ブドウおよびマメに寄生するカンザワハダニ個体群の 生活史パラメータ

近藤 章・平松高明・逸見 尚

岡山県立農業試験場

Life History Parameters of Grape- and Bean-adapted Populations of the Kanzawa Spider Mite, *Tetranychus kanzawai* KISHIDA (Acarina: Tetranychidae) on Grape and Bean. Akira KONDO, Takaaki HIRAMATSU and Takashi HENMI (Okayama Prefectural Agricultural Experiment Station, Sanyo-cho, Okayama 709-08, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **31**: 291-296 (1987)

Life history parameters of the grape (*Vitis vinifera* L.)—adapted *Tetranychus kanzawai* population (Gp) and the bean (*Phaseolus vulgaris* L.)—adapted one (Bp) were investigated on grape and bean, and were compared between populations or host species. On grape leaf, as Gp showed a higher survival rate of immature stages, developed more quickly and showed a higher oviposition rate than Bp, the value of r_m was greater for Gp than for Bp. On bean leaf, however, these differences between the two populations were not observed. The r_m values of both populations were much greater on bean leaf than on grape leaf.

緒 言

ハダニ類は産雄単性生殖によって母子交配することもあり、また移動力も小さいので個体群が隔離されやすい。個体群が何らかの要因で隔離された場合、特定の寄主植物への適応が進みやすいと考えられる (たとえば、森, 1954; SNETSINGER, 1964; JESIOTR and SUSKI, 1976; JESIOTR et al., 1979; GOULD, 1979)。

本研究で扱ったカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* KISHIDA は寄主範囲がきわめて広く、日本ではチャ、ナシ、施設ブドウをはじめとする各種の作物の重要害虫となっている (刑部, 1967; 逸見, 1977; 内田, 1982)。露地栽培のブドウでは発生密度が低く、ほとんど問題にされていないが、施設栽培ではしばしば大発生し、大きな問題となっている (逸見, 1977; 宮崎, 1980; 井上ら, 1986)。ガラス室のような閉鎖環境に他から侵入したカンザワハダニ個体群の一部が隔離された場合、もとの個体群と異なる諸特性 (たとえば、発育・増殖などの生活史パラメータ) を示すことが予想される。

本研究ではカンザワハダニのブドウ寄生個体群とインゲンマメ寄生個体群のブドウにおける生活史パラメータに違いがあるか否か、また寄主植物をインゲンマメに変えた場合それらの特性がどのように変化するかを明らか

にしようとした。

本文に入るに先立ち、本稿のご校閲をいただいた京都大学農学部助教授・高藤晃雄博士、果樹試験場安芸津支場・芦原 亘技官および当試験場長・藤井新太郎博士、有益なご助言をいただいた当試験場・田中福三郎専門研究員および岡山県立金川高等学校・津田良夫博士に深く感謝の意を表する。

材料および方法

岡山農試内のガラス室ブドウ (マスカット・オブ・アレキサンドリア, 10 年生) および鉢植えのインゲンマメ (本金時) に寄生するカンザワハダニ個体群 (以下それぞれ Gp, Bp) を 1985 年 8 月 27 日に採集し、採集した雌成虫を直接実験に供試した。なお、実験に用いたブドウ葉、マメ葉はどちらもハダニを採集した寄主植物と同じ品種である。

ブドウ個体群 (Gp) についてはブドウ未成熟葉 (G_1)、ブドウ成熟葉 (G_2) およびマメ葉 (B) で生活史パラメータを調べた。一方、マメ個体群 (Bp) については本研究では G_1 , G_2 でのみ調査し、B については KONDO and TAKAFUJI (1985) のデータを用いた (Fig. 1)。ここで、 G_1 は展葉後約 1 か月で肉質は比較的軟らかく、表皮は黄緑色であった。一方、 G_2 は成熟しきった葉で、肉質

Fig. 1. Schematic diagram of the mite populations used in this study and the host plants provided to them.

はかなり硬化しており、表皮は暗緑色であった。Bは展葉してまもない子葉で表皮は緑色であった。なお、*Tetranychus* 属のマメでの産卵数は未成熟葉におけるほうが成熟葉におけるよりも多いため (HENNEBERY, 1962; WATSON, 1964; CANNON and CONNELL, 1965), ここでは未成熟葉に限った。

直径 9 cm, 深さ 2 cm のプラスチックシャーレに水で湿した脱脂綿を入れ、その上に 1.3 cm 平方の各植物の葉片を裏面が上になるように置いた。そこに各個体群のハダニの雌成虫を接種し、24時間産卵させた後 1 卵ずつに調整した。以後すべての個体が死亡するまで 24 時間ごとに幼・若虫の発育および脱脂綿上での溺死数を、成虫化後は産卵数を調査した。なお、雌が成虫化した時点で雄成虫を 1 匹ずつ 24 時間導入して交尾させた。供試葉

の更新は 5 日ごとに行った。また実験は $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$, 70~90% RH, 全明条件下で行い、内的自然増加率の計算では雌比を 0.7 とした。

結 果

Table 1 は両ハダニ個体群のブドウ葉とマメ葉における卵のふ化率、成虫化率および幼・若虫のうち脱脂綿上で溺死した個体の割合を示す。卵のふ化率には処理区間でほとんど差がなかった。成虫化率についてはそれぞれの寄主植物で Gp と Bp を比較すると、ブドウ葉では葉の成熟度にかかわらず、Gp のほうが Bp よりも有意に高く、個体群間に差がみられたが、マメ葉では個体群間に有意な差がみられなかった。一方、それぞれの個体群を寄主植物間で比較した場合、成虫化率は両個体群ともにマメ葉におけるほうがブドウ葉よりも有意に高く、またブドウ葉のうちでは G₁ におけるほうが G₂ よりも有意に高かった。脱脂綿上での溺死率は成虫化率との間に負の相関がみられた。これは成虫化率の高い好適な餌では葉片からの脱出は起こりにくいが、成虫化率の低い不適な餌では葉片からの脱出が起こりやすいためと考えられる。

Table 1. Effect of host species and quality on the egg hatchability, survival rate of immature forms and the proportion of individuals which were drowned on water-soaked cotton during the immature stage in the two *T. kanzawai* populations from grape and bean

	Combination of mite populations and host plants*					
	Gp → G ₁	Gp → G ₂	Bp → G ₁	Bp → G ₂	Gp → B	Bp → B**
Egg hatchability	96.9 (97) ad	97.0 (99) ad	90.0 (100) bc	94.1 (102) abc	99.0 (95) a	94.5 (1732) cd
% mature	78.2 (87)	47.3 (74)	27.2 (81)	5.7 (53)	90.9 (88) a	91.0 (67) a
% drowned	10.6 (94) b	26.0 (96) a	21.1 (90) a	51.0 (96)	7.5 (94) bc	1.5 (68) c

* See Fig. 1. ** Data from KONDO and TAKAFUJI (1985). Numerals in parentheses indicate the number of individuals tested. Percentages followed by the same letter in a line are not significantly different at 5% level (z-test).

Table 2. Effect of host species and quality on developmental times of the immature female stages of the two *T. kanzawai* populations from grape and bean

Stage	Combination of mite populations and host plants*				
	Gp → G ₁ (48)	Gp → G ₂ (32)	Bp → G ₁ (20)	Gp → B (68)	Bp → B (37)**
Egg	4.50 ± 0.05 a	4.16 ± 0.09 b	4.05 ± 0.14 b	4.15 ± 0.05 b	4.39 ± 0.02 a
Larva	3.81 ± 0.41 a	2.50 ± 0.11	4.10 ± 0.58 a	0.87 ± 0.03 b	0.94 ± 0.02 b
Protochrysalis	1.15 ± 0.05 a	1.06 ± 0.04 a	1.05 ± 0.05 a	0.85 ± 0.02 b	0.82 ± 0.02 b
Protonymph	2.41 ± 0.19	1.47 ± 0.09	3.00 ± 0.45	0.82 ± 0.02 a	0.68 ± 0.02 a
Deutochrysalis	1.05 ± 0.04 a	1.06 ± 0.06 a	1.10 ± 0.07 a	0.79 ± 0.24 b	0.84 ± 0.02 b
Deutonymph	2.47 ± 0.19	1.66 ± 0.14	3.45 ± 0.50	0.88 ± 0.07 a	0.80 ± 0.02 a
Telochrysalis	1.29 ± 0.07 ab	1.44 ± 0.09 a	1.40 ± 0.11 a	1.08 ± 0.04 c	1.15 ± 0.02 bc
Total	16.75 ± 0.56	13.34 ± 0.29	18.15 ± 0.80	9.44 ± 0.09 a	9.62 ± 0.03 a

* See Fig. 1. ** Data from KONDO and TAKAFUJI (1985). Numerals in parentheses indicate the number of individuals tested. Values (mean ± S.E.) followed by the same letter in a line are not significantly different at 5% level (DUNCAN'S multiple range test).

Table 2 は各寄主植物における雌の発育日数を示す。ただし、Bp の G₂ における成虫化率はきわめて低かったため (Table 1), データを省略した。卵から成虫までの総発育日数は G₁ では Gp のほうが Bp よりも有意に短かったが、B では個体群間に有意な差が認められなかった。また、各個体群を寄主植物間で比較すると、総発育日数は両個体群とも B におけるほうが G₁ よりもはるかに短く、Gp では G₂ におけるほうが G₁ よりも有意に短かった。ステージ別発育日数は G₁ においては卵および静止期で個体群間に有意な差がみられず、活動期で有意な差がみられる傾向があった。したがって、卵から成虫までの総発育日数の差は活動期の差を反映したものである。このことは Gp の G₁ と G₂ における総発育日数の差についても同様である。一方、B でのステージ別発育日数は静止期、活動期ともに個体群間に有意な差が

認められなかった。また、各個体群を B と G₁, G₂ で比較した場合、両個体群ともに卵期を除いて、静止期、活動期を問わず B におけるほうが G₁, G₂ よりも有意に発育日数が短かった。なお、G₂ における発育日数のほうが G₁ よりも短いことは、Table 1 の G₁ での成虫化率が G₂ よりも高いという結果と矛盾するように見える。これは G₂ では葉が硬化しているためハダニが口針を挿入しにくく、成虫化率は G₁ におとるが、口針挿入に成功すれば G₁ よりもハダニにとって栄養価が高いため、発育日数は G₁ よりも短くなったものと思われる。このような葉の栄養価あるいは物理的条件がハダニの発育に影響することはよく知られている (たとえば、VAN DE VRIE et al. 1972)。

Table 3 は雌成虫の各期間の長さを示す。それぞれの寄主植物で個体群間の比較をした場合、G₁ ではどの期

Table 3. Effect of host species and quality on the length of various periods of the adult stages of the two *T. kanzawai* populations from grape and bean

Periods (days)	Combination of mite populations and host plants*				
	Gp → G ₁	Gp → G ₂	Bp → G ₁	Gp → B	Bp → B**
Pre-oviposition	5.73 ± 0.55 (45) a	2.06 ± 0.16 (32) b	6.17 ± 0.72 (18) a	1.12 ± 0.04 (68) c	1.30 ± 0.03 (37) bc
Oviposition	15.59 ± 1.13 (46) ab	18.84 ± 0.82 (31) a	12.80 ± 1.97 (20) b	16.23 ± 1.00 (47) ab	16.36 ± 0.98 (27) ab
Post-oviposition	4.93 ± 0.50 (44) a	6.81 ± 0.79 (31) a	6.33 ± 1.60 (18) a	2.51 ± 0.33 (47)	4.77 ± 0.69 (27) a
Total adult longevity	28.01 ± 1.20 (46) a	28.06 ± 1.22 (31) a	25.20 ± 1.82 (20) ab	19.87 ± 1.13 (47) c	22.42 ± 1.08 (27) bc

For symbols see Table 2.

Fig. 2. Age specific survival and oviposition rate of the two *T. kanzawai* populations from grape and bean. Survival rate indicates the proportion of the number of individuals which survived at each age. Oviposition rate indicates the mean number of eggs oviposited per surviving female. For symbols see Fig. 1.

Table 4. Population parameters of the two populations of *T. kanzawai* on grape and bean

	Combination of mite populations and host plants*				
	Gp → G ₁	Gp → G ₂	Bp → G ₁	Gp → B	Bp → B**
Age at first reproduction (days)	22.48±0.87 (45) a	15.41±0.31 (32)	23.67±1.15 (18) a	10.56±0.10 (68) b	10.92±0.04 (37) b
Average number of eggs per day during period of oviposition	0.89±0.06 (46) a	1.62±0.09 (31) a	0.85±0.14 (20) a	9.33±0.33 (47) b	8.74±0.35 (27) b
Total number of eggs per female	13.22±0.88 (46) a	29.65±1.60 (31) a	10.35±1.60 (20) a	149.90±9.04 (47) b	142.19±9.71 (27) b
Mean generation time, <i>T</i> (days)	29.11	22.84	29.56	19.11	19.00
Net reproductive rate, <i>R</i> ₀	7.24	11.50	2.39	97.59	82.08
Intrinsic rate of natural increase, <i>r</i> _m per day	0.074	0.115	0.031	0.286	0.268

For symbols see Table 2.

間についても個体群間に有意な差はなく、B でも産卵期間を除き、個体群間に有意な差は認められなかった。一方、各個体群を寄主植物間で比較した場合、産卵期間を除き、両個体群とも B におけるほうが G₁, G₂ よりも有意に短かった。また、Gp での G₁ と G₂ における有意な差は、産卵前期間が G₂ におけるほうが G₁ よりも有意に短いほかは認められなかった。

Fig. 2 は齢別生存・産卵曲線を示す。G₁ における齢別産卵数は両個体群ともほぼ同じ低いレベルで推移し、明瞭なピークをもたなかった。このことは Bp は Gp よりもブドウ葉では成虫化率は低い、成虫化した個体の産卵数は Gp と差がないことを示している。一方、Gp の G₂ における齢別産卵曲線は18日目にピークに達し、変動しながら徐々に減少し、ピーク時の産卵数は G₁ とくらべて2〜3倍多かった。このことはブドウ葉では G₂ におけるほうが G₁ よりも発育日数が短いこと (Table 2) とよく符合した。なお、Bp では G₂ で成虫化した個体がきわめて少なかったが (Table 1)、齢別産卵数は G₁ における場合と同様、Gp とほぼ同じパターンを示した。B における Gp の齢別産卵数は14日目にピークに達し、その後急激に減少し、ピーク時の産卵数は G₁ の10倍、G₂ の約4倍であった。この結果は B における Bp のそれとよく一致した (KONDO and TAKAFUJI, 1985 参照)。なお、井上ら (1986) もカンザワハダニのインゲンマメ葉における産卵数がブドウ葉よりも明らかに多いことを報告している。生存曲線については区間で幼・若虫期の生存率が異なること、B での成虫の死亡が17日目から起りはじめ、他の区よりも約10日早いことを除けば、その減少パターンに顕著な差はなかった。

以上の結果をもとに Table 4 は両個体群の各寄主植物における増殖に関するパラメータを示す。それぞれの寄主植物で個体群間の比較をした場合、G₁ では初産齢、日当り産卵数、総産卵数には個体群間に有意差がなく、平均世代時間 (*T*) もほとんど差がなかったが、純増殖率 (*R*₀)、内的自然増加率 (*r*_m) は Gp のほうが Bp よりも大きかった。これは両個体群の幼・若虫期の生存率の差を反映したものである。一方、B では個体群間で初産齢、日当り産卵数、総産卵数に有意な差はなく、*T*, *R*₀, *r*_m にもほとんど差がなかった。次に、各個体群をそれぞれの寄主植物間で比較した場合、両個体群とも初産齢は B におけるほうが G₁, G₂ よりも有意に短く、日当り産卵数、総産卵数も有意に多いため、*R*₀, *r*_m の値は B におけるほうが G₁, G₂ よりもはるかに大きかった。また、Gp では日当り産卵数、総産卵数には G₁ と G₂ で有意差はなかったが、初産齢は G₂ におけるほうが G₁ よりも有意に短く、*T* も G₂ のほうが短かった。そのため、*R*₀, *r*_m の値は G₂ におけるほうが G₁ よりも大きかった。なお、Bp の G₂ における *R*₀, *r*_m は成虫化率がきわめて低い (Table 1) ため、処理区のなかでは最も小さい値を示した。

考 察

内的自然増加率 (*r*_m) を適応度の指標とすると、カンザワハダニ Gp, Bp 両個体群のブドウおよびマメへの適応度は次のように要約される。すなわち、マメへの適応度には個体群間に差がないがブドウへのそれには差があり、ブドウ個体群のほうがマメ個体群よりも高い。また、両個体群ともマメへの適応度のほうがブドウへのそ

れよりも高い。言い換えれば、ブドウからマメへの寄主転換は容易であるが、その逆は困難であるといえよう。したがって、ガラス室に侵入し、そこで適応しているカンザワハダニ個体群を Gp, もとの個体群を Bp と考えた場合、ブドウにおける両個体群の適応度には差があることから、Gp にくらべ Bp がブドウで良好に増殖できるようになるためには一定の時間、あるいは条件が必要であると推察される。

カンザワハダニは露地栽培ブドウではほとんど発生しないが、ガラス室栽培ブドウではしばしば大発生する(逸見, 1977)。この原因の一つには、野外ではブドウへの適応が困難なためブドウでの発生が少ないが、ガラス室という閉鎖環境に侵入した場合には、他に好適な寄主植物がほとんどないために、ブドウで個体群を維持することを余儀なくされており、高温・乾燥という増殖に好適な物理的条件下でブドウへの適応に成功し、大発生に至ることが考えられる。なお、露地栽培ブドウにおけるカンザワハダニの天敵類に関する報告がないため、露地栽培ブドウとガラス室栽培ブドウにおけるカンザワハダニの発生の違いに及ぼす天敵類の影響について比較することはできないが、ガラス室ブドウではカンザワハダニのおもな天敵類として、ケナガカブリダニ (*Amblyseius longispinosus* (EVANS), ハダニアザミウマ *Scolothrips* sp., タマバエの 1 種 *Feltiella* sp., ハネカクシの 1 種 *Oligota kashmirica benefica* NAOMI など) が観察され(井上ら, 1983), 農薬を散布した場合、これらの天敵類に悪影響を与え、カンザワハダニが多発することから、天敵類がカンザワハダニの発生を抑える上で重要な役割を果たしていることが報告されている(井上ら, 1986)。

寄主植物の転換がハダニ類の生存率、産卵数に与える効果についての実験はナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCH, ニセナミハダニ *Tetranychus cinnabarinus* (BOISDUVAL) でなされている(DABROWSKI and MARCZAK, 1972; GERSON and ARONOWITZ, 1980)。これらはマメで累代飼育したハダニ個体群を他の寄主植物に移して増殖パラメータを調べ、もとの個体群のそれと比較しているが、1 世代についてのみの調査であるため、世代の経過とともに増殖パラメータがどう変化するかという点については明らかでない。

GOULD (1979) はナミハダニにおいて、マメとハダニ抵抗性キュウリを同時に与えて飼育した系統とマメだけで飼育した系統を比較し、前者は 8~16 世代で後者よりマメでの生存率が低くなることを示した。JESIOTR and SUSKI (1976), JESIOTR et al. (1979) はマメとバラの各寄

生系統のナミハダニにおいて、寄主植物を相互に変えて 10 世代飼育し、再びもとの寄主植物に戻すと、最初 r_m の値はもとの系統のそれよりも小さくなり、2~3 世代後にはもとの系統とほぼ同じレベルにまで回復することを示した。また、芦原(未発表)はカンキツで累代飼育したニセナミハダニをマメで数世代飼育し、再びカンキツに戻すと、カンキツでの発育率が低下することを示した。これらは、ハダニ類では寄主植物への適応がかなり短期間で起こることを示唆している。

本研究において、ブドウ個体群のマメでの r_m の値はわずか 1 世代後にはマメ個体群のマメでのそれとほぼ同じレベルであることから、その後世代を重ねても r_m の値は同レベルを維持すると思われる。一方、マメ個体群のブドウ葉での成虫化率はブドウ個体群よりもはるかに低かったが(Table 1), 成虫化した個体の産卵数はブドウ個体群のそれとほぼ同じであったこと(Fig. 2)から、マメ個体群がブドウに寄生した場合でも、ガラス室のように増殖に好適で、しかも隔離された条件下であれば、比較的短時間のうちにブドウで良好に増殖するようになるものと思われる。

摘 要

カンザワハダニのブドウ(マスカット・オブ・アレキサンドリア)寄生個体群(Gp)とインゲンマメ(本金時)寄生個体群(Bp)のブドウおよびマメで飼育した場合の生活史パラメータを調査し、それを個体群間、寄主植物間で比較した。ブドウ葉では、Gp のほうが Bp よりも幼・若虫の生存率が高く、発育日数が短く、産卵数も多いため、 r_m はより大きかった。しかし、マメ葉では個体群間に差がみられなかった。また、両個体群ともにマメ葉でのほうがブドウ葉よりも r_m がはるかに大きかった。

引 用 文 献

- CANNON, W.A. and W.A. CONNELL (1965) Populations of *Tetranychus atlanticus* McG. (Acarina: Tetranychidae) on soybean supplied with various levels of nitrogen, phosphorus, and potassium. *Entomol. Exp. Appl.* 8: 153—161.
- DABROWSKI, Z.T. and Z. MARCZAK (1972) Studies on the relationship of *Tetranychus urticae* KOCH and host plants. I. Effect of host plant species. *Pol. Pismo. Entomol.* 42: 821—855.
- GERSON, U. and A. ARONOWITZ (1980) Feeding of the carmine

- spider mite on seven host plant species. *Entomol. Exp. Appl.* **28**: 109—115.
- GOULD, F. (1979) Rapid host range evolution in a population of the phytophagous mite *Tetranychus urticae* KOCH. *Evolution* **33**: 791—802.
- 逸見 尚 (1977) 施設内作物へのチリカブリダニの放飼—ガラス室ブドウ—。チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除 (森 樊須・真梶徳純 編)。東京: 日本植物防疫協会, pp. 75—78.
- HENNEBERRY, T.J. (1962) The effect of host plant nitrogen supply and age of leaf tissue on the fecundity of the two-spotted spider mite. *J. Econ. Ent.* **55**: 799—800.
- 井上晃一・芦原 亘・刑部正博 (1983) 施設栽培ブドウのカンザワハダニの天敵について。応動昆虫学会報 **25**: 1—6.
- 井上晃一・刑部正博・芦原 亘・浜村徹三 (1986) ガラス室栽培ブドウにおけるカンザワハダニの発生要因の解析—農薬散布がハダニとその天敵の発生に及ぼす影響—。果樹試報 **E 6**: 103—116.
- JESIOTR, L.J. and Z.W. SUSKI (1976) The influence of host plants on the reproduction potential of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* KOCH (Acarina: Tetranychidae). *Ecol. Pol.* **24**: 407—411.
- JESIOTR, L.J., Z.W. SUSKI and T. BADOWSKA-CZUBIK (1979) Food quality influences on a mite population. In: *Recent Advances in Acarology* (J.G. RODRIGUEZ, ed.), New York, San Francisco and London: Academic Press, Vol. 1, pp. 189—196.
- KONDO, A. and A. TAKAFUJI (1985) Resource utilization pattern of two species of tetranychid mites (Acarina: Tetranychidae). *Res. Popul. Ecol.* **27**: 145—157.
- 宮崎 稔 (1980) ハウスブドウの現況と害虫防除の方向。農薬通信 **111**: 19—23.
- 森 樊須 (1954) リンゴハダニの生態学的研究。II. リンゴ及びナシ間における *Metatetranychus ulmi* 成体の寄主選択。応動 **19**: 92—95.
- 刑部 勝 (1967) カンザワハダニの生態学的研究。茶試研報 **4**: 35—156.
- SNETSINGER, R. (1964) Variation in mites belonging to the genus *Bryobia*. *Ann. Ent. Soc. Amer.* **57**: 220—226.
- 内田正人 (1982) ナシ園におけるハダニ類の発生と被害に関する研究。特に休眠性の生態学的特性。鳥取果樹試特報 **2**: 1—63.
- VAN DE VRIE, M., J.A. MCMURTRY and C.B. HUFFAKER (1972) Ecology of tetranychid mites and natural enemies: a review. III. Biology, ecology and pest status, and host-plant relations of tetranychids. *Hilgardia* **41**: 343—432.
- WATSON, T.F. (1964) Influence of host plant condition on population increase of *Tetranychus telarius* (LINNAEUS) (Acarina: Tetranychidae). *Hilgardia* **35**: 273—322.