

ニュージーランドにおける 抗生物質を用いないアメリカ腐蛆病の防除

Cliff Van Eaton

ヨーロッパ (Plagemann, 1991) や南北アメリカ (Shimanuki, 1999; Alippi, 1994) では最近、抗生物質に耐性のあるアメリカ腐蛆病菌が発見され、セイヨウミツバチを用いた養蜂がこの病気の新たな防除薬の開発なしに成り立つものかどうか疑わしくなっている。この時期に日本ではある抗生物質がアメリカ腐蛆病の予防的に使うことが初めて認可になった (訳注本誌 55 ページ参照)。

世界中のあらゆる地域の養蜂家が腐蛆病の予防と治療に抗生物質を利用したいと期待しているが、ここでは薬品を用いないでこの病気をいかにうまく防除しているかという実例を、ニュージーランドを例にあげて報告したい。ニュージーランドではミツバチに抗生物質を給餌して腐蛆病を防除することは法律で禁止されている。そのため養蜂家が蜂群管理においてオキシテトラサイクリン (テラマイシン) やスルファチアゾール (サルファ剤) を用いたことはない。この病気の防除は、病気の感染リスクを低下させる蜂群管理法と感染が確認された蜂群の焼却処分によって行われている。

なぜニュージーランドの養蜂家は 腐蛆病の防除に抗生物質を用いないか

ニュージーランドで抗生物質を腐蛆病 (以下アメリカ腐蛆病のこと) の防除に用いない最大の理由は、日本向けに養蜂生産物を輸出する場面で得られる優先権があげられる。小売りのハチミツやローヤルゼリー中にオキシテトラサイクリンが残留し得ることはすでに報告され (Matsuka and Nakamura, 1990; 訳注 ミツバチ科学 14 (3): 97-104 参照), このため日本

政府の監督機関は輸入養蜂生産物について抗生物質の残留証明書の提示を強く求めている。ところが、ニュージーランドでは薬剤防除の禁止が徹底されているので、ニュージーランドからの輸入品には抗生物質の残留検査が必要とされていない。ニュージーランドの養蜂家は、自分たちが生産するハチミツ、プロポリス、および花粉の純粋さが日本政府に認知されていることを栄誉だと考えている。

ニュージーランドの養蜂家は腐蛆病の防除や根絶にあたって、抗生物質利用が養蜂管理技術の代わりにはならないことを確認している。抗生物質の給餌は、すでに発症している腐蛆病の感染を巣箱の中から完全になくすことを保証しているわけではなく、特に通常の商業養蜂での飼養管理下におかれている場合には病気は根治しない (Hornitzky, 1990; Wilson et al., 1973; Matheson and Reid, 1992)。実際に、日常管理の中で抗生物質が用いられている北米の数州や自治体で、政府補助金による蜂病検査が行われていてさえ、腐蛆病の発生は、この病気に対して抗生物質の使用が法律で禁止されているニュージーランドと大体同じか、あるいは多いくらいである (Rendall, 1981; Mungari and Jamnback, 1991)。

腐蛆病の防除に抗生物質を使うかどうかとは無関係に、感染した蜂群の管理をしないか、管理状態が悪い場合には腐蛆病が継続的に発生し、新たな感染を引き起こすアメリカ腐蛆病菌 *Paenibacillus larvae* の芽胞が残存することになる。したがって多くの国の養蜂家は自分の蜂群を、近在の養蜂家のもしかしたら防除が充分に行われていないかも知れない蜂群から守る必

要があると思ひ、近所で発病した蜂群からの感染を防ぐために抗生物質に頼ることになる。その結果、抗生物質給餌への依存が高まり、養蜂家は腐蛆病による経済被害を避けるために延々と抗生物質を与え続けなければならない羽目に陥る (Shimanuki and Knox, 1994)。しかしながら抗生物質が腐蛆病予防の目的で日常的に用いられている地域においてさえ、薬剤使用を中止すると10-20%の蜂群が発病するといわれている (Hornitzky, 1989; Cantwell, 1980)。

最近、ニュージーランド全国養蜂家協会 (NBA) は、生物安全法の後押しのもとにニュージーランド政府から、業界主導で腐蛆病に対する病害管理法を行使できる権利を委ねられた (NBA, 1996)。新しい方法の正式な承認を得る過程では、ニュージーランド式の薬剤不使用の防除法と抗生物質による防除法 (さらにそれぞれ法的な蜂病検査事業を加えたものと加えないもの) の対コスト評価分析も含まれていた。この分析の結果、結局認可を得ることになった薬剤不使用による病害管理法よりも、抗生物質を使用する場合には、蜂病検査を義務づけても義務づけなくても、ニュージーランドの養蜂業にとってコストが増大することが明らかになった (Meister, and Salt, 1995)。

現在まで何年も腐蛆病に対して抗生物質を日常的に使ってきた国で抗生物質の使用をやめたときに起こるであろう一時的な被害は別にして、薬剤不使用による防除法に較べて、抗生物質の利用は実際に養蜂管理の経費を増大させるばかりで、蜂群の損失を有意に減少させることにはならないといえる。

ニュージーランドの腐蛆病防除対策

ニュージーランドの養蜂業界は長年、政府の援助と指導による腐蛆病対策事業に頼り続けてきた。これには毎年の全蜂場登録や腐蛆病発生の届け出、蜂病対策研修、政府およびボランティア養蜂家による無作為、あるいは抽出対象に対する蜂群検査が含まれている。こうした事業の腐蛆病の発生に対する効果は善し悪しであった。というのも、各事業への予算がまちまちであること、養蜂業界からの直接の働きかけがなかったこと、政府側からの事業委託がいろいろな段階に及んで一定ではなかったことなどが原因である (Van Eaton, 1999)。

実際に、ニュージーランドでは1985年から1991年にかけては腐蛆病発生率が高くなっていて、罹病報告数は前年の130%に達している (図1)。これは、政府補助による腐蛆病対策事業の段階的な縮小と同期しており、またニュー

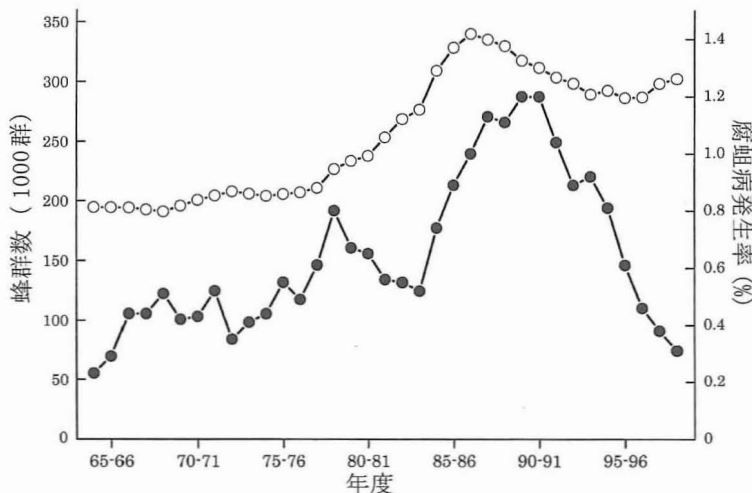


図1 ニュージーランドにおけるミツバチ飼養群数 (○) とアメリカ腐蛆病発生率 (●) の推移 (1964-1999)。ここでいう腐蛆病発生率は全登録蜂群数で腐蛆病の発生が報告された蜂群数を除算したものである。

ジーランドの主要作物であるキウイフルーツの花粉媒介の需要が急速に増大し、蜂群数が増えた時期にも当たる。1980年代にはニュージーランドの蜂群数は7年間に実に45%も増えているのである (Van Eaton, 1992)。

1991年、ニュージーランド政府の政策が変わり、農産業においては病害対策を自助努力で行うよう要請があったのを受けて、腐蛆病の発生率を低減させるための対策事業が一斉に始められた。実作業には政府の関係機関の人材が現在でも関与しているが、すべての事業は全国養蜂家協会が予算化し計画実行している。政府の検査官との間には実に詳細な契約書が交わされていて、彼らの作業が事細かに調整されている。

この対策事業には、政府の検査官による1年間に全国の4%の蜂群の蜂病検査、さらに4%に対する養蜂協会のボランティア養蜂家が政府の検査官の指導のもとで行う検査、実際に腐蛆病の感染があった養蜂家に対する個別指導、およびハミルトンのルアクラ研究所のマーク・グッドウィン博士の研究チームによる研究活動などが含まれている。この研究は、腐蛆病の蔓延に関与する要因と (Goodwin et al., 1993a; 1993b; 1994a; 1994b) ミツバチ体内や生産物中に含有されるアメリカ腐蛆病菌の芽胞の検出法の単純化 (Goodwin and Van Eaton, 1992) を主眼にしている。

あらゆる面からみて、この業界主導型の腐蛆病対策事業はこれまでにない成果を収めている。事業開始後7年間、腐蛆病の発生届け出数は毎年平均して12%ずつ減少し、はじめは1年間に1.2%の蜂群で発生していたものが、1999年には0.3%にまで減少している。現在は、過去22年間で最低の発生率で、ニュージーランドの腐蛆病統計上も史上第3位の低発生率となっている (Van Eaton, 2000)。

腐蛆病根絶に向けてニュージーランドの養蜂家がしていること

ニュージーランドの養蜂家がアメリカ腐蛆病の根絶を目指して用いている方法はきわめて単純かつ率直なもので、詳細は養蜂家協会が出版

した書籍の中に述べられており、ニュージーランド中の養蜂家に配布されている (Goodwin and Van Eaton, 1999)。この方法は次の部分からなっている。

- 日常のかつ定期的な腐蛆病検査
- 腐蛆病の蔓延を防ぐための隔離所を利用した蜂群管理
- 腐蛆病の病徴の認められた蜂群の滅却
- 腐蛆病発生時の巣箱や蜂具の消毒

上記の方法は、ほとんどの腐蛆病発生は感染した蜂群に対する養蜂管理に原因があるということ为前提としている。したがって、腐蛆病の発生はそうした管理を変えていくことで減少できるということになる。

腐蛆病の発生を減少させる 蜂病検査の回数増加

腐蛆病の発生の減少は、蜂病検査の回数を増やし、頻度を上げ、より集中的に行い、また検査時期をより多くの感染蜂群を早期に見つけられるようにすることで達成できるであろう。ニュージーランドの養蜂家は長年、巣箱を開けるときにはいつでも蜂児巣板をよく見るようにと奨励されてきた。特に巣箱から何か(蜂児巣板、貯蜜、継ぎ箱など)を取り出してすぐに、あるいはあとで別の巣箱に移すときには必ずそうするようにいわれてきた。実際、この国では腐蛆病の発生率が低い養蜂家でさえが、通常採蜜中や直後に蜂病検査をしているのが見受けられる。

ニュージーランドにおける事例報告では蜂病検査の頻度を上げることと検査を徹底することで腐蛆病の発生率が低くなることが示されている。これは、このような頻繁で徹底的な検査によって腐蛆病菌が大量の芽胞を形成し、他の蜂群に蔓延する前、つまり感染が初期のうちに腐蛆病を発見できるからである。

腐蛆病の発生を低減させる 養蜂管理の変化

ニュージーランドで腐蛆病の根絶にもっとも貢献度の高い養蜂管理技術は隔離である。隔離

にはアメリカ腐蛆病菌の芽胞を運ぶ可能性のある蜂具その他の出入を制限した記録することも含まれている。主にふたつの隔離方法があり、ひとつは蜂場隔離で、もうひとつは蜂群隔離である。

ニュージーランドの一部の養蜂家は通常採蜜の時に蜂場隔離を用いている。彼らは蜂場ごとに集められた貯蜜枠に印をして、巣枠が翌年同じ場所に戻るようにするか、翌春腐蛆病検査の結果、感染がないことが確認された蜂場のものを一般的な用途のために用いるようにしている。

蜂場隔離は通常管理の中でも用いられ、腐蛆病の大発生があったときにだけのものではない。いざ腐蛆病が問題になったときに、他の蜂場へ蜂具などを經由して病気が広がらないことを保証する手だてである。

巣箱隔離はもっと時間のかかる方法だが、自分の蜂場で腐蛆病の発生があった場合に養蜂家が行うものである。巣箱隔離は巣箱の内容物(巣板、隔王板、給餌板など)はそれぞれの巣箱ごとにとどめおき、あるいは番号をつけてどの巣箱のものかがわかるようにして、それらが同じ巣箱で翌年も使われるようにする。このような隔離によって、蜂場で最後に腐蛆病が発見されてから1年半にわたって安全な巣板の出入を守る。



図2 巣箱を熱パラフィンに漬ける

腐蛆病の隔離と危険な蜂具

腐蛆病隔離においては、病気の危険性の低い蜂具や方法に重点をおくよりも、何より腐蛆病菌の芽胞を伝播させる可能性のあるものの動きを制限することが肝要である。

研究によれば、芽胞に感染した蜂群のすべてが腐蛆病を発症するわけではなく、ある程度の芽胞濃度でなければ蜂群は病気として腐蛆病を発症しない。蜂具類で最も感染レベルの芽胞を運びやすいのは、1) 採蜜後の貯蜜用継ぎ箱(腐蛆病感染群からそれと知らずに健全群に戻され、通常翌シーズンに発病)、2) 蜂児および貯蜜枠(潜伏期間中=黙視による診断ができない程度の感染群から健全群への移動)のふたつである(Goodwin et al., 1993b)。

ある蜂具や状況が腐蛆病の蔓延の重要な原因とされているが、例えば、ハイブツール、燻煙器、手袋(Matheson and Reid, 1992)、巣門前の土壌(Gochner, 1981)、巣礎(Goodwin et al., 1993b)、あるいは女王蜂(Wilson and Alzubaidy, 1975)などは実際にはほとんど、あるいはまったく感染レベルの芽胞を媒介してはいない。感染蜂群から健全群への働き蜂の迷い込みも腐蛆病感染の原因とはいきれない(Goodwin et al., 1994a)。また野生群は管理されている蜂群から腐蛆病をもらうことはあるが、その逆はそれほどない(Goodwin et al., 1994b)。

腐蛆病が発生した場合の蜂具の消毒

ニュージーランドにおける腐蛆病防除の一部には、この国で開発された腐蛆病が発生した巣箱などの木製品の消毒がある。この方法は、木製品を最低でも160℃に熱したパラフィンに最低10分間浸漬するものである(図2)。これがアメリカ腐蛆病菌の芽胞を死滅させる数少ない有効な方法のひとつであることが研究の結果示されている。しかし、時間と温度がきわめて重要で、そのいずれかが足りないだけでも生きた芽胞が相当数残ることになる(Goodwin and Haine, 1998)。

ほとんどのニュージーランドの養蜂家は、腐蝕病に罹った蜂群の継ぎ箱、蜂児箱、および蓋を消毒している。この消毒方法はごくごく初歩的なもので、養蜂家が自分の家で準備をし、実作業もできる。パラフィン消毒はまたカビによる木部の傷みを防ぐという利点もある。しかし、熟練した者でないと危険な方法にもなりうる。特に熱しすぎて吹きこぼれたパラフィンは火災のもとになり、これは消火するのが困難である。

腐蝕病の根絶の実例

ニュージーランドにおける腐蝕病発生率の低減、あるいは根絶のための薬剤不使用による防除方法の有効性は、ホークスベイ地方の養蜂企業が過去35年にわたって記録した腐蝕病発生状況によく表れている(図3)。この企業はこの期間に2度のアメリカ腐蝕病の大発生を経験している。一度目は1973年に始まり、2度目は1989年に始まった。この時はいずれも他の養蜂家から貯蜜用の継ぎ箱を購入している。それにもかかわらず、見つけて焼却処分するという検査、蜂群および蜂場の隔離、および蜂具類の消毒を行っただけで、この企業は国際的に獣医学的水準での無病レベル(病気フリー、年間、

一所有者または企業当たり0.2%の動物あるいは蜂群が発病)での蜂群管理を維持し、過去34年間に27回、この最近10年間では毎年この水準を保っている。

重要なことは、この低い腐蝕病発生率を、7000群以上の蜂群で移動養蜂を行っている大規模な企業が成し遂げていることである。相当数のこの企業の蜂群が、リンゴやキウイフルーツの花粉媒介のために、他の所有者の蜂群も近接してたくさん置かれている果樹園に持ち込まれる。つまり、腐蝕病の感染の可能性が高いことになる。また年最低でも2回は採蜜のために蜂群を移動する。それにもかかわらず過去4年間、この7000群ではたった1群の腐蝕病感染も見られなかった。

腐蝕病の根絶のための 薬剤を用いない管理計画

全国養蜂協会はニュージーランドの養蜂家がアメリカ腐蝕病を根絶するための管理計画を用意した。これには、趣味養蜂家、副業家、および専門家ごとに向けた選択肢および、腐蝕病の発生率に応じた選択肢がある(Goodwin and Van Eaton, 1999)。

年間の腐蝕病発生率が安定して1%の養蜂企

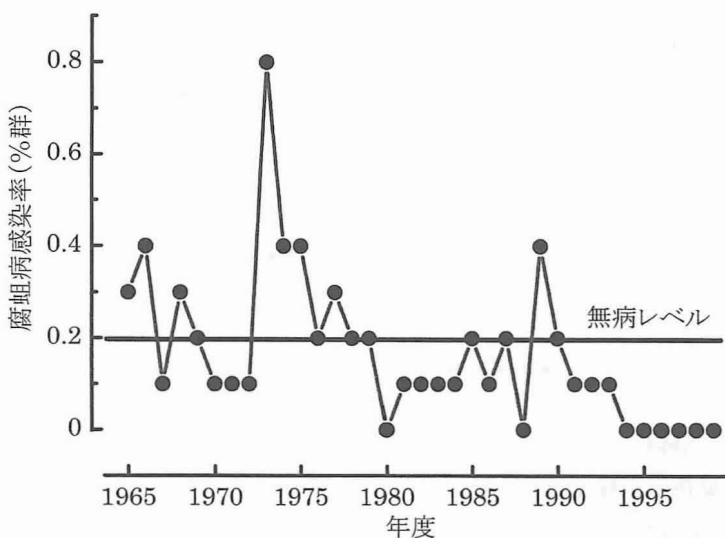


図3 ニュージーランド・ホークスベイのある養蜂企業(7000群規模)の腐蝕病発生率の推移。

業の場合は、病気が根絶しつつあると思っていけない。発生率が安定していることはすでに罹っている蜂群が見つかって処分されるのと同じ速さで新たな感染が起きているということになる。大発生を避けるためにはさらに警戒が必要で、さらに腐蛆病発生率を下げるべく管理方法を変えていかなければならない。

養蜂企業はアメリカ腐蛆病の防除方法を養蜂要員に教えたり、その作業を監督する上で問題を抱えることがある。そのようなときは全員に対する腐蛆病検査講習会を年度頭に行うべきである。また養蜂要員には、かれらの現場作業員からいつでも彼らが見つけた蜂児の異常についての報告に耳を傾けるように奨励しておくべきである。

養蜂企業のためのよい病気根絶管理計画には以下の項目が含まれる。

- 蜂児圏が拡大途上の早春期に全群の全蜂児巣板に対する腐蛆病検査を行うこと。
- 春期にあと2回は最低3枚の蜂児巣板の腐蛆病検査を行うこと。
- もしアメリカ腐蛆病がその企業内で低い発生率で発生していて、また発生率が一定か、増加しているのであれば、一度に検査する蜂児巣板の数を増やして全巣板の検査とすること。
- 春期に巣箱内の何かを蜂群間で移動した場合には全蜂児巣板の蜂病検査を行うこと。
- 腐蛆病が発生した場合には即刻焼却処分とし、巣箱などの木製品は熱パラフィン浸漬(160°C10分間)で消毒すること。
- 蜂場隔離を行い、特に貯蜜用継ぎ箱に注意を払うこと。
- ある蜂場で腐蛆病が大量発生した場合には18か月は巣箱隔離を行うこと。
- もしそれ以降の18か月に腐蛆病の発生がみられない場合には蜂場隔離に戻る。
- 季節を通じて盗蜂傾向があった場合には、それぞれの巣箱の全蜂児巣板の検査を行う。特に羽化しなかった有蓋蜂児を集中的に検査すること。
- 腐蛆病発生記録は正確に残すこと(下方、

上方修正しない)

蜂場隔離および蜂群隔離は、定飼で採蜜を行う企業の場合、腐蛆病の発生率を低減させる有効な方法である。花粉交配や移動養蜂を行う養蜂家の場合、このような隔離を用いない方法か、蜂群の移動の詳細な記録を用いるといった根絶管理計画を考案する必要がある。

移動養蜂においても腐蛆病が低いと一定の発生率で見られる場合、管理計画は各スタッフを訓練し、また作業管理を向上させ、腐蛆病検査の回数(特に春の建勢期と秋)を増やすことが望ましい。

もし腐蛆病の発生率が高いなら、また増加するようであれば管理方法を変え、まず病気の発生が見られた蜂場を隔離し、これらの蜂場からの蜂具などの出入に十分な注意を払う必要がある。この際、蜂群の強さをそろえようなどとは思わないことが重要である。各巣箱はそれぞれひとつずつの単位で管理し、ある巣箱から別の巣箱に何かを移動してはならない。もしその蜂群が花粉交配に足る大きさにならないなら、蜂場に残す。もし花粉交配には大きすぎるという場合には、ここから交尾群を分ける。この場合も巣板を他の巣箱のもの混ぜたりしないで、その後のために巣箱と交尾箱に印を付けておくとよい。

(著者の住所は下記参照)

(翻訳 中村 純)

訳注 筆者はニュージーランドのブレンティ湾地域で、農水省の養蜂担当職員として業務に就いている。1991年から1998年までは全国養蜂協会との契約で腐蛆病対策事業の役員を務めた。また同協会において腐蛆病対策事業のコンサルタントとしての業務にも努めてきた。Goodwin博士との共著「薬剤を用いない腐蛆病の防除」(1999年, US\$10)の著者でもある。

引用文献

- Alippi, A. 1994. *Vida Apicola* 66: 20-24.
 Cantwell, G. 1980. *Am. Bee J.* 120: 840-843.
 Goodwin, R., Haine, H. 1998. *NZ Beekeeper* 5(9): 9-13.
 Goodwin, R., Perry, J., Brown, P. 1993a. *NZ Beekeeper* 2(8): 7-9.
 Goodwin, R., Perry, J., Brown, P. 1993b. *NZ Beekeeper* 2(9): 7-10.

- Goodwin, R., Perry, J., Ten Houten, A. 1994a. *J. Apic. Res.* 33: 209-212.
- Goodwin, R., Perry, J., Ten Houten, A. 1994b. *NZ J. Zool.* 21:285-287.
- Goodwin, R., Van Eaton, C. 1992. Detection of American Foulbrood Using Bacterial Cultures. Ministry of Agriculture and Fisheries, Hamilton, New Zealand. 20 pp.
- Goodwin, M., Van Eaton, C. 1999. Elimination of American Foulbrood Without the Use of Drugs-a Practical Manual for Beekeepers. National Beekeepers' Association, Napier, New Zealand. 78 pp.
- Homitzky, M. 1990. *Austral. Beekeeper* 92: 20-28.
- Hornitzky, M. 1989. *Austral. Beekeeper* 91: 172,179.
- Matheson, A, Reid, M. 1992. *Am. Bee J.* 132: 399-402,471-473, 534-537.
- Matsuka, M., Nakamura, J. 1990. *J. Apic. Res.* 29:112-117.
- Meister, A., Salt, R. 1995. An Analysis of the Benefits and Costs of the Introduction of a Pest Management Strategy to Eradicate American Foulbrood Disease. School of Applied and International Economics, Massey University, Palmerston North, New Zealand. 19 pp.
- Mungari, R., Jamnback, H. 1991. *Glean. Bee Cult.* 119: 100-101.
- NBA. 1996. National Pest Management Strategy for American Foulbrood. National Beekeepers' Association, Hastings, New Zealand. 91 pp.
- Plagemann, O. 1991. *Tieraztl. Umsch.* 46: 24-27.
- Rendall, G. 1981. *Vet. Rec.* 26: 194.
- Shimanuki, H. 1999. American foulbrood disease - past, present and future. In Proceedings of the 36th Congress of Apimondia, Vancouver, pp. 45.
- Shimanuki, H., Knox, D. 1994. *Am. Bee J.* 134: 125-126.
- Van Eaton, C. 1992. *Glean. Bee Cult.* 120:494-496.
- Van Eaton, C. 1999. Proceedings of the XXXVIth Congress of Apimondia, Vancouver, pp. 51-52.
- Van Eaton, C. 2000. *Bee Cult.* 128:36-40.
- Wilson, W., Eliot, J., Hitchcock, J. 1973. *Am. Bee J.* 113: 341-344.
- CLIFF VAN EATON. Control of American foulbrood in New Zealand without antibiotics. *Honeybee Science* (2000) 21(2): 61-67. 25 Perkins Drive, Te Puna, RD6, Tauranga, New Zealand

Recent findings of antibiotic-resistant strains of *Paenibacillus larvae* larvae, the causative organism of American foulbrood (AFB) have called into question the continued profitability of *Apis mellifera* beekeeping without the development of new antibiotics to control the disease.

However, New Zealand is an example of how non-drug methods can be used successfully to control AFB. New Zealand beekeepers do not use antibiotics because their residue-free bee products receive preferred access to countries such as Japan. They also do not believe that antibiotics can be a total replacement for beekeeping management methods, since AFB levels in countries where drug feeding is widespread are equal to or greater than in New Zealand, where antibiotic control of AFB is illegal. An independent cost-benefit study has also shown that antibiotic feeding programs would be more costly to New Zealand beekeepers than non-drug methods.

New Zealand has an organized AFB disease control program, funded by the national beekeeping association, that includes annual registration of apiaries, the reporting of all AFB cases by beekeepers, disease control education, AFB research, and the random and targeted inspection of beehives by both government inspectors and volunteer beekeeper inspectors.

In the period 1990-1999, AFB incidence in New Zealand decreased by an average of 12% per annum, from 1.2% of beehives at the beginning of the period, to 0.3% in 1999 (the lowest level of AFB in 22 years). The goal of the current control program is to eventually eliminate AFB from all managed beehives in New Zealand.

Control of AFB in New Zealand is through the management of beehives to reduce the spread of the disease and destruction of colonies that are found to be infected. A major management component is the use of quarantine (hive and apiary) to control the movement of materials (brood, honey, extracted supers) with the potential to carry infective levels of disease spores. Infected beehive parts are sterilized by emersion in hot paraffin wax (10 minutes at 160 oC). Frequent and thorough brood inspection is also essential.

A case study, together with a recommended management plan taken from the author's book on non-drug AFB control, is included.