

# カンザワハダニの交尾時間と次世代の出現性比との関係および交尾に関する二、三の知見

谷 浦 啓 一\*

As to Kanzawa Spider Mites, *Tetranychus kanzawai* KISHIDA, Relation between the Time to Copulate and the Ratio of the Sexes in the Next Generation after Copulation and Some Knowledge on Copulation

Keiichi TANIURA

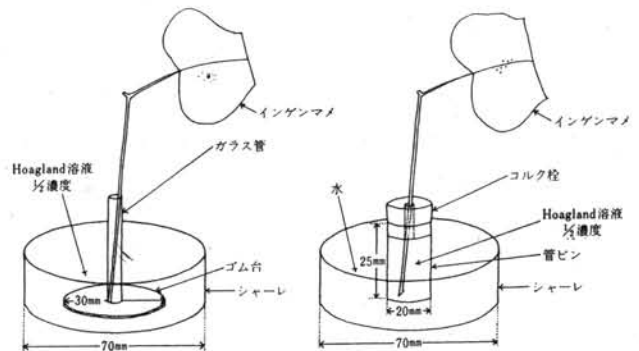
はしがき

カンザワハダニ *Tetranychus Kanzawai* KISHIDA の生態学的特徴に関しては、すでに、刑部<sup>7)</sup>によって報告されているが、生殖生態に関しては、単為生殖を行った場合には仔虫は雄ばかり、有性生殖を行った場合には仔虫は雌と雄が出現することを述べている程度で、本害虫の生殖および次世代の性別に関しては刑部<sup>7)</sup>もほとんどふれていない。また、交尾時間や交尾行動については、堀田<sup>5)</sup>が若干報告している程度で、交尾時間と次世代の出現性比等に関する報告はまったくない。そこで、カンザワハダニに人為的に交尾時間を変えて有性生殖を行わせた場合に、次世代の出現性比がどうなるかを検討し、同時に、次世代の卵～成虫の発育所要日数および交尾に関する行動などを調査、観察したので報告する。

材料および方法

実験は昭和49年9～12月に、農林省茶業試験場で行った。カンザワハダニの寄主としては実験操作の簡単なインゲンマメを使用した。インゲンマメは種子から栽培し、草丈が30cm程度の大きさに達した時に、本葉第一葉だけを残し、第1図に示したように管ビンへ移植した。次に、別のインゲンマメで多頭飼育中のカンザワハダニの中から、なるべく雄成虫に接触されていない約10～20時間後には脱皮を開始すると思われる令期の揃った第3回静止期の雌を絵の具筆でとり出し、1葉に1頭ずつ葉表に同筆で移植した。翌日、すでに脱皮を完了した前記の個体から1cm以内の場所に、なるべく活発に動きまわっている鮮紅色をした雄成虫1頭を移植して、交尾を行わせた。交尾のために雌雄成虫を同一葉に存在させる時間は原則的には60分間とし、最初の30分間に交尾しない場合には、絵の具筆で雌雄成虫を人為的に接近させ交尾を行わせ、種々の交尾時間区を設置した。短

い交尾時間区は交尾を途中で中断させて設置したが、その場合には、絵の具筆で交尾中の雌雄成虫の体を軽くつつき両者を分離させた。60分間経過後は、交尾時間無制限区（雄成虫3頭放飼区）を除き雄成虫を除去した。交尾時間無制限区の雄成虫は2日ごとに、3頭とも更新した。産卵を開始した雌成虫は、1日ごとに、第1図に示したのと同様の新しいインゲンマメに移植し、移植前に雌成虫が居た卵の存在する古い葉は、1日単位で第2図に示した装置に移し、卵が成虫に達するまで固定した。



第1図 カンザワハダニ飼育装置  
注：交尾操作および雌成虫産卵用

第2図 カンザワハダニ飼育装置  
注：卵～成虫飼育用

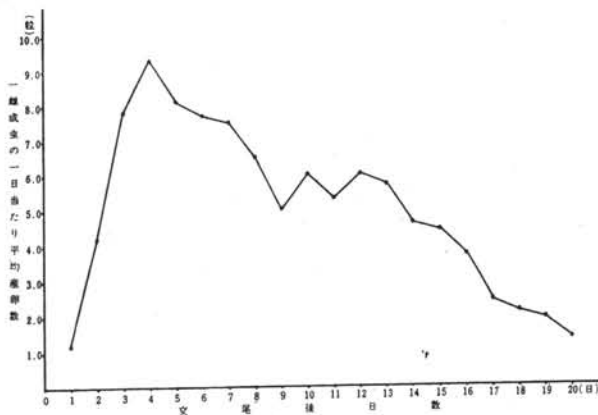
なお、第1図、第2図の装置とも、インゲンマメ栽培水耕溶液はHoagland溶液の $\frac{1}{2}$ 濃度のものを用い、シャーレ内の水耕溶液および水は、実験外のカンザワハダニの侵入を防ぐために、ほとんど毎日とりかえ、オーバーフローするまで注入した。観察は毎日P.M.:0～5時に行った。飼育および実験操作は、地下の恒温室内（指示温度25°C）で行い、カンザワハダニ飼育葉には50～150cm離れた地点から補光のため100w電球2個で照明し、なるべく光源の温度の影響を少なくするために飼育装置は2～3日ごとに移動させた。

\* 茶業センター



示したが、雌成虫は移植操作中に殺してしまう場合が多く、老衰で死ぬまで飼育できたのは24区であった。この24区から、雌成虫の平均生存日数、平均総産卵数を求めると、それぞれ、17.9日、92.2粒（ふ化率100率）であった。カンザワハダニの生存日数および総産卵数は、同一温度条件下で飼育した場合、比較的安定しているという刑部<sup>7)</sup>の助言をもとに、正常な雌成虫を求めるために、生存日数、総産卵数とも平均の75%（13.4日、69.2粒）に達していない区を除去したら22区が残った。それらの雌成虫の生存日数は14~20日、総産卵数は81~139粒に分布し、その平均は18.4日、97.5粒、さらに、日平均産卵数は5.3粒になった。また、この22供試雌成虫のうち、交尾の翌日から産卵を開始した雌成虫は全体の約1/2であり、死亡の前日まで産卵を行った雌成虫は全体の約3/4であった。

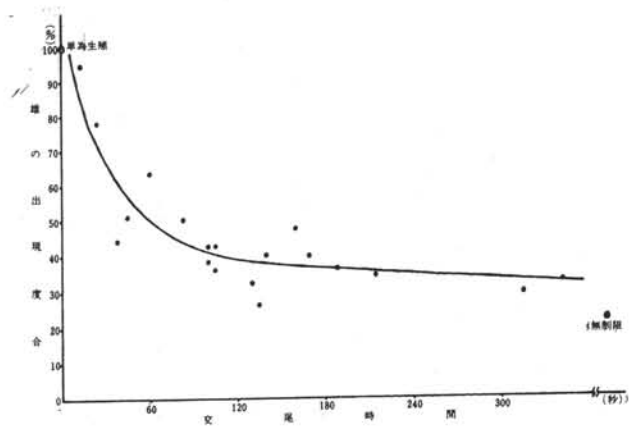
次に、第3表の結果から、雌成虫の産卵の軌道を求めるために、交尾後の日数単位で平均産卵数を表すと、第3図に示したようになり、1頭当たりの産卵数は、交尾3~5日後には8粒以上と多く（最多産卵日は交尾4日後で8.9粒）、交尾6~13日後には5.1~7.7粒となり、交尾16日後からは急激に低下した。



第3図 雌成虫の産卵軌道

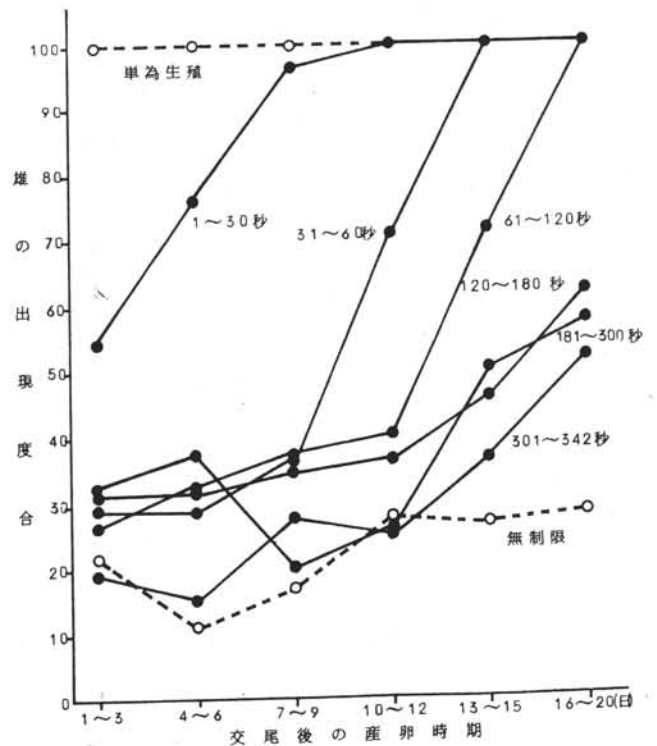
次に、交尾時間と次世代の雄の出現度合との関係を、総雄出現卵数/総産卵数で表すと、第4図に示したようになり、交尾時間が短い程、次世代の雄の出現度合が高くなった。すなわち、交尾時間が31~60秒の雌成虫からは約50%、24秒の雌成虫からは約80%、13秒の雌成虫からは約95%雄が出現したが、交尾時間が120秒以上の雌成虫では、次世代の雄の出現度合に大きな変化がなかった。

次に、交尾時間別の交尾後の産卵時期と次世代の雄の出現度合との関係を知るために、まず、産卵期間中を交尾の翌日から6等分（3日間隔であるが、交尾16日後からは産卵数が少ないので5日間隔）した。それから、



第4図 交尾時間と次世代雄の出現度合との関係

第1表から60分間雌成虫を放飼させ任意に交尾を行わせた区の延交尾時間の平均が185.8秒、第2表から第1回目の平均交尾時間が130秒であること、および第4図で交尾時間60秒以内の雌成虫では次世代の雄の出現度合に変化が大きかったことなどを考慮して、交尾時間を、0秒（単為生殖）、1~30秒、31~60秒、61~120秒、121~180秒、181~300秒、301~342秒、交尾時間無制限に区分した。これらの区分に従って、雄の出現度合を表すと、第5図に示したようになった。



第5図 交尾時間別の交尾後の産卵時期と雄の出現度合との関係

すなわち、雄の出現度合は、交尾時間無制限区を除いて、いずれの区も交尾後の日数の経過とともに高くなって、

たが、交尾時間1～30秒区では、交尾1～3日後から雄の出現度合が50%以上になり、交尾10～12日後には100%雄になった。交尾時間31～180秒の区では、いずれの区も交尾4～6日後までは雄の出現度合は30%前後で変化に乏しかったが、その後は交尾時間の長短によって雄の出現度合に差異が生じた。交尾時間31～60秒区では交尾10～12日後から、交尾時間61～120秒区では交尾13～15日後から雄の出現度合は急激に高くなった。そうして、交尾時間120秒以内の区では、産卵終了期の卵は雄の出現度合が100%に達したが、交尾時間121秒以上の区では、その値は約50～60%にとどまった。なお、対照として行った交尾時間無制限区は1区だけの結果であるが、交尾4～9日後を除き、他はいずれの時期の卵も雄の出現度合は20～30%であった。

3. 交尾時間と次世代の発育所要日数との関係

交尾時間と産下卵が成虫になるまでの所要日数との関係は第4表に示したようになり、交尾時間の長短による発育所要日数の差異は明確ではなかった。ただ、いずれの交尾時間区でも発育所要日数は、雄が雌より若干短かく、全体の平均値は雌が10.3日、雄が9.8日であった。なお、刑部<sup>7)</sup>は、温度とカンザワハダニの発育所要日数との関係について、27.1°Cの恒温で飼育した場合には、卵～成虫の所要日数は雌10.6日、雄10.5日であったと報告している。

第4表 交尾時間と次世代の発育所要日数との関係

総交尾時間 性別	秒											
	342	315	214	188	169	160	140	135	130	105	105	101
♀	10.0	10.3	10.6	10.0	10.1	10.2	10.9	10.2	10.1	10.9	10.1	10.1
♂	9.3	9.6	9.6	9.7	9.6	10.2	10.0	10.0	9.6	10.2	9.8	9.8

総交尾時間 性別	秒										平均
	100	83	60	45	37	24	13	雄為生殖	同左	無制限	
♀	10.1	10.2	10.3	10.2	10.6	10.1	10.3	—	—	10.1	10.3
♂	9.9	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.2	9.8	9.7	9.8

4. 交尾に関する2, 3の観察

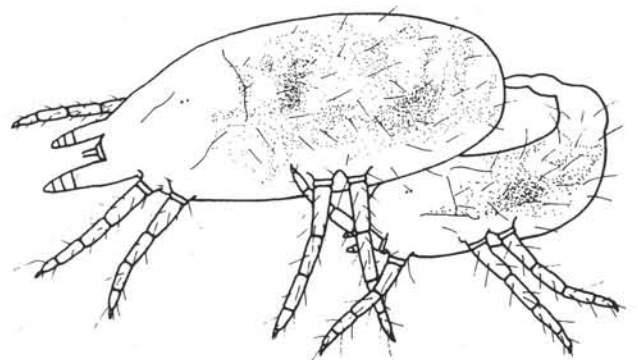
(1) 雌雄成虫の交尾行動

第3回静止期の雌の脱皮期が近付くと、雄成虫は雌の脱皮作業を手伝う場合が多々あり、完全に脱皮していない雌と交尾を行っているものもいた。雄成虫は交尾に際し、雌成虫に近付くと、その後方にまわり尻部や後脚に前脚でさわった。この場合、雌成虫が処女であれば、2割前後は接触されたその場所で、すぐに交尾へと進展した。一万、8割前後は接触されると、すぐに逃げだすが、その逃げ方は挑発的であり、5mm程度移動しては停まり、

再度雄成虫の接触を待つ。これらの行動を2～3回繰返すうちに雌雄成虫は交尾へと進展した。この場合、雌成虫が、すでに2～3日前以内に交尾完了のものであれば、最初に雄成虫に接触されただけで勢いよく逃げだし、数分間は停まらずに動き続けた。この雌成虫は、雄成虫がむりやり交尾しようとしないう限り、交尾には応じなかった。また、雌成虫が処女であっても産卵開始後10日以上経過したものや、交尾完了雌成虫でも産卵開始後5日以上経過したものは、雄成虫がむりやり交尾しようとしても、後脚を葉にからませ絶対に尻部を浮かさず、交尾のポーズをとらなかつた。

交尾に際し、雄成虫は積極的であるが、なかでも成虫に達して2～3日を経過した鮮紅色をした活動力豊かな雄は、特に積極的で、ちなみに最終脱皮後の日数を変えた雌雄成虫の交尾実験例をみると、成虫になってから2～3日を経過した処女雌と未交尾雄を組み合せた場合には、出会い後20秒以内にはほとんどのカップルが交尾を行った。前記の精力豊かな未交尾雄成虫を、1頭の処女雌成虫に対し5頭放したら、雌成虫の獲得争いがおこり、力の強い雄成虫が交尾を行った。争いに負けた雄成虫は交尾中の雌成虫にさえも側面から交尾のポーズをとった。また、交尾中の雌雄成虫の近くで、争いに負けた雄成虫同志で交尾のポーズをとることもあった。これらの現象は、交尾の経験がある雄成虫にはみられなかつた。なお、未交尾、既交尾雄成虫をこみにして行った第1表の実験では60分間に交尾したカップルと、しなかつたカップルの割合は31:27であった。

交尾に際し、雄成虫は前脚で雌成虫に接触した後は、背後から雌成虫の体の上に前脚を5秒前後のせて、前脚を動かした。その後、雄成虫は雌成虫の尻部から腹部にもぐり込み(この場合、雌成虫は、雄成虫がもぐり込みやすいように軽く尻部を浮かせた。)第6図に示したように、尻部をはねあげて、光沢ある挿入器(陰莖、雄交尾器)を突出させ交尾した。この場合、雄成虫は第1脚を雌成虫の腹部または体側部からませ、雌成虫の動きを



第6図 カンザワハダニの交尾

止めてしまった。交尾後、雌成虫はその場に留まる場合が多いが、雄成虫は活発に動きまわった。そうして、第2回目の交尾に際しては、雄成虫の前脚での操作は、第1回目の交尾の場合に比較すると極めて簡単であった。

### (2)産卵開始後の雌成虫の外観

成虫になった直後の雌は、尻部が突出しているが、年令が進むにつれて尻部は丸く、巾広くなった。この現象は交尾した雌成虫では未交尾の雌成虫より早く現れた。また、雌成虫は交尾の有無に関係なく、年令が進むにつれて体背部が丸く盛りあがり、反対に体腹部は凹んだ。雌成虫の体色は産卵開始2~3日目から、未交尾、既交尾に関係なく暗紫色に変化し、さらに、体表には横縞状のひだのようなものが数本できた。そうして、この横縞状のひだのようなものは、年令が進むにつれて、深く、あざやかになった。また、産卵開始13日目頃から暗紫色の体表は縦縞状(種々の斑があるが、縦縞状が多い)に、体後部 $\frac{1}{3}$ 程度の部分が脱色をはじめた。しかし、この縦縞斑が現われる時期は、体表が暗紫色に変化する時期や、体表に横縞状のひだのようなものができる時期ほど明確ではないが、死亡前日の雌成虫の9割前後が、この斑をもっていた。そうして、この斑が現われ、後記の橙黄色がかった卵を産下した雌成虫は、翌日必ず死んでいた。

### (3)雌成虫の葉上における産卵習性と産下卵の外見的特徴

第3回静止期の雌を葉表に移植した場合、脱皮は移植された場所で行われ、交尾させないで、そのまま産卵させると8割以上が、その場所で産卵を続けた。しかし、脱皮後に交尾した雌成虫は、葉表で脱皮したのもので、はゞ10割が葉裏に移動して産卵した。そうして、一度葉裏に産卵し始めた雌成虫は決して葉表には産卵しなかった。しかし、産卵を開始してから10日以上経た雌成虫は、同じ葉裏に産卵するにしても、1箇所にとどめて産卵することは少なく、1~2粒ずつ離れた場所に産卵した。また、産卵開始直後と終了直前の2~3粒の卵は、雌成虫の未交尾、既交尾に関係なく、橙黄色がかった色をしていて、他の時期の卵と異っていた。

## 考 察

### 1. 交尾時間と回数について

カンザワハダニの交尾時間と回数については、すでに堀田<sup>5)</sup>によって、交尾時間は、第1回目が120秒前後で以後回数を増すに従って減少して行き、交尾回数は4~5回であることが報告されているが、本実験の結果も、はゞ堀田<sup>5)</sup>と同様の値を得ている。なお、堀田<sup>5)</sup>は温度条件を15.5~26.0°Cまでを5段階に区分して実験を行っているが、この範囲内では交尾時間と回数に差異はな

かった。本実験の結果(指示温度25°C)も、堀田<sup>5)</sup>の結果と比較すると、交尾時間は20.0°C、交尾回数は26.0°Cの値にむしろよく似ていた。

### 2. 交尾時間と次世代の出現性別との関係について

カンザワハダニの交尾の有無と次世代の出現性別との関係については、すでに、堀田<sup>5)</sup>や刑部<sup>7)</sup>によって報告されているが、交尾時間と次世代の出現性別との関係を扱った報告はない。本実験の結果によると、交尾時間が短くなるに従い、また、交尾後の産卵時期が遅くなるに従って、次世代の雄の出現度合が高くなった。ところで、カンザワハダニの染色体はまだ観察されていないが、最近、HELLE<sup>4)</sup>やGUTIERREZ<sup>3)</sup>らがTetranychidae科のBryobia, Eurytetranychus, Eotetranychus, Neotetranychus, Schizotetranychus, Oligonychus, などの属はもちろんのことカンザワハダニと同じTetranychus属のT. roseus GUTIERREZから無作為に採取した卵から8と4の染色体数を観察していること、さらに、T. tumidus BANKSから無作為に採取した卵から12と6、未交尾の雌成虫の産下卵から6の染色体数を観察していることなどから、カンザワハダニはdiploid(受精卵:雌)とhaploid(未受精卵:雄)の染色体構成をしていると考えられる。そのため、交尾に際し雌成虫の体内に注入された精子の量と次世代の性決定とは密接な関係があるであろう。このことから、交尾時間の長短と次世代の性別との関係を見ると、第3表や第4図から明らかなように、産下卵全体に対する雄の出現度合は、交尾時間0秒(単為生殖:未交尾)のものでは100%、1~30秒のものでは87.4%、31~60秒のものでは53.9%、61~120秒のものでは41.7%、121~180秒のものでは30.6%、そうして交尾時間無制限(雄成虫3頭放飼区)のものでは21.7%であった。ところで、江原・真梶<sup>2)</sup>はTetranychinae亜科の多くの種では、雌雄の比は3:1前後の観察が多いと述べている。さらに、交尾後の産卵時期の早晚と次世代の出現性比との関係を見ると、第3表や第5図から明らかなように、雄の出現度合は、交尾時間1~30秒のものでは54.5~100%、31~60秒のものでは29.4~100%、61~120秒のものでは26.5~100%、121~180秒のものでは31.4~61.9%、181~300秒のものでは32.3~57.1%、301~304秒のものでは19.0~51.5%と、交尾後産卵開始期から終了期に至るまで雄の出現度合はほとんど低下せずに(若干181~300秒のものが乱れている)増加を続けた。また、その増加の度合は、交尾後の産卵時期が遅れるに従い高くなった。なお、長時間交尾させた場合や時間無制限に交尾させた場合のように、精子が雌成虫の体内に十分存在していると思われる場合でも、いずれの時期(日単位)に産下された卵からも必ず雄が出現した。

次に、精子が雌成虫の体内に注入されてから受精するまでの過程を交尾の多少との関連で考えてみると、精子数の多少やその活性は、より一層受精率ひいては次世代の出現性別に大きく影響するものと考えられる。なぜならば、SMITHら<sup>6)</sup>らは種々のTetranychusを調査し、受精のうから輸卵管に精子が移動する管がないので、精子は細胞内をしみ通って行き、輸卵管内の卵に達するのであると述べていることから、カンザワハダニも他のTetranychusと同様に、体の構造上、受精のう口と輸卵管とは離れた箇所であり、受精のうから輸卵管に通じる道ははっきりしてなくて、精子は雌成虫の細胞内をしみ通って行き、受精するものと思われるからである。

### 3. 交尾時間と産卵数、産卵日数、母虫の寿命および仔虫の発育所要日数との関係について

交尾の有無と産卵数、産卵日数、母虫の寿命および仔虫の発育所要日数などとの関係については多くの報告があり、真梶<sup>8)</sup>は多くのハダニ類について、交尾の有無は産卵前期間、産卵数、母虫の寿命にはほとんど影響しないといわれていると、まとめている。本試験でも、交尾時間の長短と産卵数、産卵日数、母虫の寿命および仔虫の発育所要日数との関係をみたが明確な差異はなかった。

### 4. 交尾に関する2, 3の観察について

交尾に際し、雌成虫の行動が受動的で、雄成虫の行動が能動的であったが、このことはハダニ類以外の動物をみても理解できる。なお、CONEら<sup>1)</sup>は、最終静止期の雌に雄成虫が集まって来る現象には性フェロモンが関係していることを明らかにしている。次に、産卵開始後の雌成虫の外観であるが、ダニの体表のしわ、条線、点刻などは、皮膚のうち表角度が関与してつくられているという報告<sup>2)</sup>があることから、老化とともに変化するのは当然であろう。

### 摘 要

カンザワハダニについて、交尾に関する実験と調査、観察を行い、次の結果を得た。

1. 脱皮後15時間を経過していない処女雌成虫に活動力豊かな雄成虫を放すと、両者は出会い後30分以内に1~数回交尾した。第1回目の交尾時間は約130秒で、第2回目以後の交尾時間は第1回目より短かった。両成虫の出会い後30分以内における延平均交尾時間は185.8秒であった。
2. 交尾時間の長短は、次世代の出現性別に大きく影響し、交尾時間の短い程、次世代の雄の出現度合が高くなった。また、交尾後の産卵時期が遅くなるに従って次世代の雄の出現度合が高くなり、一度、雄卵ばかり産下された翌日からは、決して雌卵は産下されなかった。
3. 雌成虫が生産にわたり雌卵を産下するのに必要な最

低交尾時間は約120秒であった。しかし、十分交尾した雌成虫でも総産下卵の約 $\frac{1}{3}$ は雄卵を産下した。

4. 交尾時間の長短は、産卵数、産卵日数、母虫の寿命および仔虫の発育所要日数へ影響を及ぼさなかった。
5. 雌雄成虫の交尾行動に関しては、雌成虫は受動的、雄成虫は能動的であった。産卵開始後の雌成虫の外観は、経時的に老化現象を呈した。

本報は、著者が農林省茶業試験場における長期研修中(1974年9~12月)に行った研究結果をまとめたものである。

終りに臨み、実験の指導をいただいた農林省果樹試験場盛岡支場(前農林省茶業試験場)刑部勝室長ならびに器材を使用させていただいた農林省茶業試験場河合惣吾場長、塘二郎前場長、さらに、長期国内研修の機会を与えて下さった三重県農業技術センター竹内博所長ならびに同茶業センター横山俊祐場長、伊藤忠男前場長に深く感謝の意を表す。

### 引用文献

- 1) CONE, W. W., L. M. MCDONOUGH, J. C. MAITLEN & S. BURDAJEWICZ (1971a) : Pheromone studies of the twospotted spider mite. I. Evidence of a sexpheromone, *J. Econ. Ent.*, 64, 355~358.
- 2) CONE, W., S. PREDKI & E. C. KLOSTERMEYER (1971b) : Pheromone studies of the twospotted spider mite. 2. Behavioral response of males to quiescent deutonymphs, *J. Econ. Ent.*, 64, 379~382.
- 3) 江原昭三・真梶徳純 (1975) : 農業ダニ学, 全国農村教育協会, 27, 137.
- 4) GUTIERREZ, J., W. HELLE & H. R. BOLLAND (1970) : Étude cytogénétique et réflexions phylogénétiques sur la famille des Tetranychidae Donnadieu, *Acarologia* 12, 732~751.
- 5) HELLE, W. & H. R. BOLLAND (1967) : Karyotypes and sex-determination in spider mites (Tetranychidae), *Genetica* 38, 43~53.
- 6) HELLE, W., J. GUTIERREZ & H. R. BOLLAND (1970) : A study on sex-determination and karyotypic evolution in Tetranychidae, *Genetica* 41, 21~23.
- 7) 堀田雅三 (1928) : 茶の赤壁蝨に関する研究, 静岡県農会報, No. 32, 53~54, 67~73.
- 8) J. W. SMITH & H. B. BOUDREAUX (1972) : An autoradiographic search for the site

of fertilization in spider mites, Ann.  
Ento. Soc. America, vol. 65, No. 1, 69~74.  
7) 刑部勝(1967) : カンザワハダニの生態学的研究,

茶業試験場研究報告, 4, 35~156.  
8) 真堀徳純(1970) : ハダニの生態, 農業時代, No.  
98, 98~104.

### Summary

Some experiments, investigations, and observations were performed as for the copulation of Kanzawa spider mites.

The result were as follows.

- 1) When an active male adult met a virginal adult in case 15 hours have not passed since she molted at the 3rd time, they copulated several times within 30 minutes. The time of the first copulation was about 130 seconds. After the second, the time of their copulation was getting shorter than first time. The total of the average copulating time was 185.8 seconds.
- 2) The ratio of the sexes in the next generation was remarkably affected by the length of the copulating time, and the shorter it was, the higher was the ratio of males in the next generation. Besides, the later were the days she spawned after copulation, the higher it was. The female eggs was never spawned the next day after she came to spawn only male ones.
- 3) The minimum of the copulating time was about 120 seconds which the female adult needed to spawn the female eggs all her life. But, about 30 per cent of all the eggs were male ones, even if it had enough time to copulate.
- 4) The length of the copulating time made no difference of the number of eggs, the number of the days for spawning, the length of the female's life and the number of the days necessary to grow from an egg to an adult.
- 5) With regard to their copulating behaviors, the female takes a passive attitude and the male, the active one. After starting to spawn, she was gradually getting older in appearance as time went on.