

ドイツの養蜂家に求められるミツバチヘギタダニの防除 —寄生ダニ駆除から総合的ダニ管理へ—

Otto Boecking

世界中のセイヨウミツバチ *Apis mellifera* L. を用いる養蜂は、本来、トウヨウミツバチ *A. cerana* Fabr. の寄生者であるミツバチヘギタダニ *Varroa jacobsoni* Oud. が寄生するようになってから窮地に立たされている。このダニはミツバチ成虫の体表に寄生し、血液を吸い、繁殖は蜂児で行う。そして、寄生していた蜂の迷い込みや盗蜂にもなって別の蜂群へと広がっていく (Sakofski et al., 1990)。養蜂家は流蜜を求めて蜂群をたびたび移動させることがあるが、これがこのダニを拡散させる主要因と考えられる。アジアでは導入されたセイヨウミツバチがダニの元来の寄主であるトウヨウミツバチからこのダニを再感染させられている。

ミツバチヘギタダニのトウヨウミツバチへの寄生率は低いといわれ、また大きな被害を与えたという報告もない。これは、トウヨウミツバチにおいては雄蜂の蜂児が見られる季節にダニの繁殖に限られることと、ダニに対する防衛行動 (グルーミングと除去行動) によるものだと考えられている (詳しくは Boecking et al., 1993; Boecking and Ritter, 1994 を参照)。

セイヨウミツバチの場合には働き蜂の蜂児、雄蜂の蜂児のどちらでも繁殖可能で、ダニにとって繁殖条件としては好適なので、養蜂家が防除をしなければ、ダニはどんどん増え、このバロア病 (Varroosis: 訳注, 和称は届出伝染病名に倣った) に感染した蜂群は 2・3 年で全滅する (Ritter, 1984)。

最初にミツバチヘギタダニがドイツに侵入したのは 1970 年代である (Ruttner and Ritter, 1980)。ミツバチヘギタダニの寄生が軽微なうちの蜂群の焼却処分まで含む、養蜂家

と政府管轄機関による徹底的な防除にもかかわらず、このダニは数年のうちに全ドイツ中に広がった。その結果、多くの蜂群が弱勢化し、養蜂家の数も減った。これは今日でもなお問題となっている。

最近の研究結果は、ダニによる被害は寄生するダニの数だけに起因するのではなく、明らかにより有害な二次感染によるものであること、したがってミツバチヘギタダニが複合的な脅威であることを示している。実際にミツバチヘギタダニの流行が二次感染を引き起こすという報告は多々ある (Ball and Allen, 1988; Ritter, 1994; Shimanuki, 1994; Ball, 1996)。ウイルスや細菌による二次感染症への罹患が蜂群の死滅を招くのは必定である。

バロア病の大流行は明らかにドイツの養蜂を変化させた。この病気を防除することが今日のドイツにおいて養蜂業を成功させる基本的な必要条件となったからである。

バロア病の防除は 4 つの異なった方法に分類される。1) 化学的防除 (Bayvarol[®], Perizin[®] など), 2) 弱化学的防除 (ギ酸, 乳酸など), 3) 物理的防除 (加温箱など), 4) 生物学的防除 (トラップ巣板など) である (Boecking and Wallner, 1996)。

これらの異なる方法を組み合わせることによって総合的害虫管理システム (Integrated Pest Management System) が成り立つ。上記の防除方法は、それぞれ特定の条件を満たしている必要がある。例えば Perizin[®] と Folbex-VA-neu[®] は蜂児のいない蜂群でのみ有効である。

表1 汚染された蜂ろうからハチミツへの薬剤の移行

Wallner (1995) より

蜂ろう中の 薬剤濃度 (ppm=mg/kg)	ハチミツに移行した薬剤の濃度 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
	新フォルベックス VA		ペリジン	アピスタン	ベイバロール
	ジプロムベンゾ フェノン	プロムプロ ピレート	クマフォス	フルバリネート	フルメスリン
1	0.9	0.6	0.7	0.4	検出されず
10	7	4	5	0.6	検出されず
20	12	6	7	0.8	検出されず
50	16	12	18	1.5	検出されず
60	20	16	21	2.1	検出されず
100	24	19	31	4.5	検出されず
400	33	29	94	10	検出されず

ハチミツ中での薬剤の検出限界: $0.5 \mu\text{g}/\text{kg}$, フルメスリンのみ $5 \mu\text{g}/\text{kg}$

検出方法 SPE, キャピラリーガスクロマトグラフィ, ECD 検出

化学的防除の問題点

バロア病の防除のために、現在ドイツ政府が認可している製品は6種類で、養蜂家は明らかにそれ以上の種類の製品を使用している。このうち水溶性のものはアピトール (Apitol[®], シマゾール), 「イレルティッサー・ミルベンプラッテ (ギ酸)」であり、脂溶性のものはベイバロール (Bayvarol[®], フルメスリン), セカフィックス (Cekafix[®], クマフォス+相乗作用), 新フォルベックス VA (Folbex-VA-neu[®], プロムプロピレート), ペリジン (Perizin[®], クマフォス) がある。

市場を統計的に見てみると、養蜂家は経費とそれによって起こるかもしれない副作用を無視して、最も取り扱いの簡単な方法 (プラスチック小板) を使う傾向がはっきり出ている。弱化学的防除と生物学的防除は一部の趣味養蜂家に人気がある。ドイツでは政令と法律で使用できる化学物質が規定されているが、一部の養蜂家は、認可されていない薬剤や、自家調整した薬剤を用い、これがミツバチ生産物に残留して露呈することがある。登録済みのピレスロイド系薬剤 (Apistan[®] や Bayvarol[®]) でさえも製品に添付の使用説明書に指定されている方法以外で用いられ、生産物中に残留する恐れがある。今日まで、ミツバチヘギイタダニの化学的防除はセイヨウミツバチでの養蜂業の存続には不可欠なものであったが、その副作用が新たな問題を生み出している。

薬剤 (殺ダニ剤) を蜂群に大量投与すれば、致死量レベル以下の残留物が蜂ろう中に蓄積されることになり、これが現在使われている薬剤に対するダニの抵抗性を生み出すものとなる。

脂溶性化学物質を使った場合、蜂ろうとハチミツへの残留は避けられない。ハチミツへの残留はいく通りかが考えられる。薬剤の使用方法に問題があったり、越冬貯蜜に混入して春の貯蜜にまで残ったり、あるいは蜂ろうの汚染が原因となる。普通、殺ダニ剤は越冬の準備のための給餌の時期に使用するが、その結果、越冬時の貯蜜にこれが蓄積されることがたまにある。薬剤の残留した巣板のかけらが混入したり、巣板に蓄積された薬剤がハチミツにしみ出すことがハチミツ中の残留の原因となることもある。採蜜時に、特に蜜蓋取り器を用いる場合は、巣の小片が汚染を引き起こしやすい。濾過しても懸濁しているごく小さな小片が残ってハチミツの汚染源となる。巣板の蜂ろう中の蓄積濃度が高ければ高いほど、ハチミツ中の残留が検出されやすくなる (Hansen and Petersen, 1988; Bogdanov et al., 1990; Moosbeckhofer and Kohlich, 1990; Buechler and Maul, 1991; Pchhacker, 1991; Wallner, 1995)。室内実験では、プロムプロピレート (新フォルベックス VAの有効成分), クマフォス (ペリジンやアサントールの有効成分), フルバリネートのいくつかの誘導体 (アピスタン, クラルタン, マブリックの有効成分) のようないくつかの有効成分は、蜂ろう中に $1\text{mg}/\text{kg}$ のレベルで含まれ

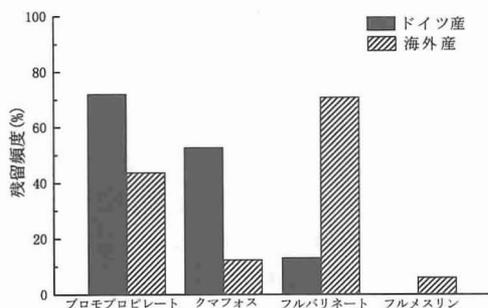


図1 蜂ろう中の殺ダニ剤の残留
(ドイツおよび海外の養蜂場からの検体)
Wallner (1995) による

ていればハチミツ中に検出できる(表1)。これは、これらの薬剤が蜂ろうとは結合性が低いことを意味している。一方で、合成ピレスロイドであるフルメスリン(パイパロールの有効成分)は400mg/kgのレベルでもハチミツ中の残留が確認できないことから、蜂ろうとの結合性が強いことが示されている(Wallner, 1995)。しかし、このように蜂ろう中に蓄積されたものがハチミツへと浸出しにくい薬剤でも、蜂ろう中での蓄積は起きやすく、前述のように汚染された巣の小片が後々ハチミツ中の薬剤残留を招くことになる。結局、養蜂家は巣板中に薬剤が残留するのを防がなくてはならなくなる。殺ダニ剤の使用によってプロポリスなどの他のミツバチ生産物も同じように汚染されることも述べておくべきであろう。

500検体以上の蜂ろうを分析したところ、殺ダニ剤を使用しているすべての国で、蜂ろう中から薬物が検出された(図1)。検体の約80%では薬剤が1~10mg/kgレベルであった(Wallner, 1995)。一つの検体中に数種類の薬剤が検出されることもたびたびあった。蜂ろうは養蜂においては世界中でリサイクルされる生産物であり、そのため、残留物の蓄積は予想できることである。現に、市場に出回っている巣礎から多種の殺ダニ剤が見ついている(図2)。そのため、ミツバチヘギタダニを生物学的に防除している養蜂家でも、流通している巣礎を入手しているのであれば、そのミツバチ生産物に薬剤残留が起こる可能性がある。同様の

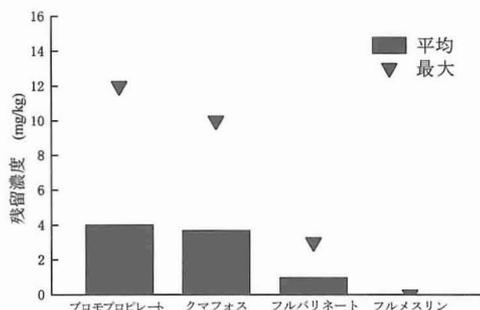


図2 巣礎中の殺ダニ剤の残留
Wallner (1995) による

ことはスミシの防除に使うパラジクロロベンゼンについても確かめられている(Wallner, 1992)。現在に至るまで、このように汚染された蜂ろうを浄化できる方法は見つかっていない。

致死量以下の薬剤が巣板中に残留することにより、ミツバチヘギタダニは殺ダニ剤に対して抵抗性を発達させ得る。1992年から、イタリア北部の広い地域でアピスタンのダニへの効果が減少し、しかもそのような地域が急速に広がっていると報告された(Lodesani et al., 1995; Faucon et al., 1995; 1996)。フルバリネートが効かなくなった地域のミツバチヘギタダニでは、感受性のものの25~50倍のLC₅₀値が得られた(Milani, 1995)。これらのダニはすでに薬剤に対して抵抗性を発達させていたのである。現在、このような抵抗性をもつダニはヨーロッパの他の地域にも広がっている。最近の報告が示すように、すでにアメリカ(Eischen, 1998)やアルゼンチン(Fernandez and García, 1997)でも殺虫剤マブリックやダニ用アピスタン小板の誤用がダニの抵抗性を生み出したという証拠があげられている。

総合的ダニ防除の構想

これらのことすべてが、ミツバチヘギタダニに対する化学的防除に限界があることは疑う余地がないことを示している。ミツバチヘギタダニを根絶することなど不可能であり、ダニの防除を1種類の薬剤で行うのは限界があり、すぐにそれでは不十分になってしまう。

ミツバチ生産物は薬剤残留がないように、高

い品質を保っていないなくてはならない。消費者は自然生産物であるハチミツに何らかの残留があるかどうかについて非常に敏感である。仮に残留物が人間には害を及ぼさないとしても、消費は減少するだろう。国際市場ではこのような薬剤残留のあるハチミツは扱われない。害虫防除は寄生ダニの駆除単独ではなく、総合的に行われるべきである。最近、ドイツのミツバチ研究機関のワークグループは次のような総合的ダニ管理システムの一環としてのミツバチヘギタダニ防除(図3)を勧めている。ただ、この構想はドイツの場合だけを想定しており、同じドイツ内でも地域によって調整が必要であることを強調しておきたい。

この構想は、1) 健康的で強靱な蜂群を維持し、2) ミツバチ生産物(ハチミツ、蜂ろう、プロポリス)に殺ダニ剤が残留するのを防ぐことを目的としている。

この方法の基本は、1) 流蜜前とその最中には処理をしない、2) 常に養蜂家が寄生率のコントロールを行い、3) 全期間を通じて、異なる防除法を組み合わせ、4) 使用する薬剤等のパッケージにある使用方法に留意し、5) 近辺の養蜂家と協力し、打ち合わせを行うことである。

ミツバチヘギタダニ防除を総合的防除として実現させるには、養蜂家が、年間を通じて時期を逃さず、恒常的に蜂群内のダニの発生を制限する必要がある。養蜂家による処置と防除技術、および特に流蜜期に配慮した各時期の処理方法で成り立っている。ダニの寄生率を調べるためには、巣箱の底に自然に落下した、死んだ、あるいは生きているダニを指標として用いる方法が基本的に必須となる。それらが蜂によって掃除されてしまうのを防ぐために、保護シートを巣の底に敷いて用いるのがよい。7日間の調査期間を設けて、保護シートの上に自然に落ちたダニを数えれば、大まかな寄生率を見積もることができる。

建勢期初期にあたる流蜜期には、生物学的防除が好ましい。このダニは働き蜂に比べて雄蜂の蜂児に好んで寄生するため(Ruttner and Koeniger, 1980; Maul, 1983; Rosenkranz

and Engels, 1985; Fries and Hamsen, 1993; Calis et al., 1997; Dung et al., 1997 など)、有蓋雄蜂巣板を繰り返し取り除いたり、トラッピング巣板法(訳注:女王蜂の産卵を制限して蜂児巣板を限定し、そこにダニを集めて取り除く方法)によってダニの発生を確かに抑えることができる。分蜂期に内検によって分蜂の管理を行っている趣味養蜂家にとっては、蜂群ごとに特別な仕事をする余裕はあまりない。蜂群を分割して交尾群を作ることで、ダニの発生を抑えることができる。これによって、主流蜜期に薬剤の施用なしでダニの発生を低く抑えておくことが可能であろう。そうしなかった場合には流蜜期後にダニの寄生率が高まることになる。

いずれの処理をする場合も、その前にダニの寄生率を調べて、その処理の必要性を確かめなければならない。例えば、生物学的方法でダニの発生を減少させてしまえば、ほとんどの場合、流蜜期後の処理は必要なくなる。

流蜜期後の処理はどのようなものであっても越冬蜂建勢に悪影響を及ぼすものであってはならない。直後のギ酸の長期処理では悪影響が出るので、長期処理は越冬用の給餌が終了した後ですることにして、流蜜後には短期処理をするのが望ましい。養蜂家はこの処理後、秋に再び寄生率を調査して、冬に最終的な処理が必要かどうかを決めなければならない。

ここで再び、この防除構想はドイツを想定しているものであり、他の国で適用する場合は調整が必要であることを強調しておきたい。

このような防除法を養蜂技術の一部として取り入れるためには、養蜂家がさまざまな処理方法について訓練を受けていることと、最も簡単な防除法に較べて多少作業が増えることを厭わないことが条件となる。

生物学的防除と弱化学的防除はすぐに行うことが可能であり、その効果は化学防除に匹敵するものなので、採用するかどうかは個々の養蜂家のやる気次第である。すでにダニが殺ダニ剤への抵抗性を獲得している国では、養蜂家は防除法を総合的害虫管理の考え方に沿ったものに変えなくてはならない。

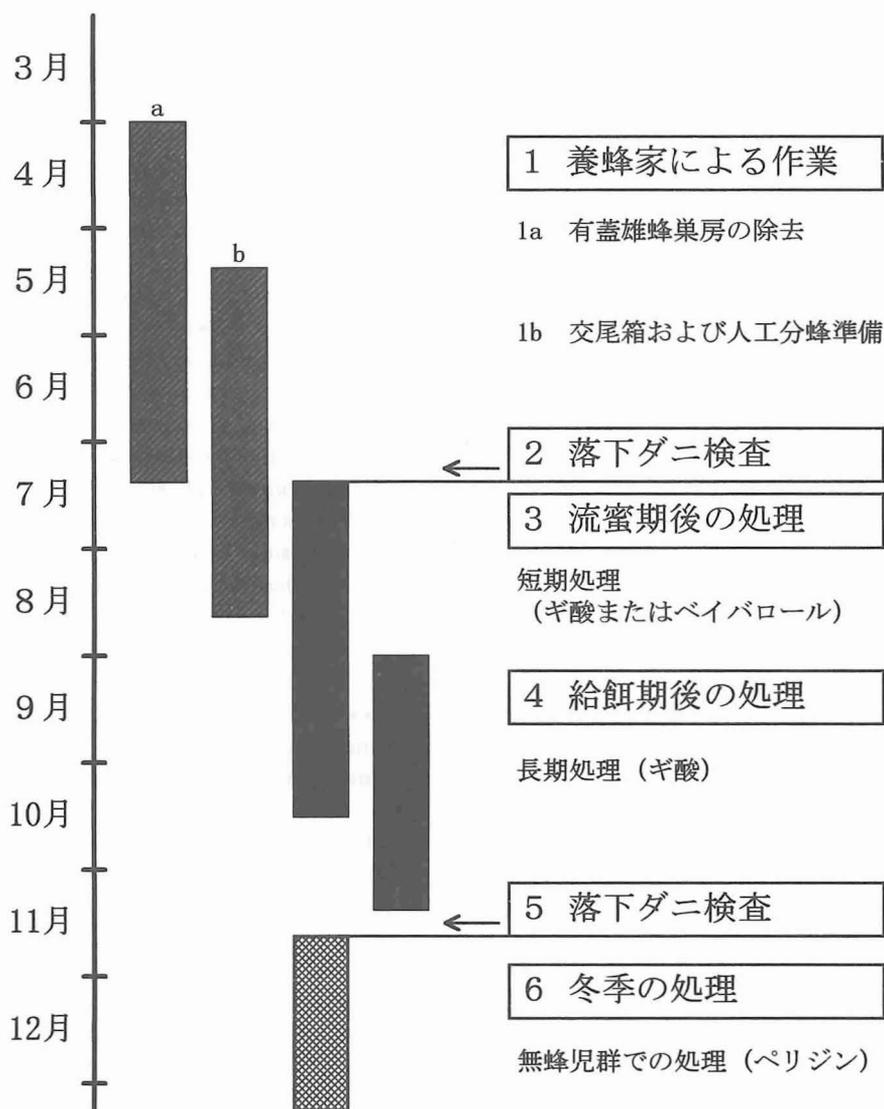


図3 ドイツにおける総合的ダニ防除 (1998年ドイツミツバチ研究機関会推薦)

この養蜂の危機を長期的に解決するために、ダニに耐性のミツバチの選抜育種を行って、殺ダニ剤の使用を減らそうとする試みはすでにドイツで始められている。

(著者の住所は下記参照) (翻訳 原野 健一)

引用文献

Ball, B.V. 1996. *Bee World* 77: 117-119.
 Ball, B.V. and M.F. Allen. 1988. *Ann. Appl. Biol.* 113: 237-244.
 Boecking, O., W. Rath, and W. Drescher. 1993. *Am. Bee J.* 133: 117-119.
 Boecking, O. and W. Ritter. 1994. *Am. Bee J.*

134: 689-694
 Boecking, O. and K. Wallner. 1996. In Lewis, G. (Ed.) *Proc. 6th Intern. Symp. on Hazards of pesticides to bees ICPBR.*
 Bogdanov, S., A. Imdorf, V. Kilchenmann and L. Gerig. 1990. *Schweiz. Bienen.* 113: 130-134.
 Buechler, R. and V. Maul. 1991. *Apidologie* 22: 389-396.
 Calis, J.N.M., J. Schmidt-Bailey, J. Beetsma, W.J. Boot, J.H.P.M. Van Den Eijnde, S. Fuchs, A. De Ruijter and J.J.M. Van Der Steen. 1997. *Apiacta* 32: 65-71.
 Dung, N.V., N.Q. Tan, L.V. Huan and W.J. Boot. 1997. *Bee World* 78: 78-83.

- Eischen, F.A. 1998. Am. Bee J. 138: 267-268.
- Faucon, J.P., P. Drajnudel and C. Fleche. 1995. Apidologie 26: 291-296.
- Faucon, J.P., P. Drajnudel and C. Fleche. 1996. Apidologie 27: 105-110.
- Fernandez, N.A. and O. Garcia. 1997. Beletin Del Colmenar 4 (25): 14-18.
- Fries, I. and H. Hansen. 1993. Am. Bee J. 133: 435-438.
- Hansen, H. and J.H. Peterson. 1988. Dan. J. Plant Soil Sci. 92: 1-6.
- Lodesani, M., M. Colombo, and M. Spreafico. 1995. Apidologie 26: 67-72
- Maul, V. 1983. Allg. Deut. Imkerzeit. 18: 179-180, 182-183.
- Milani, N. 1995. Apidologie 26: 415-429.
- Moosbeckhofer, R. and A. Kohlich. 1990. Bienvater 111: 3-9.
- Pechhacker, H. 1991. Bienvater 112: 46-48.
- Ritter, W. 1984. Tier. Umschau 39: 122-127.
- Ritter, W. 1994. Bienenkrankheiten. Verlag Eugen-Ulmer, Stuttgart. 128 S.
- Rosenkranz, P. and W. Engels. 1985. Allg. Deut. Imkerzeit. 21: 265-271.
- Ruttner, F. and N. Koeniger. 1980. Allg. Deut. Imkerzeit. 14: 11-12.
- Ruttner, F. and W. Ritter. 1980. ADIZ 14: 130-133.
- Sakofski, F., N. Koeniger and S. Fuchs. 1990. Apidologie 21: 547-550.
- Shimanuki, H., N.W. Calderone and D.A. Knox. 1994. Am. Bee J. 134 (12): 827-828.
- Wallner, K. 1992. Am. Bee. J. 132 (8): 538-541.
- Wallner, K. 1995. Am. Bee. J. 135 (12): 817-821.

BOECKING, OTTO. Control of *Varroa* - a necessity for beekeepers in Germany, from parasite control to an Integrated Pest Management System. *Honeybee Science* (1998) 19 (3): 109-114. Institut fuer Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universitaet, Melbweg 42, 53127 Bonn, Germany.

In the 70th the first *Varroa* mites were introduced into Germany. In spite of intensive control measures by the beekeepers and government authorities the mite could spread over whole Germany within a few years. The favourable reproduction condition for the mite in *A. mellifera*, stimulates the mite population growth to the extend that infested colonies die from

Varroa infestation ("varroosis") within a few years if the mite population is not controlled by the beekeeper. Obviously the more destructive secondary infections and *Varroa* are a complex of threat. The outbreak of varroosis changed beekeeping practices totally, since the control of this disease is basically necessary for successful beekeeping in Germany today.

Also there is regulation for the use of chemicals in bee colonies by government and law in Germany, some beekeepers are using non-officially marked or self-made products as residues in the bee products reveal. Although the chemical control of *Varroa* diseases warranted the sustenance of beekeeping with *A. mellifera* till today, negative side-effects create new problems. As a consequence of using chemical treatments (acaricide) extensively in honey bee colonies sub-lethal residues will accumulate in the beeswax in future, the basic for the development of resistance in the mites against the chemicals presently applied.

Since wax is a recycling product in the beekeeping management system world-wide, the accumulation of residues can be expected, however.

Till today there is any methods available which might allow to clean honey bee wax from the residues mentioned above.

As a consequence of sub-lethal residues which are found in the beeswax the *Varroa* mite can develop resistance against the acaricides used. There is evidence of the misuse of Mavrik (insecticide and of Apistan) mite strips in Europe, in Florida (USA) and Argentina leading to resistant mites already, as the recent publication indicate.

All in all this shows without any doubt that chemical treatments against *Varroa* have their limitations. It should be noted that the mite *V. jacobsoni* can not be eradicated. The control of *Varroa* using one acaricide only will have limitations and will not be enough in future.

Bee products must be kept in high quality without chemical residues.

Control programmes should be integrated instead of parasite management only. Recently the working group of the German Bee Research Institutes recommended a concept for *Varroa* control as an integrated pest management system.