

## カリフォルニアの養蜂とポリネーション

Eric C. Mussen and Robbin W. Thorp

カリフォルニアは米国で3番目に大きい州である。412,602 km<sup>2</sup> に及ぶ面積に、山あり谷あり、砂漠から海岸までの変化がある地域である。養蜂家は蜂にとっての良い蜜源と葉害の危険を最小にするような地域に蜂場を置こうとするが、養蜂収入のかかなりの部分が花粉媒介業からくるので、この条件を満たすことは困難といえる。さらに人口の増加が蜜源地域をせばめている。カリフォルニアには全国の10%の人口が集中している。

カリフォルニア州の養蜂家のタイプは1~25群を飼養する趣味養蜂家、26~350群の兼業養蜂家、それ以上の商業養蜂家と3つに分けることができる。専業でやるには1000群以上を飼うのが普通である。カリフォルニア州の趣味養蜂家は2000人、兼業家が250人で、合わせて5万群ほど、専業家は45万群を所有している。晩冬期にはアーモンドの媒介に備えて100万群と倍増するが、全国の商業用蜂群の3分の1がカリフォルニア州に集中するのである。

カリフォルニア州の養蜂家の収益は3つが

主要である。

1. 野生植物、栽培植物からの流蜜が期待できる地域の養蜂場。1997年のハチミツ生産額は2,205万ドル、副産物である蜂ろうが239万ドルであった。

2. 花粉媒介を要する農家に蜂を貸すのが、最大額の4,827万ドル(1997年)である。

3. 女王蜂、パッケージビー、小群を養蜂家に供給することで、約1,332万ドル(同年)。

年額にはあまり大きな変化はないが、1997年の合計は約9千万ドルであった。

### ハチミツ

カリフォルニア州のハチミツ生産量は常に全国のトップか、上位3位以内にあるが、これは蜂群数が多いことによっており、群当たり生産量は表1のように4~36位といったところである。

天候がハチミツ年産額に大きな影響を与える。カリフォルニア州は地中海性気候で夏の乾

表1 カリフォルニア州のハチミツ生産

年	生産高 千米ドル	総生産量		採蜜量/蜂群	
		t	米国内順位	kg	米国内順位
1998	23,157	16,977	1	37.7	11
1997	22,050	14,318	1	34.1	10
1996	22,932	12,409	1	31.8	22
1995	24,608	17,754	1	42.3	5
1994	12,240	10,909	3	27.3	24
1993	22,500	20,454	1	40.1	4
1992	16,375	14,314	1	30.5	16
1991	17,690	14,890	1	28.6	17
1990	10,886	9,164	2	19.1	35
1989	8,186	8,268	1	15.5	36

燥と湿潤な冬とからなる。雨のタイミングと量が重要である。平均的な雨量の時は、群当たり収量は 27 kg と平均的である。干ばつ年では 15 kg となり、エルニーニョの影響で 4 月まで降雨が延びると、40 kg に達する。

Vansell and Eckert (1941) によれば、カリフォルニア州のミツバチが蜜源、花粉源、あるいは両方に利用している植物は 150 種としているが、現在でも大きく変わっていない。12 月から 2 月までは各種のユーカリが咲き、

カラシナ、ナズナ類が補助蜜源となる。暖冬の場合には山地でウラシマツツジが咲く。この時は 10 年に 1 度程度の好況となる。最初の大きな流蜜は 4~5 月の柑橘類による。その後、セージや野生のソバが重要な蜜源植物となり、5 月には採種用アルファルファが咲くと媒介用に移動を行う。採蜜量には変動があるが湿潤年の方が高い傾向を示している。媒介に携わらない養蜂家は夏に向けて山地の野生植物の開花を追って移動する。ただし、花粉がミツバチにとっ

表 2 カリフォルニア州においてミツバチが花粉媒介する作物

	花粉媒介要求性作物*		増産性作物**
果樹	アーモンド	プラム	アプリコット
	アプリコット数品種	プルーン	オリーブ
	アボカド	モモ数品種	カキ
	キウイ	洋ナシ数品種	ベリー類
	クリ	パートレット種は	マカデミアナッツ
	タンジェリン	天候不良の年には	モモ
	タンジェロー	必要になる	洋ナシ
	チェリー	ライチ	リンゴ
	リンゴ大部分の品種		
飼料作物	アルファルファ	ベッチ類	クリムゾンクローバー
	アルサイククローバー	ミヤコグサ	
	イガマメ	ラジノクローバー	
	エジプトクローバー	レッドクローバー	
	クラウンベッチ		
野菜種子類	アスパラガス	セロリー	ナス
	アメリカボウフウ	タマネギ	
	カブ	ニラネギ (ネギ)	
	カブキャベツ	ニンジン	
	カボチャ	ハクサイ	
	カリフラワー	パセリ	
	カンラン (コラード)	ブロッコリー	
	キャベツ	ペポカボチャ	
	キュウリ	マスタード	
	ケール	芽キャベツ	
	スイカ	メロン類	
スウェーデンカブ	ラディッシュ		
果菜類	カボチャ	メロン類:	
	キュウリ	カンテローブ	
	ペポカボチャ	スイカ	
		ハニーデューメロン	
		ベルシャメロン	
採油植物類	アマ	ヒマワリ	
	ナタネ	ベニバナ	

\*花粉交配がなければ生産ができない商業作物

\*\*花粉交配によって生産性が向上する作物

て毒となるカリフォルニアトキノキは避ける。カリフォルニア州北部の養蜂家は夏の乾燥期の群の維持あるいは余蜜を得るために帰化植物であるヤグルマギクを利用する。中央部の農耕地では蜂群をワタ作地の傍に置く養蜂家がいる。ワタは良い蜜源となるが、害虫防除のための殺虫剤の危険が高い。9月には全ての主要蜜源は終わり、越冬前の建勢のために雑草類の咲く地域に移動してゆく。

カリフォルニア州のハチミツの色はライトアンバー（明コハク色）が大部分である。カリフォルニアセージ蜜（結晶しない）や、オレンジ蜜の州内のプレミア価格は今や通用せず、卸値には世界の流通価格が反映する。

蜂ろうは50kgのハチミツに対して1kgの生産量がある副産物である。大部分の蜂ろうはバルクでの卸価格取引に供されるか、養蜂器具会社の巣礎との交換に使われる。

その他のミツバチ生産物を商業目的で採取する養蜂家はほとんどいないが、花粉は注目してよい。一部の養蜂家は花粉を企業に販売しているものの、大部分は花粉欠乏期（晩夏、秋、時には初夏）への備えである。晩冬期に春のアーモンドに備えて、補助花粉、代用花粉などを給餌して蜂児生産の促進もよく行われる。ローヤルゼリー、プロポリス、蜂毒の生産・取引は養蜂産業にとって大きな意味をもっていない。

### 商業的花粉媒介（ポリネーション）

カリフォルニア州の農家はミツバチによる花粉媒介が必要な作物を50種以上栽培している（表2）。その総価格は42億ドルとなり、養蜂生産物収入の約40倍である。ただし、ミツバチが媒介した種子からの作物、アルファルファや

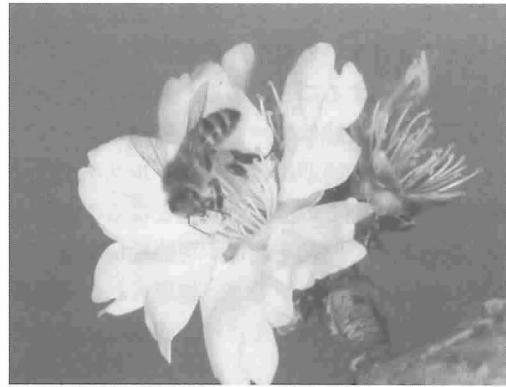


図1 アーモンドの花を訪れたミツバチ

クローバーの消費に基づく肉類や酪農生産物を考慮に入れば、カリフォルニア州のミツバチは農業収入200億ドルのほぼ半分に関係していることになる。

### アーモンド

カリフォルニア州の花粉媒介で最大のものは2月に、22.5万ヘクタールのアーモンドが咲く時である（表3）。栽培農家は和合性の品種をほぼ同時に咲かせなければならない（Thorp, 1979）。その時にはミツバチが1haに平均4群の割合で置かれている必要がある。受粉、受精には天候が大きく影響する（Thorp, 1996）。

州内、州外からの養蜂家は秋のうちに蜂群を近くに備えておく。彼らは2月めざして健康な強群になるように、群の合同を含めて冬の間にはチェックを怠らない（Nasr et al., 1990）。2月の第1週から第2週にかけて、昼夜を問わず開花に合わせてトラックが中部平野を駆けめぐる。1999年の賃貸料は1群平均41ドルであった。1果樹園での開花は4～6週間続き、その後蜂群を引き上げる。移動は暖期には夜間に行われることが多い。

表3 カリフォルニア州のアーモンド生産

年	栽培面積(ha)	ナッツ生産量(t)	生産総額(千米\$)
1998	189,091	114,363	461,568
1997	189,545	299,863	648,000
1996	190,454	268,181	600,075
1995	186,818	222,045	480,930
1994	186,818	298,272	597,990

アーモンド園に置かれた蜂群は殺虫剤にさらされることはないのだが、近隣の農家が遅咲きのものに散布することがある。処理された樹下の雑草に触れた蜂はアーモンドに行きにくくなる。また、開花終期にはアルファルファ畑はブドウ園の殺虫剤との接触も問題となることがある。果樹園内で問題を起こす可能性があるのは抗カビ剤のキャプタンOで、処理された花粉を大量に食べた幼虫が死んだり、成虫への変態が阻害される。

ミツバチが使えない場合にそれに代わるポリネーターの研究も行われてきた。数種のハナバチ、特に *Osmia lignaria* の有効性が示されている (Torchio, 1982; Torchio et al, 1987)。しかし、カリフォルニア州のアーモンドの媒介という巨大な需要を満たせるものはない。

#### アルファルファ

次いで大きな需要は採種用のアルファルファである (表4)。アルファルファの媒介はセージや野生ソバの開花と同期するので、それらの流蜜が大きいと養蜂家はそちらを好むことになる。賃貸料は28ドル前後で、1 ha 当たり6群程度が一般的である。2.6 km<sup>2</sup> のフィールドに12~20群をセットで置き、また周囲にも配する。干し草を売る農家も種子の価格が高いとみれば、刈らずに1 ha 当たり10群見当のミツバチをつぎ込み、採種にあたる。

見識のある農家はよほど害がひどくなければ殺虫剤は使わない。2000群ものミツバチを引き上げ、また元に戻すということはできないので、圃場に置いたままにされた採餌蜂は大きな被害を被ることがある。このような場合にはきれいな水を得るのが難しいこともあって、群勢は急激に弱まることになる。多くの養蜂家は屋

根をつけた樽にきれいな水を溜めて、ミツバチを保護する。また殺虫剤散布後の数時間を、濡らした麻布で巣門を覆い、ハチが出ないようにすることもある。夏には気温が45℃にもなるのでこの処置は短時間に限られる。ミツバチは巣箱から6.4 km もの採餌範囲があるので、アルファルファの誘引力が弱いような時には、各所で使われている殺虫剤に接触することも多い。アルファルファが済んだあとは、餌、水、殺虫剤などに関して条件のよい地で、翌年のアーモンドに備える必要がある。

1960年代にアルファルファハキリバチ (*Megachile rotundata*) について、アルカリバチ (*Nomia melander*) の利用がうまくいくようになると、アルファルファの採種地はカリフォルニア州 (特にサクラメント・バレー) から、北西部諸州 (オレゴン、ワシントン、アイダホ、ユタ、ネバダ北部など) へと移った。その時までには全国の1/2を生産していたが、その後は1/3程度になっている。カリフォルニア州の生産量の多くはサンノアキン・バレー南部のもので、開花期の長さ、収穫時期の好天などの好条件に恵まれている。花粉収集量を高めてアルファルファなど各種作物に対する花粉媒介能をあげる試みがなされており、Gordon et al. (1995) の花粉貯蓄量を増やすような遺伝的改良や、蜂児フェロモンを利用する方法 (Pankiv et al., 1998) などがあげられる。

#### ウリ科作物類

ミツバチは長期にわたってウリ科作物のポリネーションに利用されている。カリフォルニア州南部では、メロン、ペポカボチャ、カボチャ類が晩秋、早春に栽培されている。北部ではこれらの作物が夏中の栽培となる。栽培面積は上

表4 カリフォルニア州のアルファルファ種子生産

年	栽培面積(ha)	種子生産量(t)	生産総額(千米ドル)
1998	28,277	28,277	43,892
1997	22,090	12,867	46,006
1996	20,772	12,074	36,390
1995	20,181	10,907	32,440
1994	15,773	11,530	32,997

記の作物類に比べて小さく、賃貸料も安い。1 ha 当たり6群までが普通で (Mussen and Thorp, 1997), その作物の後には養生の必要があることもアルファルファの場合と共通である。これらの作物は花粉が少なく、ミツバチには大きすぎ、また花蜜量も非常に少ない。

### その他の作物

コーネル大学の Robinson et al. (1989) の報告では、作物の花粉媒介の72% はカリフォルニア州で行われているという。ハナバチを必要とする作物は、キウイ (Thorp, 1994) のように栽培面積が大きくないものが多い。カリフォルニア州の農家は全国に、また世界に野菜類の種子を供給しているが、その栽培地域は各地に散らばっている。これらの作物は必ずしもミツバチにばかり依存しているわけではなく、マルハナバチや多種類の単独性のポリネーターもまた利用されている (Pimentel et al., 1997)。

### ミツバチ以外のポリネーター

アルファルファハキリバチ (前出) はたまたま持ち込まれた外来種で、アルファルファに有用である。カリフォルニア州では夏を中心に、年に数世代出現する。既存の穴を利用して営巣し、人工的に穴をあけた板、ストロー、段ボールなども利用する。葉や花弁を切り取って指抜き状の巣部屋を作り、花粉を詰めて卵を産みつける。1960年代に発達した飼養技術では、越冬巣からの第1世代はよいが、その後世代の個体数は急減した。これは、夏が暑いことにもよるが、原因不明の幼虫期の高い死亡率が大きな要因である。太平洋岸北西諸州やカナダ南西部では、寄生蜂、甲虫類、なかんづくチョーク病菌などによるいくつかの波はあったが、現在でもアルファルファハキリバチ産業が根づいている。1990年代の初期にサンノアキン・バレーに再導入されて、ミツバチと混用されており、特にミツバチでうまくいかない地域で、補助的に用いられる。カリフォルニア州の条件では現在でも繁殖は不十分で、毎年上記の地域からの

再導入が必要である。

アルカリバチは北米西部の種で、土壌条件が良ければ集団で生息する。夏期に1世代以上出現、外来作物であるアルファルファの花蜜・花粉によく適応している。人工的な営巣床が1950年代後半に開発されて今でも太平洋岸北西諸州で使われている。カリフォルニア州でも1960年代に試みられたが、原因不明で個体数が伸びず、近年では商業的には使われていない。

アオツツハナバチ (*Osmia lignaria*) も北米原産で、*O. l. lignaria* (東部)、*O. l. propinqua* (西部) の2亜種からなっており、成虫は早春に出現する。近縁のハキリバチと同様に空洞に営巣する性質をもっているため、人工的に穴をあけた板や、ストローも営巣場所となる。異なる点は巣のしきりを泥で作ることと、年1化性であることである。主としてユタ州など山間諸州で、リンゴ、オウトウなどの果樹のポリネーションに使われている。カリフォルニア州のアーモンドでのテスト結果も非常に有効であったが、個体数の確保や短い開花期間での繁殖が不十分なところが欠点である。

*Bombus occidentalis* (マルハナバチの一種) の商業的利用はカリフォルニア州のワトソンビル周辺で、温室作物 (特にトマト) で始まった。これらの作物の高い経済価値、人手による受粉経費や、新技術がマルハナバチの世界的貿易をもたらした。中央ヨーロッパ、ニュージーランド、イスラエルなどでは、*B. terrestris* (セイヨウオオマルハナバチ) の周年飼育が可能である。この種はカナダ、アメリカには輸入できないので、飼育技術を輸入して在来種に適用された。温室トマトに加えて、*B. occidentalis* は、クランベリー、ブルーベリー、アーモンドに適用され、有用である。群の構成個体数が小さいこと、価格が高いことが問題点である。アメリカ北東部の *B. impatiens* も利用可能である。*B. occidentalis* がノゼマ病の問題があるため、これに代わって北アメリカ (カリフォルニア州も含む) に広がっている。その他の在来マルハナバチも商業的価値を持ちうると思われる。

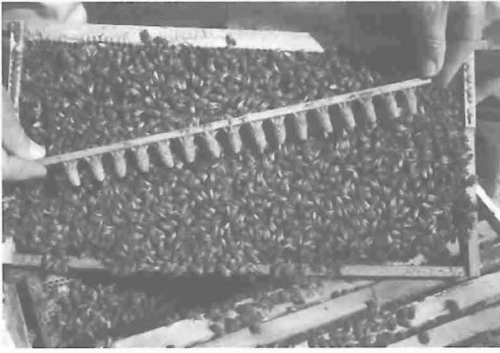


図2 女王蜂の養成

## 女王蜂と計り蜂の生産

商業養蜂家は定期的に蜂群の状態を知るため個体数をチェックする。標準を下回っていたり、防御的過ぎるようであれば、女王蜂を更新するのが普通である。旧女王蜂を取り除き、変成王台を作らせるようにすればよい。しかしながら、多くの養蜂家は、特定の女王蜂養成家から何年もかけて望ましい性質を選択されたものを入れる傾向がある。アメリカの女王蜂生産の半数はアフリカ蜂化ミツバチの影響のない北カリフォルニアで生産されている (Laidlaw and Page, 1997)。

寄生物、病気、殺虫剤の混入や、飢餓などの管理不良はいずれも、蜂群の損失につながる。別の強群を分ければ補いがつくが、多数の群が必要な場合には、養成家から“計り蜂”を購入する。これは、1~2kgの働き蜂に1~2匹の女王蜂と糖液をそれぞれ別のかごに入れて、網かごに詰めたものである。計り蜂はトラックか飛行機で、地元のあるいは外国の養蜂家に届けられる。養成家は検疫上の制限や証明書の内容を熟知し、法律に従わねばならない。

女王蜂や計り蜂の生産は3月に始まる。その頃には一般的な蜂群では、糖液や花粉(代替物)を奨励給餌することで、蜂児特に、雄蜂用の巣礎を入れて雄蜂を作るようにしている。間もなく王台に幼虫を移虫して、交尾用の小群を整える。交尾用の群のサイズ、形、ハチの数は色々である。時には、普通の巣箱の中で交尾用小群

サイズの蜂児巣板を作って足すこともある。いずれも小型の巣板を十分量の働き蜂が覆うようにして、女王蜂への給餌や温度が良い条件にするのである。交尾後、その先の女王蜂更新に備えて十分量の産卵を見届ける。

養成用女王蜂のいる群から、1日齢の幼虫を(ろう、またはプラスチック製の)王台に移虫し、養成群に戻す。一部の養成家は空の王台に移虫する方法に代えて、ローヤルゼリーの溜まった王台に移虫する“2回移虫”法を行っている。養成群は同じものを用いる場合もあり、別の群に預ける場合もある。養成家は羽化予定日の前日に群から王台を取り出して、インキュベータに保温したのち、翌日に交尾用小群に入れる。天気が許せば約2週間内に交尾・産卵を始める。その時点で、女王蜂を取り出し、次の王台を入れるようにする。

女王蜂だけを販売する場合は、王かごに同じ群からの6匹の働き蜂と、クィーンキャンデーをつける。このキャンデーは柔らかいがべとつかない組成が工夫されている。計り蜂につける女王蜂は網かごに1匹だけをいれ、網越しに餌を受け取るようにする。数群から集められ、計りわけられた働き蜂は、購買者への輸送中に女王蜂に慣れる。計り蜂が到着すると、養蜂家は餌容器を外し、女王蜂をケージから出し、何枚か巣板を抜いた巣箱に蜂を振るい落とし、女王蜂を入れて巣板を戻し、蓋をする。2日後には産卵が始まり、急速に群が出来上がってゆく。

## 蜂群管理の要点

カリフォルニア州の養蜂家の問題は世界と共通している。作物栽培農家、害虫管理アドバイザー、殺虫剤施用者と養蜂家とは互いに良い関係にあるが、それでも殺虫剤が頻用される地域でのポリネーションでは、被害が起こる。毎年10%程度の群が損失を受けると推定されている。初期であれば補いもつくが、シーズンの終わりにそれが起こると、翌年のアーモンドのポリネーションに響くことになる。

気管につくアカリダニ (*Acarapis woodi*)

とミツバチヘギイタダニ (*Varroa jacobsoni*) とがカリフォルニア州に侵入して以来、生産が落ち、コロニーの損失が起こった。ダニ感染初期の規制は、その広がりを遅らせたはずであるが、ポリネーション用に移動する群数は莫大で、急速に広がっていった。養蜂家は植物性のショートニング1に対して2.5倍の砂糖を加えた“グリースパテ”を使って、アカリダニの感染を経済的閾値以下に抑えている。しかし、時には被害がおきて、治療のためメントールが用いられる。

バロアダニは米国の蜂群に大きな被害を与えている。多数のダニによる直接の寄生と、恐らくダニがウイルス病のベクターとなって、養蜂業者も趣味養蜂家も群を失っている。野生群は見られなくなってしまった。典型的な“寄生ダニ症候群”は“翅奇形ウイルス”による翅の縮れである。養蜂家はフルバリネート製剤をしみ込ませたプラスチック片 (アピスタン®) で対処している。最悪の時期 (1995-96) には、再感染を防ぐために年に3回の処理をしなくてはならなかった。最近では害は落ちついてきたが、フルバリネート抵抗性のダニが現れつつある。別の殺ダニ剤 (クマフォス) をしませたもの (チェックマイト®) も一時的に用いられているが、これに対する抵抗性も出るであろう。バロアダニに対する遺伝的な抵抗性あるいは耐性をもつ系統が見つかって利用できる日を期待したい。

アメリカ腐蛆病 (AFB)、ヨーロッパ腐蛆病 (EFB)、チョーク病、各種のウイルス病などの感染症はあまり大きな問題ではなくなっている。40年以上にわたってオキシテトラサイクリン塩酸塩 (テラマイシン®) が AFB, EFB のチェックに使われており、米国のみならず世界中で耐性菌が出現し、これに対しては登録された良い抗生物質がない。AFB 抵抗性のミツバチの選択が将来への解決法であろう。

限られた地域に多数の蜂群があるので、人々との接触は避けられない。ある人は蜜巣板を2, 3枚、時には全部、また一部の蜂や時には巣箱ごと持ち去るようなこともあり、巣箱をひっ

くり返したり、穴を開けたりすることもする。アーモンドが咲く前の数週間には泥棒が問題となる。アーモンド栽培農家はハチを運び込むと賃貸料の半分、運び出す時に残りを支払うことが多いが、ハチ泥棒は他人の蜂を果樹園に運び込んで半額を受け取り、2度と現れないのである。巣箱には所有者名や電話、州からの証明番号などを書いてあることが多いので、やがて戻ってくるが多い。

野生動物も問題になることがある。冬にはネズミが入り込んで、巣板に穴をあけて巣作りをすることがある。スカンクは夜に来て巣門で引っ掻き音をたて、出てきたハチを食う。每晚同じ群を襲うので、全滅することもある。別の動物は交尾用の小型巣箱をひっくり返して中の餌容器からこぼれる糖液を飲む。キツツキが巣箱に穴をあけて中のハチを食う。しかし、クマが一番の大敵である。電気フェンスや高い台に乗せて近寄れないようにしておかなければ、巣箱を壊して蜂児や蜜の巣板を食ってしまう。一度味を覚えると、防ぐのは非常に困難となる。また、自然保護の動きの中で害獣防除許可を得るのが困難になっている。時には自然保護関係者が協力することもあるが、彼らは捕獲後に印をつけて、より害のない地域に放してやるのである。

カリフォルニア州の養蜂家にとって、特にこれから飼おうという時に最大の難問は、養蜂場を見つけることであろう。養蜂家は“積み荷”単位でハチを飼っている。所有するトラック一台の積み荷にできる単位で、100箱余りが普通である。これが1か所の養蜂場を要するので、



図3 トラックに蜂群を積み込む養蜂家

2000 群をもつ養蜂家は、ポリネーション期以外には 20 か所の養蜂場が必要となる。採蜜用にこの他に 15~20 か所がいる。これらの場合、養蜂家はその土地の所有者か、公共の土地であれば監督官庁に許可を得なければならない。地主によってはハチミツと交換でよいこともあり、賃貸料をとることもある。公用地の場合には、昔は許可だけでよかったが、賃借料が必要となり、現在では公用地での外来生物を制限する“保護努力”がなされるようになっていく。カリフォルニア州南部にアフリカ蜂化ミツバチが広がるようになると、蜂刺症に対する恐怖感が非常に高まっている。このミツバチは年に 80 km の速度で北西へと広がっており、すぐには止まる気配がない。

カリフォルニア州における養蜂は自律を目指す人々にとって恰好の職業である。アウトドアの職業であるから、極端な天候、寒暑、泥地、泥道、自分で管理できない外来の難関（外敵、殺虫剤、ほか）に直面する。大部分の養蜂家は好きだからこそその職業で、投資に対する収益があるからという理由ではない。幸いなことに、私たちの社会では徹底した個人主義者が残っており、彼らが、ポリネーションに依存している私たちの日々の食料の 3 分の 1（果実や野菜類）を確保してくれているのである。

（翻訳 松香 光夫 著者の住所は下記参照）

#### 主な参考文献

- Gordon, D. M., Barthell, J. F., Page, R. E. Jr., Fondrk, K.M. and Thorp, R. W. 1995. *J. Econ. Entomol.* 88(1):51-57.
- Laidlaw, H. and R. Page. 1997. *Queen Rearing and Bee Breeding*. Wicwas Press, Cheshire. 224 pp.
- 松香光夫. 1996. ポリネーターの利用. サイエンスハウス. pp. 153.
- 松香光夫. 1997. 日本花粉学会会誌. 43 (1) : 19-30.
- Mussen, E. C. and R. W. Thorp. 1997. UC DANR 7224. 3 pp.
- Nasr, M. E., R. W. Thorp, T. L. Tyler and D. L. Briggs. 1990. *J. Econ. Entomol.* 83: 748-754.
- Pimentel, D., C. Wilson, C. McCullum, R. Huang, P. Dwen, J. Flack, Q. Tran, T. Saltman and B.

Cliff. 1997. *BioScience* 47(11): 747-757.

- Robinson, W. S., R. Nowogrodzki and R. A. Morse. 1989. *Am. Bee J.* 129: 411-423, 477-487.
- Thorp, R. W. 1979. *Proc. 4th Internl. Sympo. Pollination.* 1: 385-392.
- Thorp, R. W. 1994. IN *Kiwifruit Growing and Handling*. (Hasey, J.K., R. S. Johnson, J. A. Grant and W. O. Reil eds.) Univ. California, Div. Agric. Nat. Res. 3344: 53-57.
- Thorp, R. W. 1996. IN *Almond Production Manual*. (Micke, W.C. ed.). Univ. California, Div. Agric. Nat. Res., 3364: 132-138, 143.
- Torchio, P. F. 1982. *J. Kansas Entomol. Soc.* 55: 101-116.
- Torchio, P. F., E. Asensio and R. W. Thorp. 1987. *Environ. Entomol.* 16: 664-667.
- Vansell, G.H. and J.E. Eckert. 1941. *Bulletin* 517, Univ. California, Col. Agric., Agric. Exp. Stn, Berkeley, California.
- MUSSEN, ERIC C. and ROBBIN W. THORP. Beekeeping in California. *Honeybee Science* (2000) 21(1): 1-8. Entomology, University of California, Davis, CA 95616, USA.

The State of California is about the same size as Japan. Ten percent of the United States' population (about 1/4 that of Japan) lives in California, predominantly in the coastal regions. The remaining mountain and valley regions are used by beekeepers. The mountains provide areas for producing honey, building up colonies depleted by use in crop pollination or for overwintering above the valley fog. The large valleys are areas of intensive, irrigated agriculture. California beekeepers earn their livings by producing honey from wildflowers and agricultural crops, by renting bees for crop pollination, and by rearing queens and bulk bees for sale to other beekeepers. Of the nearly \$50 million earned annually by California beekeepers, about 32% is from honey and beeswax production, 54% from crop pollination, and 14% from queens and bulk bees. Beekeeping is highly migratory in California and finding safe locations with adequate bee forage is difficult. Pesticide poisoning, Varroa mites, American foulbrood disease, tracheal mites and low bulk honey prices are the beekeepers' most difficult problems.