コナヒョウヒダニ若虫の長期発育休止（休眠） の室温における終結時期について

彭城 郁子 須藤 千春

名古屋大学医学部医動物学教室（〒466 名古屋市昭和区鶴舞町 65）

（受領：1990年9月3日）

The termination of prolonged quiescence (diapause)
in the house dust mite, *Dermatophagoides*
farinae at room temperature

Ikuko SAKAKI and Chiharu SUTO

Department of Medical Zoology, Nagoya University School of
Medicine, Showa-ku, Nagoya 466, Japan

Key words: *Dermatophagoides farinae*, house dust mite, diapause, quiescence,
overwintering.

はじめに

ヒョウヒダニ類の分布・生息は多くの環境要因によって影響されるが、個体群増殖における最も重要な制限要因は相対湿度であるといわれている (Wharton, 1976). ダニが水分平衡を保持するのに必要な最低相対湿度、つまり臨界平衡湿度 (CEH) はコナヒョウヒダニ (*Dermatophagoides farinae*, *D. f.* と略す) では温度依存的で 55~68% (Arlian and Veselica, 1981), ヤケヒョウヒダニ (*D. pteronyssinus*, *D. p.*) では 73% である (Arlian, 1975). CEH 以下では、ダニは脱水により数日から2週間以内ぐらいに死亡してしまう (Arlian, 1977; Brandt and Arlian, 1976). しかし生態学的調査によると、冬期の暖房した室内では相対湿度が 30~60% の期間が数カ月間も継続するのにもかかわらず、ヒョウヒダニ類の生存個体が認められ、月平均相対湿度が 50~60% を超える 4~6 月から個体群増殖が始まると報告されている (Bronswijk, 1973; Dusbábek, 1975; Arlian *et al.*, 1983).

このような実験室内研究結果と生態学的調査結果の矛盾に対し、これまでに二つの仮説が提唱されてきた。その1は冬期の CEH 以下の室内においても微気象学的に

はダニの生存を保障する微小環境が存在するという仮説であるが、微気象を測定することは困難であり、実証されていない (Arlian and Veselica, 1981). その2は乾燥に耐性の長期発育休止前若虫 (prolonged quiescent protonymph, 休止若虫と略す) で越冬するという仮説 (Arlian *et al.*, 1983) であるが、休止若虫に関する生態学的研究は少なく、この仮説の可否は検証されていない。

われわれは *D. f.* 前若虫にみられる発育休止の誘導、維持、終結に関与する要因および実験室内における休止期間などについて検討し、*D. f.* の発育休止は一種の休眠とみなせる現象であると報告した (彭城ら, 1990; 須藤・彭城, 1990). 本報では *D. f.* 休止若虫出現の生態学的意義の一端を明らかにする目的で、室温における発育休止の終結時期について検討した。

材料と方法

用いたコナヒョウヒダニ (*D. f.*) は当教室でラット・マウス用固形飼料の粉末 (日本クレア社, 東京) と乾燥酵母粉末 (エビオス社, 東京) を 1:1 に混合した飼料を与え、温度 25°C, 相対湿度 (RH) 75% で累代飼育中のものである (彭城ら, 1990). 1988 年 5, 6, 7 月

Fig. 1 Number and cumulative percentage of moult and death in resting/quiescent nymphs of *D. farinae* (Group A, 1,045 nymphs in total), and maximum and minimum temperatures at the termination of overwintering.

The mites dispersing from culture bottles were collected in late May 1988. They were incubated at 25°C and 75% RH, without food until November, thenceforth, at room temperature. Overwintered nymphs, 378 in 1988; 18 in 1989. ■, No. of nymphs moulted; ▨, No. of nymphs dead; ●, percent of nymphs moulted; □, percent of nymphs dead.

および1989年9月に発育休止に入った5群（グループA, B, C, D, E）の若虫をそれぞれの年の11月から室温に静置して、1990年6月まで脱皮あるいは死亡する個体を定期的に実体顕微鏡下で調査した。

グループAは1988年5月下旬に累代飼育中の個体群より得られた1,045個体の休止若虫を用いた。休止若虫は観察容器（直径1.5×高さ3.5 cmの管ビン）の内壁上部あるいは蓋として用いたパラフィルムに固着していた。管ビンに固着したダニは分離せず、そのまま観察し、観察後再び管ビンをパラフィルムで覆った。パラフィルムに固着したダニはパラフィルムを適当な大きさに切り、凹みの直径1 cm、深さ0.5 mmのホールスライドグラスに入れ、スライドグラスで覆い、ダブルクリップで閉じた。これらを飽和食塩水で相対湿度を調節したプラスチック製密閉容器内に静置し、調査開始後5カ月間（1988年10月まで）は25°Cで、6カ月目の11月からは一家庭の温・湿度を調節していない北側の部屋に移した。このグループについては1988年6月からの観察結果を表示した。

グループB, C, およびDはそれぞれ1988年5月、6月、および7月に休止状態に入った個体群で、これらのダニは固着していたろ紙などの基質から分離し、ホールスライドグラスに20個体ずつ入れ、25°C, 75% RHの

条件下に10月まで静置した。11月に、本研究のためにそれぞれのグループに65, 183, 288個体の休止若虫を供試し、室温に移した。

1989年9月に休止状態に入ったグループEでは299個体を供試し、管ビンおよびホールスライドグラスの両方法を用いたグループAと同様な方法で観察した。休止若虫の観察時に部屋の最高、最低温度を1989年3月から6月まで測定した。

結 果

休止若虫1,045個体を用い、1988年6月から1990年6月まで調査したグループAの結果をFig. 1に示した。全体で85.5%が脱皮し、13.9%が死亡し、残りの0.7%は現在（1990年6月）も休止状態にある。観察初期の3カ月間に54.1%が脱皮し、9.8%が死亡したが、9月以降には脱皮あるいは死亡する個体はみられなくなり、378個体（約36%）が越冬した。これらのうち、308個体は1989年4月下旬から6月にかけて脱皮し、1988年6月からの累積脱皮率は84.0%、越冬個体群の累積脱皮率は81.2%であった。その後8月、10月に各5個体の脱皮がみられたが、18個体が再び越冬し、1990年4月に10個体（1989年越冬個体の55.6%）が脱皮した。越冬個体群の死亡率は11.4%であった。

Table 1 Moults and death of overwintered quiescent nymphs incubated at room temperature.

Group	Time of entering quiescence	No. of overwintered nymphs examined	No. of nymphs moulted during April to June 1989 and 1990 (%)	No. of nymphs dead during November to June (%)
A	May/1988	378	318 (84.1)	43 (11.4)
B	May/1988	65	46 (70.8)	19 (29.2)
C	June/1988	183	162 (88.5)	21 (11.5)
D	July/1988	288	264 (91.7)	20 (6.9)
E	Sep./1989	299	142 (47.5)	104 (34.8)

Nymphs had been kept quiescent at 25°C, 75% RH, without food until November and then incubated at room temperature in a house room.

1988年5, 6, 7月および1989年9月に发育休止し, 11月から室温に静置, 観察したグループB, C, D, Eの脱皮率および死亡率をグループAの結果とともに Table 1 に示した. グループBでは1989年4月に55.4%, 5月に15.4%が脱皮し, 残りの29.2%は死亡した. グループCでは, 1989年4月に61.7%, 5月, 21.3%, 6月, 5.5%が脱皮し, 死亡率は11.5%であった. グループDでは, 1989年4月から6月にかけて260個体, 90.6%が脱皮し, 死亡率は6.6%であった. このグループでは8個体(2.8%)が1989年に再び越冬し, そのうちの4個体は1990年4月に脱皮し, 残り4個体のうち, 2個体は死亡し, 2個体は現在でも休止状態にある. グループEでは, 休止初期の1989年12月までに約10%の個体が脱皮したが, 1990年1~3月には脱皮個体はみられなかった. 4月から脱皮個体が出現しはじめ, 6月までの累積脱皮率は約58%, 累積死亡率は約35%であった. 残りの約7%の個体は現在でも休止状態にある. 休止若虫を静置した部屋の最高温度は4月上旬までは18°C以下であったが, 4月中旬以後は18°Cを超えることが記録された.

考 察

Arlian *et al.* (1983) は, 室内塵中のヒョウヒダニ類(おもに *D. f.*) の個体群動態と集団構造の季節的变化を調査し, 個体群増殖の始まる4月と5月に後若虫の割合が急激に上昇することを見だし, 休止若虫越冬説を提唱した. しかし发育休止の持続期間, 終結時期および終結に関与する要因などが明らかでないため, 休止若虫出現の生態学的意義は明確ではなかった. 本研究では, 5月から9月に休止状態になった5群の *D. f.* 休止若虫を飽和食塩水で湿度を調節した密閉容器に入れ, 11月から室温に静置し, 发育休止の終結・脱皮時期について検討した.

グループAでは供試個体の約51%が調査開始3カ月間以内(6月から8月)に脱皮したが, 9月以後は脱皮個体はみられず, 約36%が越冬した. その約81%は4~6月(おもに5月)に脱皮し, 7月以後の脱皮個体は少数であった. 再び越冬した個体群の約56%も翌年の4月に脱皮した. これらの結果から, 5月に休止状態になった越冬若虫の室温における脱皮時期は, おもに翌年の4月から5月であることが判明した. 休止初期の3カ月間には脱皮あるいは死亡する個体はかなり見られ, いわば发育休止の不安定期と呼ぶことができ, その後は脱皮あるいは死亡する個体がきわめて少ないことから安定期と呼ぶことができる. 休止に関するこのような個体間差異の原因は不明であるが, 随時休眠する昆虫においては休眠率, 休眠期間および休眠強度などに個体変異が観察されている(Andrewartha, 1952).

グループB, C, D, Eでも越冬した休止若虫の脱皮のピークは4月下旬から5月中旬であり, 一斉に脱皮し, 他の時期に脱皮する個体はきわめて少数であった. また越冬休止若虫の死亡率は約7%から35%と低く, 休止若虫が耐寒性であることが示唆された. 9月に发育休止に入ったグループEでは比較的高い死亡率がみられた(約35%). これは休止不安定期の若虫が低温に遭遇したことによると考えられる. これらの結果から5月から9月の *D. f.* 個体群の増殖期(宮本・大内, 1976; Arlian *et al.*, 1983)に休止状態になった若虫は室温下で越冬し, 休止状態になった時期に関係なく, 翌年の4月から6月に一斉に脱皮, 发育することが判明した.

室温に静置した休止若虫群の休止期間は7カ月から1年と推定されるが, 1年以上の個体もあったことは注目される. 特にグループAとDでは少数ながら2年以上の個体もあった(休止の持続は1990年11月まで観察されている). このような发育休止の長期持続には, 休止若虫の水分透過性および呼吸能がきわめて低く, 一種の閉

鎖系であることが関係していると考えられる。すなわち、*D. f.* の休止若虫では相対湿度 33 % および 43 % において少なくとも 1 カ月間は生存可能であり (彭城ら, 1990), また活動若虫の体内水分の半減期は約 20 時間であるが, 休止若虫では約 160 日と長く水分透過性は実際上ゼロに近いこと, および酸素消費量は活動若虫の約 1/30 であることなどが報告されている (Ellingsen, 1975, 1978)。

われわれはまた 25°C, 75 % RH の環境下の発育休止期間は 7 ~ 8 カ月であり, 休止を終結した若虫の脱皮には 18°C, 55 % RH 以上の温・湿度が必要であることをすでに報告した (彭城ら, 1990)。本調査の条件下でも, 休止若虫を静置した部屋の最高温度が 18°C を超えた 4 月下旬から脱皮個体が出現し始めることが観察された。そこで, 室温に静置した休止若虫の 4 ~ 5 月における脱皮は休止期間 (7 ~ 12 カ月) と同時に温度の上昇によることが示唆される。しかし, 4 ~ 6 月以外の時期に脱皮した休止若虫はきわめて少数であったこと, および二度越冬した個体群も大部分が 4 月に脱皮したことなどは, 温度条件のみでこの時期の脱皮を説明することは不十分であることを示し, 光周性の関与の可能性も示唆される。

D. f. 休止若虫は室温で越冬できること, およびその脱皮・発育時期が個体群増殖の開始期にあたることなどの観察結果は, 越冬した休止若虫が夏期における個体群増殖の源になっていることを示唆している。すなわち, *D. f.* の長期発育休止若虫は休眠に相当する生態学的意義 (Tauber and Tauber, 1976) をもつ適応型であると考えられる。今後, さらに温・湿度条件, 光周期などと休眠終結との関係および室内塵中の *D. f.* 個体群の動態, 集団構造の季節的変化などについて検討し, 上記の仮説を検証したいと考えている。

まとめ

コナヒョウヒダニの前若虫にみられる長期発育休止の生態学的意義の一端を明らかにする目的で, 1988 年 5, 6, 7 月および 1989 年 9 月に休止状態に入った 5 群の若虫を飽和食塩水で湿度を調整した密閉容器に入れ, それぞれの年の 11 月から室温に静置して, 脱皮する個体を 1990 年 6 月まで調査した。その結果, 発育休止に入った時期にかかわらず, 室温で越冬した休止若虫は, 4 月から 6 月に一斉に脱皮し, 他の時期に脱皮する個体はきわめて少数であることが示された。この結果はコナヒョウヒダニ個体群内で越冬した休止若虫が, 夏期における個体群増殖の源になっていることを示唆するものと考えられた。

本研究を行うにあたり, 終始ご指導くださり, 本稿をご校閲くださった名古屋大学熊田信夫名誉教授に感謝します。

引用文献

- Andrewartha, H. G. (1952): Diapause in relation to the ecology of insect. *Biol. Rev.*, **27**: 50-107.
- Arlian, L. G. (1975): Dehydration and survival of the European house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus*. *J. Med. Entomol.*, **12**: 432-442.
- Arlian, L. G. (1977): Humidity as a factor regulating feeding and water balance of the house dust mite, *Dermatophagoides farinae* and *D. pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Med. Entomol.*, **14**: 484-488.
- Arlian, L. G. and M. Veselica (1981): Reevaluation of the humidity requirements of the house dust mite, *Dermatophagoides farinae* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Med. Entomol.*, **18**: 351-352.
- Arlian, L. G., P. L. Woodford, I. L. Bernstein and J. S. Gallagher (1983): Seasonal population structure of the house dust mites, *Dermatophagoides* spp. (Acari: Pyroglyphidae). *J. Med. Entomol.*, **20**: 99-102.
- Brandt, R. L. and L. G. Arlian (1976): Mortality of house dust mites, *Dermatophagoides farinae* and *D. pteronyssinus*, exposed to dehydrating conditions or selected pesticides. *J. Med. Entomol.*, **13**: 327-331.
- Bronswijk, J. E. M. H. van (1973): *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897) in mattress and floor dust in a temperate climate (Acari: Pyroglyphidae). *J. Med. Entomol.*, **10**: 63-70.
- Dusbábek, F. (1975): Population structure and dynamics of house dust mite, *Dermatophagoides farinae* (Acari: Pyroglyphidae) in Czechoslovakia. *Folia Parasitol.*, **22**: 219-231.
- Ellingsen, I. J. (1975): Permeability to water in different adaptive phases of the same instar in the American house dust mite. *Acarologia*, **17**: 734-744.
- Ellingsen, I. J. (1978): Oxygen consumption in active and quiescent protonymphs of the American house dust mite. *J. Insect Physiol.*, **24**: 13-16.
- 宮本詢子, 大内忠行 (1976): 新築家屋, 一般家庭でのヒョウヒダニ類の季節変動について. *衛生動物*, **27**: 251-259.
- 彭城郁子, 須藤千春, 伊藤秀子 (1990): コナヒョウヒダニ若虫における発育休止の出現および終了について. *衛生動物*, **41**: 227-234.
- 須藤千春, 彭城郁子 (1990): コナヒョウヒダニ前

若虫における長期発育休止（休眠）の誘導・持続・終結に関与する要因について. 衛生動物, **41**: 301-307.

Tauber, M. J. and C. A. Tauber (1976): Insect seasonality: Diapause maintenance, termination and postdiapause development. *Annu. Rev. Entomol.*, **21**: 81-107.

Wharton, G. W. (1976): House dust mites. *J. Med. Entomol.*, **12**: 577-621.

Summary

To elucidate the ecological role of prolonged quiescence (diapause) in proto- and/or pharate tritonymphs of the house dust mite, *Dermatophagoides farinae*, five groups of nymphs which became quiescent at different periods in

May, June, July 1988 and September 1989, were placed in a house room from November of the each year until June 1990. They were incubated over saturated sodium chloride solution in a tightly fitted plastic box. Most of the nymphs in each group overwintered and terminated quiescence almost synchronously during the period from April to June (mainly, May) of the following year, irrespective of the time when they entered into quiescence. A few nymphs continued quiescence for over 1 year, and most of them overwintered again and also moulted in April. These results suggest that the prolonged quiescent nymphs have a key role in regulating the population dynamics of the mites with their ability to overwinter and to provide breeding stocks for the population growth in spring through summer.