



Eva Crane Trust

ECTD_207

TITLE: World pattern of apicultural research

SOURCE: *Honeybee Science*: 6(3): 202-204
[In Japanese plus English script]

DATE: 1985

Reproduced with Permission of Tamagawa University

<http://www.tamagawa.ac.jp/sisetu/gakujutu/honey/>

ミツバチ科学研究の流れ

E. Crane

前報で世界各地における養蜂形態について述べた (Crane, 1985). ミツバチ科学研究のパターンについても同様の考察をすることは重要と思われるがこれまでに論議されたことは少ない。

ミツバチ科学に関する発見の歴史

ミツバチの管理や研究に関する発展に寄与する重要な要素は、その土地における養蜂の伝統にある。如何にミツバチに親しみ、興味の対象としてこれを扱ってきたかにかかっているのである。前報でヨーロッパがそのような土地柄であることを示したが、そこでは1800年以前に既に次のような発見がなされていた。

- 1568 働き蜂は働き蜂卵からも女王蜂を育成する (Nikol Jakob, 独)
- 1586 女王蜂は雌性で産卵を行う (Luys Mendez de Torres, 西)
- 1609 雄蜂は雄性である (Charles Butler, 英)
- 1625 顕微鏡で観察された初めての昆虫 (Prince Cesi, 伊)
- 1678-1680 顕微鏡による全解剖図 (Jan Swammerdam, 蘭)
- 1684 蜂ろうの起原に関する正しい説明 (Martin John, 独)
- 1739 気門の機能の発見 (R. A. F. de Reaumur, 仏)
- 1750 女王蜂の受精のうの機能の確立; 昆虫による花粉媒介 (Arthur Dobbs, アイルランド)
- 1771 女王蜂と雄蜂の交尾の記載 (Anton Janscha, オーストリア)

ミツバチは1600年代初めに北アメリカに導入

され、その頃ヨーロッパでは上記のような発見がなされていたのである。アメリカではミツバチの飼い方に関する固定的な伝統がなかったので、ミツバチの「管理」実験が熱心におこなわれた。蜂蜜の収量はヨーロッパよりもずっと良かったので、より効率的な管理、採蜜法開発の刺激となった。下記の実用的な進歩が1850年から1900年にかけてみられ近代養蜂の基礎となっているが、北米の養蜂家が最大の貢献をしている。

- 1853 可動巣枠式巣箱の発明 (L. L. Langstroth, USA)
- 1865 遠心分離採蜜器 (F. Hruschka, オーストリア)
- 1865 効果的な隔王板 (Abbe Colin, 仏)
- 1870 効果的な燻煙器 (Moses Quinby, T. F. Bingham, USA)
- 1891 効果的な脱蜂器 (E. C. Porter, USA)

以上に述べた1900年以前に活躍した欧米の人々はいずれも研究熱心な篤志家であった。しかし1905年に USA で、1909年からカナダ各地で養蜂官が雇用されるようになると、新しい合理的な養蜂産業のための改良研究が行われ、ミツバチの病気、効果的管理、生産物の質的向上などに関する何百という論文、報告書が作られた。同様の官吏がヨーロッパその他の各地でも任命されるようになり、ミツバチ研究は新しい段階に入ったのである。

経済的要因

1900年頃から近代養蜂産業がしっかりした基盤に立つようになると、ミツバチ科学の発展にも経済的な要素が重要になって、ますます政府が研究に投資を行うようになった。養蜂の経済

的な重要性に応じて政府の投資が大きくなるのは当然である。その経済性は直接の蜂蜜収量だけでなく、養蜂の性質上間接的な大規模な果実の生産や豆類などの作物によるものであっても良い。この型の直接的政府援助は、蜂蜜（または作物）の生産量を確保できるかどうかというような、実利的な課題に対して支出されることが多い。

新しく開発された地域の一部では蜂蜜生産量が非常に高く、また今世紀の前半には特に難問にぶつかることもなかった。そのような時には研究費もつかず、その生産性が新しく持ち込まれた病気などによって重大な危機に面した時などに初めて支出されるものである。これをしのぐには政府資金に頼らざるを得ないであろう。アルゼンチンやオーストラリアがその例である。これらの国では1950年以後になるまでミツバチ科学の研究費に見るべきものはなかった。オーストラリアではユーカリのような流蜜量の多い特産種がよそでは得られない蜂蜜を産する。しかし、これらの土着植物の花粉に関しては経済上の理由から研究が必要であった。ある種は花粉を出さなかったり、ミツバチに対して誘引性がなかったり、栄養が不十分であったりするものである。そのような種の同定が必要であり、またこの種の流蜜期には蛋白質源の補給が必要である。代用花粉、補助花粉、あるいは前に採集しておいた適当な花粉を給餌してやればよい。

今日では大学や研究所、特に養蜂が経済的あるいは伝統的に重要な位置をしめている国のそれらにおけるミツバチ科学の研究は、多くの基礎的な成果をあげている。それらの研究施設の全てが実際養蜂に直接関係する応用研究を使命としているわけではないが、一部ではそれを行っている。たとえば米国では農務省のミツバチ科学研究施設は大学と密接な関係を保っているのである。

政治的要因

これまで述べたのは主として資本主義国における事情であった。社会主義国では研究は国の定めた政策によって中央で計画され、管理され

ることになる。ソ連の例をあげると、モスクワに近いリャザン州リブノーに中央養蜂研究所がある。連邦内の各共和国やとくにロシア連邦共和国内の地域などでは独自の研究所を持ち、中央研究所と協調している。各地の研究所はその地域に関連した蜜源植物、ミツバチの地域適合種、その地域に合わせた蜂群管理などを課題としている。

そのような中央集権国家では、各地の自然資源評価（例えば蜜源植物）に関する研究を行うが、その方法は独特である。中央での計画は、養蜂産業の要求に応じて“合理的な”養蜂研究のパターンをもたらしている。このやり方は、ミツバチの管理や病気の研究ばかりでなく、養蜂の主要生産物である蜂蜜や蜂王漿が不調時にはその他のミツバチ生産物の研究にまで及ぶ。後者にはローヤルゼリー、花粉、プロポリス、蜂毒などが含まれ、一部の国では利益率の高い医薬品として見出すことができるのである。

ミツバチ研究の初期数世紀にわたって中央で計画されるような状況は見られず、現在でも社会主義国に限られているといっていよい。資本主義国で行われている研究課題の選択は無計画ともいえる。後者の大学、研究所では経済性や全体とのつりあいを度外視した計画を自律的に決めている。そこでは、より創造性を重視しており、他の分野の発展に伴って広がる新規なものを歓迎している。1例としてフェロモンを挙げれば、昆虫の行動を支配しているこれらの物質の研究は、ハチ類に関してもすぐに追いつかれているのである。新分野を開拓した研究者が著名であればなおさら、その分野の裾野を広げてくれる若い研究者達を引きつけ、学派を形成できることになる。K. von Frisch 博士がミツバチのダンス情報の研究を切り開いたのがその例である。

日本でも玉川大学は私立大学でありながら、独立した研究所をもってミツバチ科学分野に影響を与えているユニークな大学である。この大学の学長は岡田一次教授を筆頭として長い研究歴をもつミツバチ科学を高く評価して、この研究所を設立した。そこではスタッフと学生が一

緒になって広い分野の研究に取り組み、個々に関心をもつ課題ばかりでなく、日本の養蜂産業に資することを目的とする研究をも行っている。後者のうちには蜜源植物の研究や、蜂蜜、ローヤルゼリー、蜂毒、蜂ろうなどのミツバチ生産物の化学が含まれている。

人的要因

研究を行う動機はさまざまである。養蜂の経験があり、蜂を扱うことを楽しみとする生物学者であれば、蜂そのものに関わる仕事を選ぶであろう。医学研究から退職した R. K. Callow 博士はミツバチが好きであったので女王蜂のフェロモンの研究を始めている。

K. von Frisch 教授の研究の初めの数年間は魚の色覚（がないということ）に関する仕事をした後、無脊椎動物を扱いたくなり、ミツバチの色覚の研究に移っていった。彼の家族がミツバチを飼っており、彼自身も関心が強かったからである。

ブラジルでのミツバチ研究は3人の人達による所が大きい。遺伝学分野の W. E. Kerr 教授、ハリナシバチの分類学の J. S. Moure 教授とその飼育を行っている P. Nogueira-Neto 教授である。このような人的な要因は飼養しているミツバチにひかれ、ミツバチと働きたい願望と強い関連があることが珍しくない。ミツバチは実に魅力に富み、研究の主題もそこから発してミツバチが使う植物成分や、ミツバチの生産物へと広がってゆく。更には医学畑の人であれば蜂毒、ローヤルゼリー、花粉、プロポリスなどの生産物の医療的効果に引かれて、時間をさきエネルギーを投入することになる。

ミツバチはほとんどいつでも大量の個体を容易に入手できる大変に優れた実験材料である。それが理由となって研究が進むこともある。昆虫の視覚に関する研究は、眼が大きくて神経生理学的実験に適している雄蜂によって大いに進んだ。

研究課題の流行性

色々な流行があるように、研究にもはやりす

たりがある。あの種の研究テーマが一時的に必要以上にもてはやされるのである。1970年頃に環境科学が脚光を浴びた時期には、ミツバチも色々な形で環境と関わっているのであるから、環境科学関連の研究計画にも組み入れられたものである。しかし環境の他の側面に関心が移ると、顧みられなくなってしまった。

ミツバチの新しい病害虫が話題を呼ぶと多くの人達の関心を集めて、あちこちで研究されるようになるのも、一つの例であろう。しかし発表される研究結果は必ずしも有益で優れているものとは限らない。例えば、1920年代の *Acarapis woodi* や、1970年後半の *Varroa jacobsoni* などがその例である。

ヨーロッパの影響を受けて発展した国々ではその研究のスタイルも、材料などは新しいものであるにしても、基礎研究重視のヨーロッパ風になりやすい。例えば、ミツバチ行動学は旧世界の一部では遺伝子プールが大きいので比較研究が大いに進んでいるが、新世界ではたかだか数十年、数百年前に移入された遺伝子プールに過ぎないのでそれほどでもない。

1970年代は発展途上国の養蜂に対する関心の高まりがみられた。一部の技術的先進国の養蜂家や研究者が途上国に対して手を貸せる部分があることに気がついたのも原因といえよう。この認識が若い研究者をとらえ、一部の経験豊かな人達をもとらえた。このようにして熱帯養蜂が新しい研究分野を開くことにもなった。特にあまり研究の進んでいなかった種や亜種の性質に関心が向いたのである。すなわち、熱帯アジア系の *Apis cerana*, *dorsata*, *floreana* がそれであり、*Apis mellifera* のうちでもアフリカのサハラ南部の亜種、南アフリカの *capensis*, マダガスカル *unicolor* などの亜種も含まれる。南米に持ちこまれて今や北米に広がろうとしているアフリカ蜂でさえ、新しい研究テーマを提供している。北米の養蜂産業関係者はこのアフリカ蜂が北上してアメリカ南部に達し、ハチミツ、花粉媒介産業を危うくするのを懸念して、研究費を支給しているのである。

今後のミツバチ科学研究のために

養蜂についての研究をしようとしている者にとって、多くの場合その方向は、経済的あるいは政治的な要因によって左右され、これらの要因には手の付けようがないのが普通である。これらに縛られていなければ新しいテーマに取り組むことは喜ばしいことであり、そのようにして私達のもつ知識の体系にながしかを付け加えることになる。私自身の関心はといえば知識が世界中に広まることにあるので、これまで研究の少ない分野での研究の推進を鼓舞したいのであり、特に絶滅の危機にあるような種に関する研究に関心が深い。ヨーロッパのミツバチに比べると熱帯系の種や亜種に関する研究は遅れており、彼らに関する研究に力を注ぐことこそ、それがすぐに経済的な見返りをもたらさないとしても、いま現在必要なことであると信じている。

ミツバチに関する研究がその種本来の生息地域で行われるべきものと、他の地域でも研究できることとを区別しておくことは有益であろう。ただし、ミツバチを移入させることによって、望ましくない病気や、寄生虫、望ましくない遺伝子源が持ち込まれるのは防がねばならない。また、生息国の専門家との関係は密に保っている必要がある。次のような研究がこれまでになされ、あるいは進行中であるが、今後も拡充されるであろう。

生息地域での研究テーマ

- ・自然条件下での蜂群の行動
- ・蜂群の活動の季節的な変化
- ・蜂群管理
- ・自然条件下でのミツバチの生理と行動
- ・自然条件下での採餌行動
- ・ハチミツ生産に影響する要因
- ・ミツバチの病気や外敵に対する反応
- ・病虫害防除の野外試験

生息地域外でもできる研究

- ・飛翔網室でのミツバチの生理と行動
- ・生息地で採集した標本に基づく分類学
- ・ミツバチ病原学（分類、生理、……）

- ・ハチミツ（化学分析、花粉分析）
- ・蜂ろう（組成や性質）

最後に、日本における研究についても言及しておきたい。セイヨウミツバチは養蜂産業の基礎ではあるが、この種に関する研究は他国でも行われている。日本は科学技術の先進国であり現在でもトウヨウミツバチを保有している。生息区域が限られており、非常に遅れているこの種についての研究を、有効に遂行できる国なのである。一部の研究は玉川大学で、また京都大学、北海道大学の分類学者が熱帯アジアの *Apis* 属についての研究を行っているのは筆者の知るところである。

個人的な見解を述べれば、トウヨウミツバチに関する研究を大規模にかつ組織的に行っていただきたい。日本はある意味で北方に位置しており、温帯の条件下で研究の進んでいるセイヨウミツバチと、土着のトウヨウミツバチの比較ができる所である。またトウヨウミツバチの亜種系、熱帯系の比較に関しても世界が期待している。ミツバチに関する地球規模の知識体系に対して、日本の科学者だけがこれらの重要な貢献を成しうるのである。

（著者の連絡先は下記参照）（翻訳 松香光夫）

主な参考文献

- Crane, E. 1985. ミツバチ科学 6(1): 1-6.
- Crane, E. and G. F. Townsend. 1973. *In History of Entomology*. Ann. Rev. Ent. p. 387-406.
- CRANE, EVA. The world pattern of apicultural research. *Honeybee Science* (1985) 6(3): 101-104. Woodside House, Woodside Hill, Gerrards Cross, Bucks. SL9 9 TE, England.

EC/SH/D9.7.3.85

THE WORLD PATTERN OF APICULTURAL RESEARCH

Eva Crane

International Bee Research Association, Hill House, Gerrards Cross, Bucks.

S19 ONR, UK

In a previous article (Honeybee Science 6(1) : 1-6 (1985)) I traced the pattern of apiculture in different parts of the world. A pattern can also be discovered in apicultural research, which is of considerable importance although it is much less discussed than the pattern of apiculture itself.

Discoveries in past centuries

One important factor favouring the development of research on bees and their management in a region is a very long tradition of apiculture, so that bees are looked on with favour, and regarded as an interesting subject for study and research.

The previous article showed that Europe is such a region, and before
1800 / *it was the region where* (studies and discoveries about bees were made) → for example:

1568 worker bees can rear a queen from a worker egg (Nikol Jakob, Germany)

1586 the queen is a female and in a colony she is the bee that lays the eggs (Luys Méndez de Torres, Spain)

1609 drones are male (Charles Butler, England)

1625 the first insect (honeybee) drawn under a microscope (Prince Cesi, Italy)

1678-1680 full anatomical drawings of honeybees, using a microscope (Jan Swammerdam, Netherlands)

- 1684 first correct account of the origin of beeswax (Martin John, Germany)
- 1739 function of the spiracles discovered (R.A.F. de Réaumur, France)
- 1750 function of the queen's spermatheca established; also the part played by insects in pollination (Arthur Dobbs, Ireland)
- 1771 description of mating between queen and drone (Anton Janscha, Austria)

Honeybees were introduced to North America in the early 1600s, within the period of the European discoveries listed above. In that continent, experimentation on bee management flourished, and innovations were *aged* by the absence of a fixed tradition as to how bees should be *encour-* kept. And the excellent honey yields - much higher than in Europe - made it economically worth while to find more effective ways of managing bees and harvesting their honey. The following practical advances that form the basis of modern world apiculture were made between 1850 and 1900, and beekeepers in North America played a most important part in them.

- 1853 effective movable-frame hive developed (L.L. Langstroth, USA)
- 1865 centrifugal honey extractor (F. Hruschka, Austria)
- 1865 effective queen excluder (Abbé Colin, France)
- 1870 effective smoker (Moses Quinby, improved by T.F. Bingham, both USA)
- 1891 effective bee-escape (E.C. Porter, USA).

The men in Europe and North America who made the above discoveries and innovations before 1900 were active as interested individuals. From 1905 (USA) and 1909 (Canada), however, paid apicultural officers were appointed in the various states and provinces of North America. They carried out practical investigations to improve the new rational honey industry in all

its aspects, and hundreds of reports and bulletins were issued in attempts to improve the health of the bees, the efficiency of their management, and the quality of their products on the market. Similar appointments were made in Europe and elsewhere, and apicultural research entered a new phase.

Economic factors

From about 1900, the modern honey industry was established on a fairly firm footing; economic factors became important in the development of apicultural research, and more of the research became government funded. The government of a country is more likely to allocate funds to apicultural research if apiculture itself is economically important, giving high honey yields - or if there is large-scale production of fruit, seed legumes or other crops that require bee pollination, so that apiculture is of wider indirect economic importance.

Direct government funding of this type is likely to support research on practical problems whose solution must be found if yields of honey (or of crops) are to be maintained. Such problems may be connected with pests and diseases, ^{or} the need to breed better bees (or crop plants), ^{ensuring product} or quality,
 ← e.g., preventing honey from fermentation.

(In countries where apiculture is part of the national economy, indirect funding for research may also be allocated.

Certain newly exploited regions of the world gave very high honey yields, and there were periods earlier in the century when beekeepers encountered relatively few problems. Funds would not be allocated for research during such a period, but only when a formerly productive industry encountered a serious setback - for instance because of a newly introduced disease. Pressure would then be brought to bear on government sources in

order to save the industry. There are examples in Mexico, Argentina and Australia, and in these countries scientific research did not make an impact until after 1950. Australia, for instance, has a unique honey-yielding flora (including many Eucalyptus species), and therefore has many honeys not produced or studied elsewhere. It was the pollen of some of the native plants that made research work an economic necessity in Australia. Some species produce —————> pollen unattractive to bees, or pollen that is nutritionally inadequate for them, ^{or no pollen} *at all. It became necessary to identify the species involved, and to devise ways in which beekeepers could feed* to their colonies another source of protein during the honey flow. Colonies can be fed with pollen substitutes or supplements or with nutritionally adequate attractive pollen that has been previously harvested from hives fitted with pollen traps.

Nowadays scientific research on bees at universities and scientific institutions, especially in countries where apiculture is economically or traditionally important, has led to many basic scientific advances and discoveries. Not all such institutions regard it as their function to carry out applied research linked with what is economically useful, although some do: in the USA, for instance, universities house the various Bee Research Laboratories of the US Department of Agriculture.

Political factors

The previous section refers largely to capitalist countries. In socialist countries, scientific research is centrally planned and controlled, according to policies laid down by the State. In the Soviet Union, for instance, there is a Central Beekeeping Research Institute at Rybnoe in Ryazan Province, near Moscow. Individual Republics of the Union, and certain other

regions - especially within the very large Russian Federal Republic (RSFSR) - have their own Beekeeping Research Institutes, which are co-ordinated by the Central Institute. At each regional Institute special attention is paid to aspects of apiculture such as bee forage, local races of bees, and seasonal bee management, in the regions concerned.

Many such centrally organized countries carry out research aimed at assessing natural resources of different areas - for instance bee forage - in a way that is unknown elsewhere. Central planning leads to a 'rational' pattern of apicultural research, according to what is needed by the apicultural industry. This extends beyond bee health and management, to honey as the primary product of apiculture, and also - most vigorously when the market price for honey drops - to a systematic consideration of other bee products. These include royal jelly, pollen, propolis and bee venom, for any of which profitable pharmaceutical outlets can be found or created in some countries.

Central planning did not exist in any country during the early centuries of research on bees, and nowadays it is more or less confined to socialist countries. In capitalist countries, subjects on which bee research is undertaken tend to be more haphazard. There are universities and research institutions whose policies are largely self-determined on the basis of non-economic considerations, and not as part of a central plan. In fact, this gives more scope for creativity, and for new lines of research prompted by developments in other fields. An example is the part played by pheromones in governing the behaviour of insects, which was quickly followed up by researchers working on bees. There is also more chance for an outstanding scientist developing a new and promising field to build up a school of research students who advance the subject on a broad front - as Professor Karl von Frisch did with dance communication among honeybees.

Tamagawa University in Japan provides an interesting example of the influence on bee research of an independent institution - in this case a private university. Its President selected honeybee research for special development because this had a long history in Japan under Professor I. Okada at ~~the~~ University. The development has included the establishment, within the University, of the Institute of Honeybee Science. Here, a wide range of research is carried out by staff and students, some on subjects of their individual interests and some planned for the benefit of the Japanese beekeeping industry. The latter includes for instance Japanese honey sources, and the chemistry of hive products: honey, beeswax, bee venom and royal jelly.

Personal factors

An individual may carry out research on bees for a variety of reasons. A biologist who has a beekeeping background, and who likes handling bees, may be especially attracted to an appointment that involves bee work. Dr R.K. Callow, after retirement from a career in medical research, took advantage of an opportunity to do research on pheromones of the queen honeybee, because he had a special interest in bees.

The first few years of Professor K. von Frisch's work were devoted to the question of colour blindness in fish (which he showed did not exist). Wishing to extend this study to invertebrates, he started experiments on the possibility of colour vision in insects (bees), because his family kept bees and he was interested in them.

Bee research in Brazil owes much to the passionate interest of three men in their own bee-related fields: Professor W.E. Kerr in bee genetics, Professor J.S. Moure in the taxonomy of stingless bees (Meliponinae), and Professor P. Nogueira-Neto in their rearing.

The personal factor is strongly correlated with an interest in hive bees, and pleasure in working with them. The living insects are the attraction, and the interest does not seem to extend much to bee-related subjects such as the plant substances used by bees, or substances produced by them. As an exception, a few members of the medical profession devote much time and energy to clinical trials of the therapeutic effects of bee products such as bee venom and royal jelly.

Bees may also be used for research for another reason: they constitute convenient experimental material, large numbers of individuals *being* easily available for most of the year. Much work on the insect eye has been done on drones, which have relatively large eyes, suitable for electrophysiological work.

Fashion

In research, as in many human activities, fashions come and go. During a certain period much attention may be paid to a subject (and sometimes more than it warrants), because for some reason it is the fashionable subject to study at that moment. Around 1970 environmental sciences were brought into prominence, and they were relevant to bees since bees interact in many ways with their environment. Some bee research work was therefore merged into wider environmental programmes, where it was at risk of being *eliminated* after a few years, when some other environmental interest attracted more attention. On a more specific level, any new pest or disease of bees that captures the popular imagination may be very widely studied, and sometimes in ways that are not all useful or profitable; examples are Acarapis woodi in the 1920s and Varroa jacobsoni in the late 1970s.

Some countries in other continents, whose development took place under European influences, tended to admire ^{the} basic research carried out in Europe, and to model their early researches on it, although they had material at hand for researches in new fields. For instance research on bee behaviour has ^{great} scope in parts of the Old World where comparative studies can be made on a rich honeybee gene pool, ^{and} ^{less} in the New World where the gene pool is mainly restricted to what has been imported in past decades or centuries.

The 1970s saw an increasing interest in, and fashion for, apicultural work in developing countries. This was partly due to a ^{greater} awareness among certain beekeepers and scientists in technologically advanced countries that they were in a position to help those in less developed areas. It was an idea that captured the imagination of many young people, and also of some who had already achieved a successful orthodox career.

Thus apicultural work in tropical regions also opened up new fields of research, especially on characteristics of little-studied honeybees: Apis

cerana, dorsata and floreana, tropical species in Asia; two other subspecies

of Apis mellifera in Africa south of the Sahara, and

the tropical mainland subspecies: A. m. capensis the Cape bee, and A. m.

unicolor native to Madagascar. The introduction of tropical African Apis

mellifera bees into South America, and their spread in and beyond that

continent, have similarly provided material for new scientific studies.

Here, considerable funding for research has been made available because of an economic and political factor: the apicultural industry in the USA has been fearful that 'Africanized' bees will spread into the southern USA, and that this will jeopardize both the honey production and pollination industries.

Some suggestions for future apicultural research

In many places the direction of apicultural research is predetermined by economic or political factors that are outside the control of those working in apiculture. Where this is not so, any possibility for new research on bees or other apicultural subjects should be welcomed, in that it may add to the corpus of knowledge which is our concern. I am personally interested in the extension of knowledge on a global basis, and I should therefore like to give special encouragement to research in fields that have been little studied, especially if they are concerned with endangered living organisms. Much less is known about tropical species and subspecies of honeybees than about those of Europe, and I see a need to concentrate scientific resources on discovering more about them, although this may bring no immediate direct economic benefit.

It is useful to distinguish between research that must be done in the bees' natural habitat, and research that can be conducted elsewhere in the same or another continent, provided ^{that} full safeguards are maintained against introducing unwanted honeybee genes or bee diseases, and ^{that} effective ^{is established} liaison with specialists in countries where the bees live. Some of the following types of research have been done or are in progress, and there is scope for much more.

Outside the bees' natural habitat:

Bee physiology and behaviour in flight rooms

Taxonomy of bees using specimens collected in the natural distribution range

Pathogens of bee diseases (taxonomy, physiology, etc.)

Honey (chemical analysis and pollen analysis)

Beeswax (composition and properties)

Only in the bees' natural habitat:

Colony behaviour in natural conditions

Seasonal colony cycle

Colony management

Bee physiology and behaviour in natural conditions

Foraging in natural conditions

Factors affecting honey production

Reactions of bees to diseases and enemies

Field trials of control methods for bee diseases,

I may
Finally, perhaps, make a few comments on Japan. The imported European Apis mellifera is the basis of its apicultural industry, but pure research on this bee is carried out in many other parts of the world. Japan is a country with highly developed scientific skills, and one where Apis cerana is native and still present. It is ^{a country with} the ability and the opportunity to undertake research on Apis cerana in its native habitat - a bee much less widely distributed and very much less widely known than Apis mellifera. Some research on Apis cerana is already carried out at the Institute of Honeybee Science. ^{In addition} It is done at the Universities of Kyoto and Hokkaido, whose taxonomy specialists are also studying different groups of Apis cerana and Apis dorsata in tropical habitats of Asia such as Nepal and the Indonesian islands.

^{this}
Personally I should like to see research on Apis cerana carried out more extensively and systematically than at present. Only as far north as Japan is it possible to compare, in temperate-zone conditions, native temperate-zone Apis cerana with European Apis mellifera, the honeybee about which most is known. I feel that the world must look to Japan for further comparisons between temperate-zone and tropical Apis cerana.

Table 1

The world honey industry, as represented by figures for 13 countries.

	1	2	3	4	5	6
Country	Colonies × 1000	Yield per colony	Total honey × 1000	Net exports × 1000	Honey per capita	Sugar per capita
<i>Europe</i>					0.4	45
France	1200	12.7	18.5	- 6.7		
German F.R.	1118	12.6	15.0	-62.9		
U.K.	212	6.3	1.2	-20.8		
<i>North America</i>					0.7	49
Canada	657	51.3	34.8	+ 9.5		
U.S.A.	4275	22.8	93.0	-37.9		
<i>Australia + New Zealand</i>					0.5	57
Australia	405	56.0	21.5	+ 1.1		
New Zealand	191*	30.0*	7.6	+ 2.0		
<i>Latin America</i>					0.1	42
Argentina	1300	25.5	28.0	+29.9		
Brazil	1800	13.3	22.0	+ 0.6		
Mexico	2300	25.5	64.0	+40.0		
<i>Africa</i>					0.26	11
No single country of world importance						
<i>Asia</i>					0.0004	7
China	5700	19.6	100.00	+ 58.1		
Japan	299	21.4	6.5	-28.1		
U.S.S.R.	8000	23.0	190.0	+ 16.0	0.5	45
Total	27457		602.1	157.2	156.4	
World total			896.3	214.3	224.7	
% of world represented by the 13 countries			67%	73%	70%	

* from the same source as column 5

Column 1 Colonies × 1000 gives the number of occupied hives in thousands in 1983.

Column 2 Yield/colony gives the average honey yield in kg per colony, 1979-83.

Column 3 Total honey × 1000 gives the estimated total honey production for the country in 1983, in 1000 tonnes.

Column 4 Net exports × 1000 gives the country's estimated honey exports less honey imports, in 1000 tonnes, for 1982. Figures prefixed by + are net exports, and figures prefaced by - are net imports.

Column 5 Honey per capita gives the estimated average honey consumption in kg per capita for the continent as a whole, from sources quoted in E. Crane, *Honey: a comprehensive survey*, published in 1975, but relating to various earlier years. Figures for Africa and Asia are less reliable than others.

Column 6 Sugar per capita gives the average sugar consumption in kg per capita for the continent as a whole, from the United Nations Statistical Yearbook (1970); most figures relate to 1969.