

落葉果樹におけるクワオオハダニの発生生態と薬剤感受性

住友化学工業株式会社 藤^{ふじ}本^{もと}博^{ひろ}明^{あき}

はじめに

クワオオハダニ *Panonychus mori* YOKOYAMA は、従来ミカンハダニ (*Panonychus citri* (McGREGOR)) の休眠系統と呼ばれていたが、EHARA and GOTOH (1992) によって別種として再記載された。ナシ、モモなどの落葉果樹に発生する旧ミカンハダニに、休眠系統と非休眠系統が存在することは古くから知られ(真梶, 1961 a, b), 休眠性以外に寄生性(真梶, 1961 b; OSAKABE, 1987 a など)や卵径(真梶, 1961 a など)などが両系統間の相違点として指摘されてきた。その後、両系統間に完全な生殖隔離が存在することが明らかになる(TAKAFUJI and FUJIMOTO, 1985 など)とともに、両系統間の比較研究が生化学的(刑部, 1984; OSAKABE, 1987, a, b)及び形態学的(国本ら, 1991 など)な側面から進められ、ミカンハダニの休眠系統すなわちクワオオハダニがミカンハダニとは独立した種として認識されるに至った。

クワオオハダニはカンキツでは発育できないため、カンキツではミカンハダニだけが発生するが、両種共通の寄主植物であるナシ、モモでは、両種が発生し得る(TAKAFUJI and MORIMOTO, 1983; 真梶ら, 1986 など)。この結果、落葉果樹における両種それぞれの発生生態は、これまで同一種とみなされていたこともあって必ずしも正確にとらえられていないと考えられる。もちろん、これまでに報告された室内実験の多くは、休眠性を区別して実施されているので、休眠系統を用いて得られた結果をクワオオハダニのそれとみることは可能である。しかし、野外における調査となると、両種を区別することが困難なことから、両種を区別して得られた調査結果は少なくなる(TAKAFUJI and MORIMOTO, 1983; 孫ら, 1988 など)。

本稿では、筆者らが岡山県の実験において実施した野外調査の結果を中心に、クワオオハダニの発生生態に関するこれまでの知見を整理し紹介する。そして、ミカンハダニとの種間関係に焦点を当て、クワオオハダニを取り巻く生態学的並びに実用防除上の問題点を考察したい。

I 発生分布

クワオオハダニは春～秋にかけては葉上に非休眠卵を

産んで数世代を繰り返すが、秋には短日と低温によって休眠が誘起され休眠卵を枝梢上に産下し、休眠卵で越冬する。したがって、クワオオハダニの地理的分布を明らかにするには、枝上の休眠卵の有無を調べればよい。真梶(1961 a)は主要果樹の枝上の休眠卵を調べることによって、落葉果樹におけるクワオオハダニ、ミカンハダニ、リンゴハダニ *Panonychus ulmi* (KOCH) 3種の地理的分布を報告している。これによれば、ナシ、モモではおおむね瀬戸内から関東南部の本州沿岸を境にしてクワオオハダニがそれより北の地域に、ミカンハダニが南に分布している。そして、より高緯度、より高標高になるにつれて、クワオオハダニはリンゴハダニに置換されていく。しかし、その後の調査によって、クワオオハダニとミカンハダニの分布境界線付近にあるナシ、モモでは、晩夏から秋にかけて両種が混在し、しかも混在地域が比較的広い範囲に及んでいることが明らかにされている(真梶ら, 1986; 藤本・平松, 投稿中など)。一例として岡山県の実験における両種の発生分布を図-1に示した(藤本・平松, 投稿中)。調査した12地域のうち、クワオオハダニは最南に位置する1地域を除く11地域で、ミカンハダニは北部の3地域を除く8地域において発生が認められた。また、両種の優占度をみると、おおむねより南の地域でミカンハダニの発生頻度が高い傾向が認められた。そして、リンゴハダニは唯一高標高地にあった新見市草間においてのみ発生が認められた。このように両種の混在地域が広い範囲に及ぶのは、本来、落葉果樹では越冬できないミカンハダニ(TAKAFUJI and FUJIMOTO, 1986 など)が、かなり高緯度であってもカンキツなどの常緑樹では越冬可能であり、夏期には落葉果樹に侵入し、個体群を一時的に形成することが可能だからである。したがって、真梶(1961 a)が行った卵での調査結果は、クワオオハダニの分布域を示してはいるが、ミカンハダニの落葉果樹での発生域を正確には示してはいない。クワオオハダニの分布する地域でどの程度の範囲においてミカンハダニが混在しているかについては、今後の詳細な調査が求められよう。一方、クワオオハダニも最近その境界線よりも南にある福岡県甘木市のナシ(山田・野田, 1985)や、愛媛県松山市のカミエビ(荻原ら, 1992)での発生が認められ、本種の分布域についても再確認が必要となっている。

Biology and Susceptibility to Acaricides of *Panonychus mori* YOKOYAMA on Deciduous Fruit Trees. By Hiroaki FUJIMOTO

それぞれの増殖率に有意な影響を与えることが予想される (TAKAFUJI, 1986; 1988)。実験的に示された両種間の生殖干渉が、実際に野外条件下でも起こるとするならば、両種が同所的かつ同時に発生するだけでは不十分で、少なくともいずれかの種が種間交雑を起こすほどの密度レベルに達することが必要であろう。果たして、そのような条件が野外で整うであろうか。

図-2に岡山県のごく近接した三つのモモ園で得られたクワオオハダニとミカンハダニの発生活消長の代表的なパターンを示す (FUJIMOTO et al., 投稿中)。両種の発生量は互いに極めて近接した園であるにもかかわらず園ごとに大きく異なり、それぞれクワオオハダニだけの発生、ミカンハダニだけの発生、そして両種の発生が認められた。このためこの調査結果は、単独発生時と両種混在時とを比較する上で好都合なデータとなっている。クワオオハダニ単独園では、5月から7月後半までは発生密度が低く推移するが、その後は増加し、8月上旬及び10月前半にピークを示す場合と、10月上旬にのみピークを示す場合が認められる。この発生パターンは過去にナシで得られたパターンとよく一致している。一方、ミカンハダニ単独園では、7月下旬まではほとんど全く発生しないが、8月にはいと増加し始め、9月以降は急増するパターンを示した。このパターンもツゲが隣接するナシ園

での例 (国本ら, 1993) を除けば、これまでのナシでの報告ときわめて類似している。そして、混在園での両種それぞれの発生パターンも基本的には各単独園での発生パターンと大きく異なることはなかった。つまり、単独であれ、混在であれ両種それぞれの発生パターンは基本的には共通している。

このような発生パターンから考えると、両種間での種間交雑は9月以降に起こる可能性が高いと考えられる。事実9月中旬に両種が混在するモモ樹から雌成虫を採集し、産んだ卵の性比を調べたところ、混在園内の各樹ごとに出現頻度は異なるものの、雌の子孫を全く産出しない雌成虫が両種において存在し、両種間の生殖干渉が野外条件下でも起こることが確認された。また、その生殖干渉の程度は各樹における両種の発生密度比に依存していた。さらに、回帰直線の勾配の比較から明らかなように、ミカンハダニによるクワオオハダニへの生殖干渉がその逆よりも強い傾向が認められた (FUJIMOTO et al., 投稿中; 図-3)。この事実、先に述べた実験結果、すなわち、種間交雑によって、その後の種内交雑が無効になる程度が、クワオオハダニでより強いことを反映した結果とみることができる。

以上のように、両種間での生殖干渉が野外でも起こり、クワオオハダニにより不利に働くことから、両種混

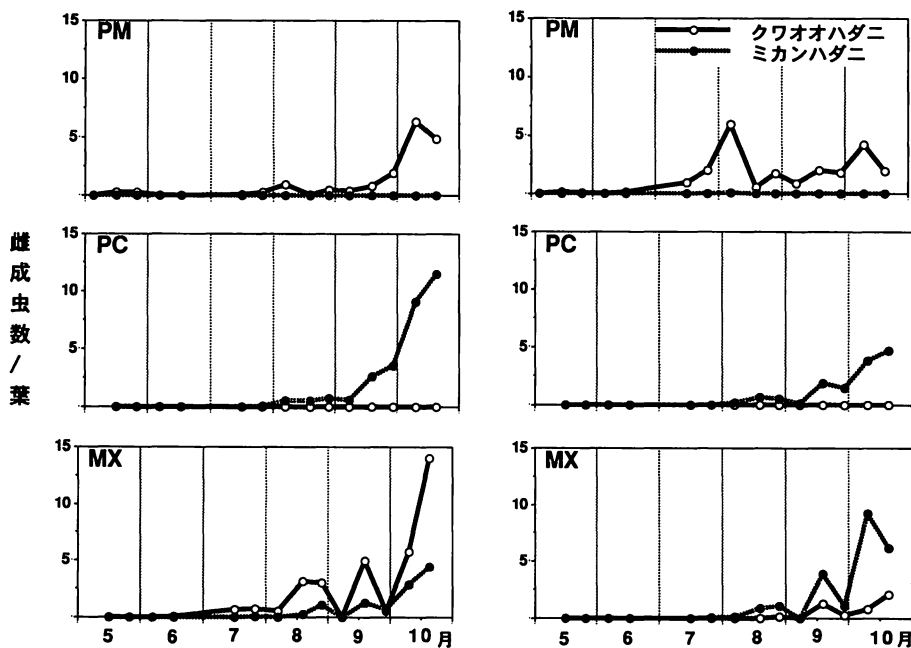


図-2 岡山県のモモにおけるクワオオハダニとミカンハダニの発生活消長 (FUJIMOTO et al., 投稿中)。図はそれぞれ調査園における代表樹での雌成虫の密度推移を示す。
PM: クワオオハダニ単独園; PC: ミカンハダニ単独園; MX: 両種混在園。

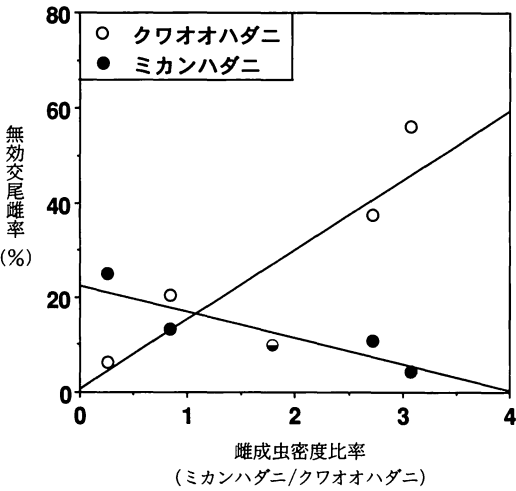


図-3 クワオオハダニとミカンハダニ兩種混在園における無効交尾雌(雌の子孫を全く産出しない雌成虫)の出現率(%)と兩種の発生比率との関係(FUJIMOTO et al., 投稿中).
各点は樹ごとに得られた値を示す.

在園では秋以降において生殖干渉によるクワオオハダニ個体群の密度抑制が予測される。しかし、この時期はクワオオハダニの休眠卵産下時期に当たる(TAKAFUJI and MORIMOTO, 1983; 藤本・平松, 未発表など)ため、個体群動態への影響は判然とは表れてはこない。ところが、混在園で得られたクワオオハダニの休眠卵の性比を調べてみると、子世代に雌が生じない雌成虫が高率で認められた樹から採集された休眠卵の雌比が著しく低下しており、やはり生殖干渉がクワオオハダニにとって不利に働いていることが明らかとなっている(FUJIMOTO et al., 投稿中; 表-1)。そして、これがひいては、クワオオハダニが気候的には発生可能な岡山県南部に分布できない、あるいは定着しない一つの要因として働いているものと考えられる。これらの調査結果だけでは、生殖干渉の効果がさほど大きくないのではないかとの印象を与えるかもしれないが、生殖干渉の効果は兩種の発生密度に強く依存するため、ミカンハダニが落葉果樹に侵入する時期や侵入する個体群の大きさによっては、兩種の密度に極端な差が生まれ、きわめて短期間のうちに一方の種が排除されている可能性が考えられる。したがって、実際にはかなりの頻度で生殖干渉が起こり、兩種の分布を分離する機構として働いていると思われる。そしてこれが、兩種混在地域におけるそれぞれの種の発生の不安定さという形になって現れるのであろう。生殖干渉が近縁種間の競争排除に顕著な効果をもたらすことはすでに理論的に

表-1 クワオオハダニとミカンハダニ兩種混在園とクワオオハダニ単独園から得られたクワオオハダニ休眠卵の性比(FUJIMOTO et al., 投稿中)

園	樹 ^{a)}	性比【♀/(♂+♀)】 ^{b)}
兩種混在園	No.2	0.50(584)b
	No.3	0.38(324)c
クワオオハダニ単独園	No.4	0.62(444)a
	No.8	0.68(494)a

a): モモ園から休眠卵を樹ごとに採集し、性比を調査した。
b): 同一英文字は有意差がないことを示す。

示されている(KUNO, 1992; TAKAFUJI and KUNO, 1995)。

III 薬剤感受性

ナシ、モモなどの落葉果樹では、諸害虫防除のために防除暦に従って薬剤が散布されるのが普通であり、それは当然、クワオオハダニとミカンハダニの発生に影響を与える要因として働くであろう。近縁な種とはいえ兩種間には、刑部(1985)やOSAKABE(1987b)が示したように、代謝能力など生理的な相違点が存在する。また、兩種は落葉果樹における発生経過を異にしていることから、当然薬剤散布による淘汰の受け方も異なっている。これらのことから、各種薬剤に対する感受性にも兩種間でかなり差があるものと予想される。したがって、兩種それぞれの薬剤感受性を知ることは、兩種の落葉果樹における発生と薬剤散布との関係及び落葉果樹に侵入してくるミカンハダニの発生源を考える上で重要な手掛かりとなる。

岡山県各地のモモ園から採集されたクワオオハダニとミカンハダニ個体群について得られた薬剤感受性検定結果を表-2に示す(藤本・平松, 投稿中)。クワオオハダニ個体群には、供試した3剤いずれに対しても感受性の低下を示すものはなかったが、ミカンハダニ個体群には感受性の低下を示すものがあった。また、道口Iのように同所的に得られた兩種間でも感受性に大きな差が認められる場合があった。これらは、わずか3剤を用いて得られた結果ではあるが、モモで発生する個体群でみ限り、ミカンハダニがクワオオハダニよりも各種薬剤に対する感受性を低下させる可能性が高いことが示唆される。落葉果樹での発生パターンから考えて、ミカンハダニの感受性低下は、侵入前から獲得されていたとみるのが妥当であろう。ミカンハダニの侵入前の寄主としては、これまでにミカンやイヌツゲなどが報告されており(TAKAFUJI and FUJIMOTO, 1986; 国本ら, 1993など)、さらに、カンキツにおいては各種薬剤に対する感受性の低下は数多く報告されている(岩田ほか, 1984など)。このこ

表-2 岡山県の実験園から採集されたクワオオハダニとミカンハダニの薬剤感受性（藤本・平松，投稿中）

採集園	殺卵幼虫率（％） ^{a)}					
	クワオオハダニ			ミカンハダニ		
	ジコホル	ヘキシチ アゾクス	酸化フェン ブタスズ	ジコホル	ヘキシチ アゾクス	酸化フェン ブタスズ
勝央町植月Ⅱ	100	100	100			
勝央町曾井Ⅱ	100	100	100			
勝央町曾井Ⅲ	100	100				
久米町宮部				100	100	100
山陽町神田Ⅰ	100	100				
山陽町神田Ⅱ	98.9	100	100	100	100	
山陽町神田Ⅲ				39.8	0	
山陽町鴨前Ⅰ				94.7	0	0
岡山市芳賀Ⅰ	100	100				
岡山市芳賀Ⅳ	100	100				
岡山市東山				99.2	25.5	47.7
井原市野上				83.9	100	
倉敷市道口Ⅰ	100	100		100	52.8	
倉敷市道口Ⅱ				100	0	0
倉敷市道口Ⅲ				100	0	
倉敷市道口Ⅳ				100	11.5	
玉野市大蔵				100	98.4	
岡山市西隆寺（ナシ）	95.5	40.2				

^{a)}：産下48時間以内の卵に薬剤希釈液を散布し、卵～幼虫期における死亡率を求め、無処理区の死亡率により補正した。

とから、低感受性個体群の発生源をカンキツとみれなくもないが、山陽町鴨前のように近隣にカンキツの栽培地が見当たらない園においても感受性の低下が認められた（表-2）ことから、現段階ではその発生源が特定されるには至っていない。

ミカンハダニがどのような過程で感受性を低下させたにせよ、低感受性個体群が感受性個体群よりも落葉果樹での定着及びその後の増殖が有利になることは言うまでもない。その結果、クワオオハダニと混在する場合に生殖干渉によるクワオオハダニへの密度抑制効果をより一層強めることが推察される。この推察は、先に示した岡山県の実験園での発生分布において、ミカンハダニの低感受性個体群が発生した園では、ミカンハダニの発生密度が高く、かつクワオオハダニの休眠卵量が少なくなる傾向が認められた事実（図-1 および表-2）によって裏付けられる。逆にみれば、両種混在地域にある園では、薬剤防除次第で両種間の生殖干渉の度合が変化し、両種の分布が変化していくことになる。なお、モモで発生したクワオオハダニでは、感受性の低下は認められなかったが、西隆寺のナシで発生したクワオオハダニではヘキシチアゾクスに対する感受性の低下が認められた（表-2）。一般に、モモに比べナシでは収穫期が遅く、薬剤による防除回数も多いことを考慮すると、薬剤による淘汰

のかかり方次第ではクワオオハダニも感受性の低下を起し得ることをこの事実は示している。

IV 実用防除上の問題点

クワオオハダニがナシ、モモの果実肥大期に発生ピークを示すことがあるのに対し、ミカンハダニは収穫以降の時期に発生ピークをもつことから、クワオオハダニはナシ、モモの重要害虫、ミカンハダニは落葉果樹では問題にされず、カンキツの重要害虫と考えられてきた。この位置付けは、両種が別種となった現在でも大きく変わることはないが、これまで述べてきたように両種間には種々の相違点があるので、防除対策は種を分けて考える必要があろう。

図-4 には岡山県の実験園で実施された異なる防除体系下でのクワオオハダニの発生消長を示す（平松・藤本，未発表）。この試験園では、調査期間中クワオオハダニとカンザワハダニの2種が発生したが、ミカンハダニの発生は認められなかった。慣行防除区では、クワオオハダニの密度は薬剤散布が続く8月末までは低く、9月に入ってから急増した。一方、省防除区では、薬剤散布が6月中旬に終了し、クワオオハダニは秋だけでなく7月にも発生ピークを示した。このように、クワオオハダニは薬剤感受性が高く薬剤の影響を強く受けるために、通常の慣

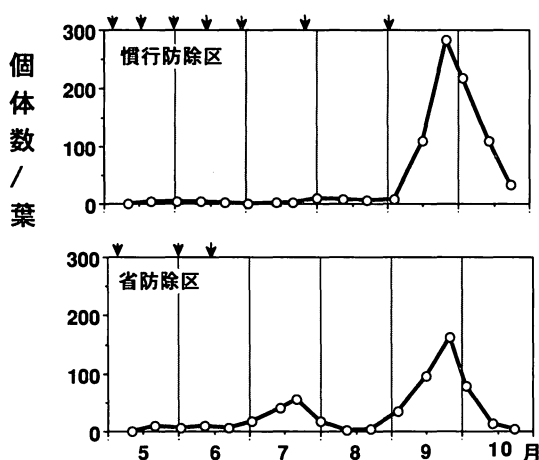


図-4 異なる防除体系下におけるクワオオハダニの発生消長 (平松・藤本, 未発表)。

↓は薬剤防除時期を, ハダニ密度は全ステージの総数を示す。

行防除がなされていれば, かなり防除されるものと判断される。ただし, これはモモで得られた結果であり, ナシでは先に示したように感受性の低下が起こることも考えられ, より綿密な防除対策が必要であろう。

一方, ミカンハダニの場合には, 落葉果樹では通常収穫期以降に発生ピークを迎えるために被害が少なく, 防除対象とならないことが多い。逆に, クワオオハダニと混在している園では, ミカンハダニの多発はクワオオハダニの抑制因子として働くことが期待される。しかし, 国本ら (1993) がイヌツゲからナシへのミカンハダニの侵入を調査した結果によれば, イヌツゲに隣接するナシでは夏と秋に2度発生ピークが認められている。ミカンハダニが夏にも発生ピークを示すことがどの程度普遍的なことかは明らかではないが, ミカンハダニが落葉果樹ではクワオオハダニの2倍以上の増殖能力を持つこと (古橋・西野, 1979 など), そして薬剤感受性もより低下させやすいことから, 本種はより甚大な被害をもたらす危険性を秘めている。ミカンハダニの夏期における多発は, 特にナシやモモがカンキツと近接して栽培されている地域では十分に起こり得る。今後, 発生種の同定が注意深くなされ, ミカンハダニが問題となる場合には単に落葉果樹での防除対策を考えるだけでなく, 地域内にある果樹全体で防除対策を構築する必要がある。

おわりに

これまでに述べてきたことから明らかなように, クワオオハダニの発生生態をミカンハダニと切り離して考え

ることは適当でない。両種の種間関係は, 寄主植物に共通性が高く, 同所的に発生する可能性が高いという点, そして休眠性を全く異にしているという点で特異的である。両種の種間関係は, ごく近縁な種間でのすみわけ現象, さらには種分化の過程を考える上で, 生態学的に極めて興味深いものである。最近では, ナシ, モモ, カンキツなどの果樹以外の寄主植物に発生する両種についても種内変異が OSAKABE (1993) などによって多角的に進められており, 今後両種の種分化に関して新たな事実が明らかにされるものと期待される。

落葉果樹における防除場面に目を向けるならば, やはり現在知見が乏しい両種それぞれの薬剤感受性や各種薬剤のそれぞれの種に対する防除効果などが明らかにされていく必要がある。ただし, その前提としては, 各地において両種の発生状況が把握されること, ならびに薬剤感受性と深くかかわるミカンハダニの落葉果樹への進入経路が特定されることが必要であり, 農業現場における詳細な調査が強く望まれるところである。

最後に, 本稿の校閲を賜り, 貴重なご意見をいただいた高藤晃雄氏 (京大農学研究科教授) に厚くお礼申し上げます。

主な引用文献

- EHARA S. and T. GOTOH (1992): Appl. Entomol. Zool. 27: 107~115.
- 古橋嘉一・西野操 (1979): 静岡柑試報 15: 41~44.
- GOTOH, T. (1986): Exp. Appl. Acarol. 2: 153~160.
- 岩田俊一ほか (1984): ミカンハダニの殺ダニ剤抵抗性に関する研究, 日本植物防疫協会, 東京, pp. 104.
- 国本佳範ら (1991): 応動昆 35: 103~108.
- ら (1993): 同上 37: 69~73.
- KUNO, E. (1992): Res. Popul. Ecol. 34: 275~284.
- 荻原洋晶ら (1992): 応動昆 36: 54~55.
- 刑部正博 (1984): 同上 28: 1~4.
- (1985): 同上 29: 50~54.
- OSAKABE, Mh. (1987 a): Appl. Entomol. Zool. 22: 35~44.
- (1987 b): ibid. 22: 577~584.
- (1993): ibid. 28: 189~197.
- 小澤朗人・高藤晃雄 (1987): 応動昆 31: 51~54.
- 真梶徳純 (1961 a): 東近農試研報 (園芸) 6: 49~63.
- (1961 b): 同上 6: 64~76.
- ら (1986): 関東病虫研会報 33: 219~220.
- 孫緒良ら (1988): 応動昆 32: 260~265.
- TAKAFUJI, A. (1986): Res. Popul. Ecol. 28: 91~101.
- (1988): Mem. Ent. Soc. Can. 146: 181~189.
- and H. FUJIMOTO (1985): ibid. 27: 361~371.
- (1986): Appl. Entomol. Zool. 21: 467~473.
- and E. KUNO (1995): Proceedings: Acarology IX (in press).
- ・N. MORIMOTO (1983): ibid. 18: 525~532.
- 山田健一・野田政春 (1985): 福岡農試研報 B 5: 35~38.