructure et l'histochimie de l'organe coxal d'*Ornithodoros moubata* (MURRAY) (Ixodoidea; Argasidae). Acta Trop. **26**: 346~360.
- KITAOKA, K. and A. YAJIMA (1958) Physiological and ecological studies on some ticks. I. Process of growth by blood-sucking. Bull. natn. Inst. Anim. Hlth, Tokyo No. 34: 135~147.
- KITAOKA, S. (1961) physiological and ecological studies on some ticks. IV. Physiological stage and lipid deposit during the blood-sucking process in tick. Natn. Inst. Anim. Hlth. Q., Tokyo **1**: 85~95.
- KITAOKA, S. and T. MORII (1967) The biology of *Haemaphysalis (Alloceara) ambigua* NEUMANN, 1901 with description of immature stages (Ixodoidea, Ixodidae). Natn. Inst. Anim. Hlth Q., Tokyo **7**: 145~152.
- KITAOKA, S. (1967) Some characteristic features of feeding in ticks. Jap. agric. Res. Q. **4**: 18~21.
- KITAOKA, S. and T. MORII (1969) Ionic and water balance in the feeding process of ixodid ticks. Natn. Inst. Anim. Hlth Q., Tokyo **10**: 34~41.
- LAVOIPIERRE, M. M. J. and R. F. RIEK (1955) Observations on the feeding habits of argasid ticks and on the effect of their bites on laboratory animals, together with a note on the production of coxal fluid by several of the species studied. Ann. trop. Med. Parasit. **49**: 96~113.
- LEES, A. D. (1946) Chloride regulation and the function of the coxal glands in ticks. Parasitology **37**: 172~184.
- SCHALES, O. and S. SCHALES (1941) A simple and accurate method for the determination of chloride in biological fluid. J. biol. Chem. **140**: 879~884.
- STOBART, R. H. and J. SHAW (1964) Salt and water balance: excretion, pp. 189~258, in *Physiology of Insect* III. Academic Press, New York & Lond. 692 pp.
- SUTTON, E. and D. R. ARTHUR (1962) Tick feeding in relation to disease transmission. In Aspects of disease transmission by ticks. Symp. zool. Soc. Lond. No. 6: 223~252.
- TARSHIS, I. B. (1958) A preliminary study on feeding *Ornithodoros savignyi* (AUDOIN) on human blood through animal-derived membranes (Acarina: Argasidae). Ann. ent. Soc. Am. **51**: 294~299.
- TATCHELL, R. J. (1967a) A modified method for obtaining tick oral secretion. J. Parasitol. **53**: 1106~1107.
- TATCHELL, R. J. (1967b) Salivary secretion in the cattle tick as a means of water elimination, Nature, Lond. **213**: 940~941.

- TATCHELL, R. J. (1969) The ionic regulatory role of the salivary secretion of the cattle tick, *Boophilus microplus*. J. Insect Physiol. **15** : 1421~1430.
- TAWFIK, M. S. and S. S. GUIRGIS (1969) Biochemical and physiological studies of certain ticks (Ixodoidea). Experimental feeding of *Argas (Persicargas) arboreus* KÄISER, HOOËSTRAAL and KOHLS (Argasidae) through membranes. J. med. Ent. **6** : 191~195.
- WIGGLESWORTH, V. B. (1937) A simple method of volumetric analysis of small quantities of fluid: estimation of chloride in $0.3 \mu l$ of tissue fluid. Biochem. J. **31** : 1719~1722.

Applied Entomology and Zoology Vol. 6, No. 3 の目次

杉本 毅：キツネノボタンハモグリバエ幼虫個体群の葉内での生存競争について……………	97
宮下和喜：ハスモンヨトウの発育に及ぼす定温および変温の影響……………	105
河合省三・高木一夫：茶園に見出された2種の潜土性ハカマカイガラムシ……………	112
堀 浩二：マキバメクラガメの摂食習性およびその寄主植物に対する害の研究	
Ⅰ．摂食の頻度、時間および量……………	119
須貝悦治・鈴木節子：雄蚕のアホレイト処理と次代の雄性不妊……………	126
中島敏夫：ヤチダモノナガキクイの共棲菌および胞子貯蔵器官について……………	131
短 報	
赤井 弘：幼若ホルモンによるカイコの幼虫令期の延長について……………	132
玉木佳男・野口 浩・湯嶋 健・平野千里：コカクモンハマキ性フェロモンの	
分離、同定および合成……………	139
須貝悦治・鈴木節子：雄蚕のアホレイト処理と次代胚の致死、とくに処理時期	
および処理後の温度による違い……………	141
Chinh-Fun CHANG・田村三郎：カイコ幼虫の変態に及ぼすメチレンジオキシ	
フェニル誘導体の阻害作用……………	143