

蜂ろうの生産と品質管理

—セイヨウミツバチとトウヨウミツバチ の産生する蜂ろうの見分け方を中心に—

吉田忠晴・佐々木正己

蜂ろう (beeswax) は、化粧品、薬品、各種工業製品の原料として多方面に利用される高級な天然ワックスであるが (Hepburn, 1986), 産地やロットにより品質が一定していない。その原因として、ミツバチの種、あるいは品質の違い、素材の状態から採取、精製、保管条件までを含めた諸要因の関与が考えられるが、これらの各要因と蜂ろうの品質との因果関係は、よくわかっていない。現在、蜂ろうの市場では低酸価のものに対して高酸価のものが高く評価されているが、例えば中国から輸入されてくるものの中にはこれらの区別が判然としないものも

あり、それらの原因の一つにミツバチの種類の違いによる可能性が考えられる。

そこで本研究では、高品質、特に高酸価の蜂ろうを安定的に供給するシステム作りの基礎として東洋種、西洋種の2種のミツバチを用い、分泌されたばかりの巣に構築される前のろうから、諸種の生物学のおよび人為的条件を与えた蜂ろうを生産・確保し、その分析によって中国などにおける蜂ろうの生産と品質の安定化に資することを目的とした。

材料および方法

1. 素材レベルでの各種の蜂ろう

(1) ミツバチの種類の違いによる蜂ろうとして、セイヨウミツバチとトウヨウミツバチの蜂群内より採取したムダ巣 (図1, 2) を用いた。原材料である腹部のろう分泌腺からの鱗片ろう (図3) との比較についても検討した。

(2) 日本産セイヨウミツバチの採蜜期にできるムダ巣から、蜜源植物、採蜜地の違いについて検討した。蜜源としては、ナシ・リンゴ、レ

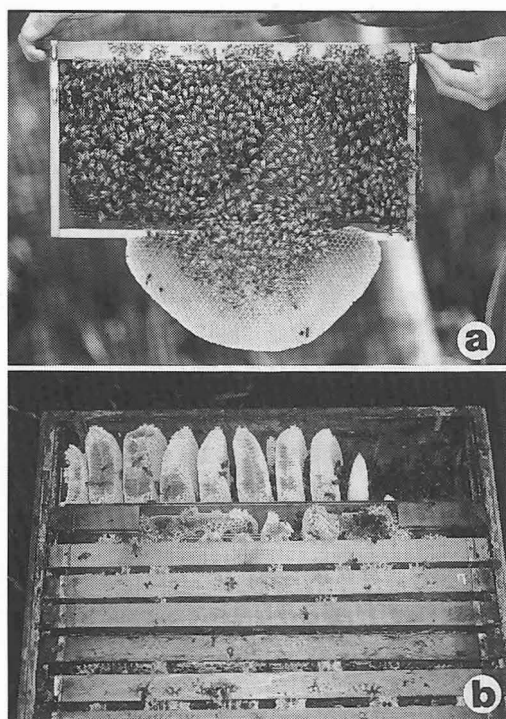


図1 セイヨウミツバチのムダ巣
a: 巣板の下に造られたもの
b: 巣箱の空間に造られたもの



図2 ニホンミツバチ採蜜後の蜜入り巣

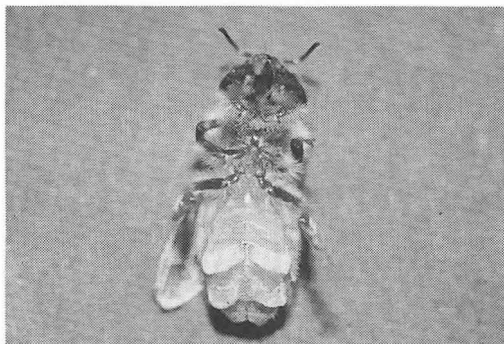


図3 セイヨウミツバチの鱗片ろう
(過剰に分泌されたろう片, 実際はもっと薄い)

ンゲ, ニセアカシア, トチノキ, カキの時期の蜂ろうを用いた。

(3) 巣箱内での機能を異にする各種蜂ろうの比較のために, 多使用の黒色巢板, 王台の巢蓋(図4), 蜜蓋(図5), 雄巣房の巢蓋からのろうを用いた。

2. 保存および採取条件シミュレーション

保存および採取条件の影響について, UV 照射, 水中浸漬, 加熱の各処理, 醗酵の影響を調べるための蜜入りムダ巣に水添加した蜂ろうを用いた。

3. 中国の蜂ろう

(1) 中国産の蜜源植物の違いによる, ナタネ, ヒマワリ, ニセアカシア, 雑花の時期の蜂ろうについて検討した。

(2) 中国で生産, 流通している蜂ろう 13 種について検討した。

4. 分析項目

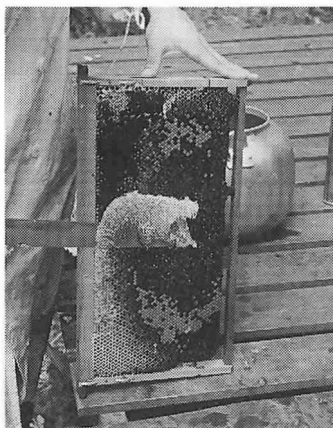


図5 蜜ぶた

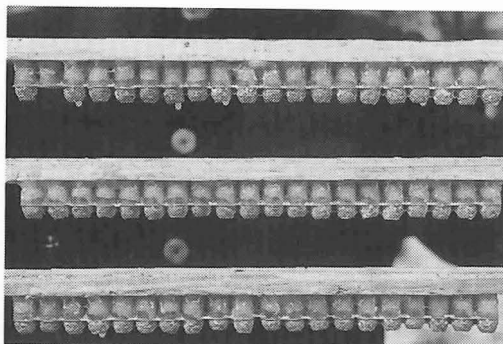


図4 人工王台の巣ぶた

(1) 酸価—遊離脂肪酸の測定

規格: 高酸蜂ろう 17~22, 低酸蜂ろう 5~9

(2) ケン化価—カルボキシル基の測定

規格: 80~100

(3) ヨウ素価—二重結合の測定

規格: 5~15

(4) 過酸化価—酸化の程度の測定

(5) 融点 (°C) —熱融解する温度の測定

規格: 60~67

(6) ガスクロマトグラフィーによる分析 (表7 参照)

結 果

1. ミツバチの種類の違いによる蜂ろう

セイヨウミツバチとトウヨウミツバチの一亜種であるニホンミツバチの蜂群内から採取した未使用ムダ巣, 蜜入りムダ巣の酸価, ケン化価, ヨウ素価, 過酸化価, 融点, について検討した。その内, 酸価の結果を図6に示した。

その結果, セイヨウミツバチの酸価は 17.0~19.9 を示し, 高酸タイプの蜂ろうであった。ニホンミツバチの蜂ろうは, 低酸タイプの一般規格値である 5~9 を下回る 4.6 を示した蜜入りムダ巣が 1 サンプル見られたが, その他は 5.3~6.5 の低酸の蜂ろうであった。ケン化価, ヨウ素価, 融点, 過酸化価については, 一般規格値内の値を示した。一方, ニホンミツバチでは蜜入りムダ巣で酸価と同様にケン化価で値の低いものも 1 サンプルあった。そのためニホンミツバチの蜂ろうでは, 蜜の入っているムダ巣

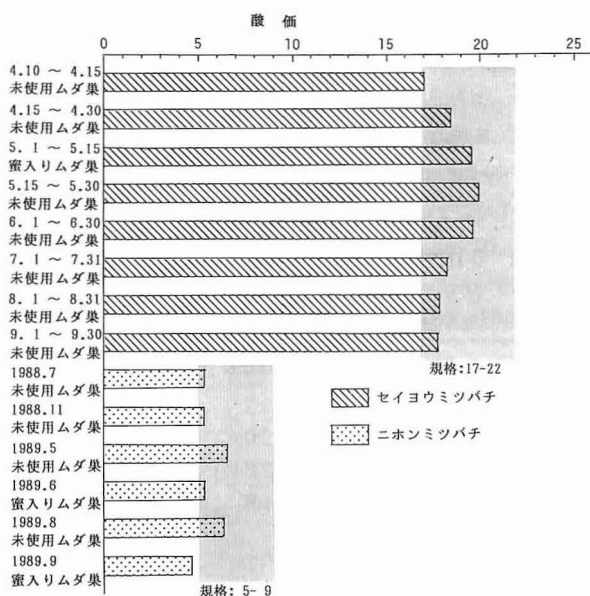


図6 ミツバチの種類の違いによる蜂ろう

で酸価, ケン化価に影響があるように思われた。また, 採取時の季節的な影響は, 図6に示した酸価や他の分析値から差は認められなかった。

2. 蜜源植物, 採蜜地の異なる蜂ろう

長野県でのナシ・リンゴ, 静岡県, 鳥取県でのレンゲ, 秋田県, 岩手県, 栃木県でのニセアカシア, 長野県, 岩手県でのトチノキ, 栃木県でのカキの時期のセイヨウミツバチの蜂ろうについて検討した(表1)。栃木県のニセアカシアの1サンプルには蜜が多く混入していたため, 酸価が規格値より低い16.3を示したものがあつた。しかし図には示さなかったが, 他の2サンプルは正常であったため, ニホンミツバチの

蜂ろうのように蜜の混入が影響しているように思われた。長野県でのナシ・リンゴでの蜂ろうは, 送付時に醗酵して悪臭を放っており, そのため過酸化物質価が高くなったと考えられる。

蜜源植物の時期によって, 蜂ろうの色相は異なり, 蜜源の花粉に由来していることが分かる。また採蜜地の違いによる影響は認められなかった。

3. 巣箱内での機能を異にする蜂ろう

セイヨウミツバチの多使用の黒色巢板, 王台の巢蓋, 蜜蓋, 雄巣房の巢蓋からの蜂ろうについて検討した(表2)。王台の巢蓋, 蜜蓋, 雄巣房の巢蓋の酸価はともに低く, また多使用の黒色巢板では, ややケン化価が低いため, 5種の蜂ろうは全て一般規格値内に入らないことが分かった。

4. 保存条件を処理した蜂ろう

今回の処理では, UV 照射, 水中浸漬での変化は認められなかった(表3)。また, 醗酵の影響を調べるための蜜入りムダ巣に水を添加した蜂ろうについても, 対照区とした蜜入りムダ巣との差は認められなかった。

5. 加熱処理した蜂ろう

100, 120, 150, 200℃で各 15, 60 分間の加熱処理をレンゲの時期のセイヨウミツバチのムダ巣に施した。200℃・60 分の処理で対照区に比べ, やや酸価が低下し, 150℃・15 分でヨウ素価が上昇したが, 大きな変化は認められなかった(表4)。しかし, 色相は熱の上昇と共に茶

表1 蜜源植物, 採蜜地の異なる蜂ろう

| 蜜源植物・採蜜地 | 酸 価 | ケン化価 | ヨウ素価 | 過酸化物質価 | 融点(℃) |
|--------------|----------------------|--------|------|--------|-------|
| ナシ・リンゴ(長野県) | 17.7 | 89.2 | 7.4 | 29.1 | 66.1 |
| レ ン ゲ(静岡県) | 18.1 | 88.5 | 8.3 | 3.1 | 65.1 |
| レ ン ゲ(鳥取県) | 17.5 | 86.7 | 10.8 | 3.8 | 64.5 |
| ニセアカシア(栃木県) | 16.3* | 92.2 | 7.3 | 0 | 64.2 |
| ト チ ノ キ(長野県) | 18.3 | 89.1 | 9.4 | 1.0 | 64.3 |
| ニセアカシア(秋田県) | 18.0 | 85.5 | 12.4 | 5.3 | 64.1 |
| ニセアカシア(岩手県) | 18.1 | 88.9 | 9.6 | 4.0 | 63.9 |
| カ キ(栃木県) | 19.5 | 87.6 | 9.1 | 1.5 | 64.3 |
| 規 格 | 高酸: 17-22 低酸: 5-9 | 80-100 | 5-15 | — | 60-67 |

*は規格外を示す

表2 巣箱内での機能を異にする蜂ろう

| | 酸 価 | ケン化価 | ヨウ素価 | 過酸化物価 | 融点(℃) |
|-----------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| 多使用黒色巣板 | 19.4 | 79.6* | 9.6 | 5.5 | 64.8 |
| 王台の巣蓋 A ¹⁾ | 16.1* | 82.7 | 12.6 | 3.0 | 64.8 |
| 王台の巣蓋 B ²⁾ | 16.1* | 84.2 | 12.7 | 3.5 | 64.7 |
| 蜜 蓋 | 16.6* | 82.4 | 13.8 | 3.5 | 64.3 |
| 雄蜂巣房の巣蓋 | 16.2* | 83.5 | 14.5 | 3.5 | 64.2 |

1) 5月採取, 2) 6月採取, *は規格外を示す

表3 保存条件を処理した蜂ろう

| | 酸 価 | ケン化価 | ヨウ素価 | 過酸化物価 | 融点(℃) |
|-------------|------|------|------|-------|-------|
| UV 照 射 48 h | 18.3 | 88.8 | 10.4 | 12.2 | 65.0 |
| 水中浸漬 72 h | 18.2 | 86.8 | 12.4 | 2.0 | 65.6 |
| 蜜入りムダ巣 | 17.9 | 95.1 | 7.2 | 2.8 | 64.3 |
| 水添加ムダ巣 | 18.4 | 89.8 | 7.3 | 1.9 | 65.0 |

表4 加熱処理した蜂ろう

| | 酸 価 | ケン化価 | ヨウ素価 | 過酸化物価 | 融点(℃) |
|-----------|-------|------|-------|-------|-------|
| 対照区 (レンジ) | 17.7 | 87.3 | 12.0 | 2.5 | 65.6 |
| 100℃ 15 分 | 18.2 | 86.8 | 12.4 | 2.0 | 65.6 |
| 100℃ 60 分 | 18.0 | 89.2 | 12.7 | 1.8 | 65.3 |
| 120℃ 15 分 | 18.1 | 89.7 | 12.4 | 1.1 | 64.8 |
| 120℃ 60 分 | 17.7 | 88.3 | 12.6 | 2.0 | 65.4 |
| 150℃ 15 分 | 18.3 | 82.9 | 15.6* | 3.0 | 65.6 |
| 150℃ 60 分 | 17.7 | 87.8 | 12.2 | 9.3 | 64.8 |
| 200℃ 15 分 | 17.4 | 86.6 | 12.0 | 3.2 | 65.7 |
| 200℃ 60 分 | 16.4* | 86.3 | 12.6 | 2.2 | 64.0 |

*は規格外を示す

褐色に変化した。

6. 中国産の蜜源植物の異なる蜂ろう

中国より送付されたナタネ、ヒマワリ、ニセアカシア、雑花の時期の蜂ろうについて検討した(表5)。雑花のサンプルでは、酸価が14.4と高酸タイプとしては低い値を示している。他の3種は規格内の値を示しているが、ヒマワリの色相は悪くナタネ、ニセアカシアとは差が見られた。高酸タイプの品質が保たれている蜂ろうはナタネとヒマワリの2種だけであった。

7. 中国で生産、流通している蜂ろう

中国より入手した13種の蜂ろうについて検討した(表6)。低酸タイプの蜂ろうであるNo. 3はケン化価が低く、No. 8が表示のように低酸タイプの蜂ろうとして規格に入るものであった。高酸タイプの蜂ろうとして規格内のもの

は、No. 4, 9, 10, 11の4種だけであった。漂白ろうと表示のものは、これまでの結果のように過酸化物価が高くなっているのがNo. 1, 2, 12で見られた。セイヨウミツバチとトウヨウミツバチの蜂ろうを混合しているNo. 2の酸価は両タイプの中間の値を示している。同様にNo. 1, 5, 6, 7も中間の値を示していることから高酸、低酸の蜂ろうを混合している可能性が考えられる。蜜入りムダ巣はこれまでの結果では、酸価に影響を及ぼす傾向が見られたが、No. 13においても同傾向を示している。

考 察

今回の研究では、Tulloch (1980) が述べているように、高酸タイプの蜂ろうはセイヨウミツバチ、低酸タイプはトウヨウミツバチとミツ

表 5 中国産の蜜源植物の異なる蜂ろう

| サンプル | 酸 価 | ケン化価 | ヨウ素価 | 過酸化物価 | 融点(℃) |
|---------|-------|------|------|-------|-------|
| ナ タ ネ | 17.7 | 89.8 | 8.3 | 4.0 | 64.7 |
| ヒ マ ワ リ | 18.0 | 87.6 | 10.7 | 2.0 | 64.2 |
| ニセアカシア | 18.9 | 90.9 | 7.9 | 3.0 | 64.9 |
| 雑 花 | 14.4* | 82.9 | 12.6 | 3.0 | 64.6 |

*は規格外を示す

表 6 中国で生産、流通している蜂ろう

| サンプル | 酸 価 | ケン化価 | ヨウ素価 | 過酸化物価 | 融点(℃) |
|-------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| 1 漂白ろう (Am) | 15.0* | 93.4 | 8.9 | 80.8 | 63.5 |
| 2 混合漂白ろう (Am, Ac) | 15.1* | 90.6 | 9.0 | 91.2 | 63.4 |
| 3 加工ろう (Ac) | 6.0 | 45.5* | 11.8 | 19.2 | 65.2 |
| 4 加工ろう (Am) | 18.2 | 86.0 | 9.6 | 20.0 | 64.3 |
| 5 航先蜂坊 | 15.2* | 85.0 | 11.0 | 2.2 | 64.1 |
| 6 航先蜂坊 | 15.4* | 46.0 | 11.2 | 1.5 | 64.1 |
| 7 航先蜂坊 | 15.3* | 67.0 | 10.7 | 1.5 | 64.7 |
| 8 純ろう (Ac) | 6.9 | 87.9 | 14.2 | 2.2 | 65.5 |
| 9 純ろう (Am) | 17.1 | 86.5 | 10.1 | 2.0 | 65.1 |
| 10 純ろう (Am, 杭州) | 17.6 | 80.8 | 10.6 | 3.2 | 64.9 |
| 11 ムダ巣 (杭州) | 20.0 | 93.2 | 6.6 | 2.5 | 63.7 |
| 12 漂白ろう (Am, 杭州) | 17.5 | 70.7 | 9.6 | 90.9 | 64.3 |
| 13 蜜入りムダ巣 (杭州) | 15.9* | 83.9 | 9.6 | 3.2 | 65.3 |

Am: セイヨウミツバチ Ac: トウヨウミツバチ

*は規格外を示す

バチの種類に由来していることが明確となった。そこでガスクロマトグラフィーによる主要構成成分レベルでの 2 種ミツバチ間の比較を検討した。

各種蜂ろうサンプルをクロロホルムに溶解し、ろ過したものを表 7 の条件でガスクロマトグラフィーにかけ、比較を行った。

得られた結果のうち、蜂ろうの主要成分である炭化水素、遊離脂肪酸、遊離アルコールおよびエステルについて、2 種ミツバチ間の違いを平均値で比較したものが図 7 である。図からもわかるとおり、総炭化水素 (C23~C37: ピーク面積から算出したパーセンテージ) はトウヨウミツバチで 14% ほど多く、遊離アルコールでもトウヨウミツバチの方が高い値となっている。一方、遊離脂肪酸はセイヨウミツバチが 17.5% と高くトウヨウミツバチは 9.7% と低い。このことは 2 種の蜂ろうの顕著な相違点とされた酸価の違いがこの遊離脂肪酸の含有率の違いに起因していることを示しているものと考えられる。エステルには大きな差は認められなかったがセイヨウミツバチで若干高い値となっ

ている。

以上 4 つの主要構成要因内での各成分 (炭素数別) の分布状況についても図 8 に示したように 2 種の蜂ろうで特徴的なパターンが見られた。後述するように、このパターンを検討することでかなり正確に 2 種の蜂ろうを識別することができると考えられる。

さらに簡易的には、その中でも最も特徴的な 2 成分、すなわち全炭化水素中の C35 の炭化水素の割合や、同じく C24 の遊離脂肪酸の割合、あるいはその両者に着目して判定することも可能と思われる。これらの数値について、日本産のセイヨウミツバチろう、同中国産のもの、日本産のトウヨウミツバチ (ニホンミツバチ *A. cerana japonica*) のろう (以上各 4 試料)、に

表 7 ガスクロマトグラフィーの分析条件

| | |
|---------|--------------|
| カラム充填剤 | Dexsil 300GC |
| カラムサイズ | 3φmm×2m |
| 流 量 | 40ml |
| カラム温度 | 150~300℃ |
| 昇温条件 | 10℃/min |
| 試料注入口温度 | 370℃ |

中国産のトウヨウミツバチ (*A. cerana cerana*) ろう1試料を加えて平均値で比較したのが表8である。これではっきりと両者の違いが分かる。いま2成分の比 (C35/C24: MC index と称しても可) を見ると、セイヨウミツ

バチのろうについては、日本産、中国産を問わず0.08 (min.=0.04~max.=0.14) となっており、トウヨウミツバチについては日本産が7.6 (min.=7~max.=46)、中国産は1試料のみであるが1.2となっている。値に巾はあるが、これもかなり安定した1指標として使えるかもしれない。

これまで比較してきた試料は、すべてミツバチが一度巣に構築した後のものを用いてきた。実際に利用可能な蜂ろうはこうしたものであるが、ハチがワックスとして体から分泌したばかりの素材としてのワックス(鱗片ろう)と呼ばれるろう片(図3参照)の分析も試みた。その結果は図7に示したものと大差はなく、セイヨウミツバチ、ニホンミツバチの値がそれぞれ炭化水素で19.97, 35.85, 遊離脂肪酸で14.84, 6.69 遊離アルコールで0.44, 2.01, そしてエステルで62.83, 54.27であった。図7の巣に構築された後の値と比較して両種ともにエステルの割合が高いことから、だ液中の酵素などによ

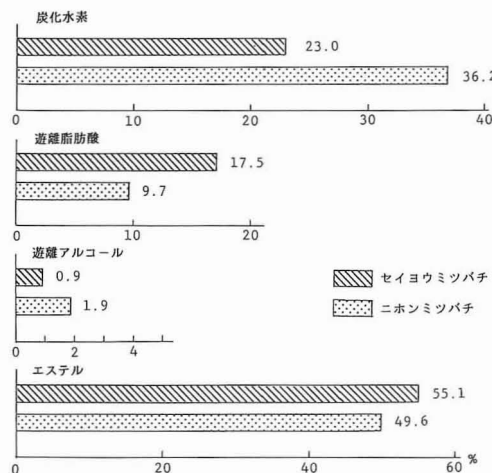


図7 2種ミツバチ間での蜂ろうの4種主要成分含量の比較

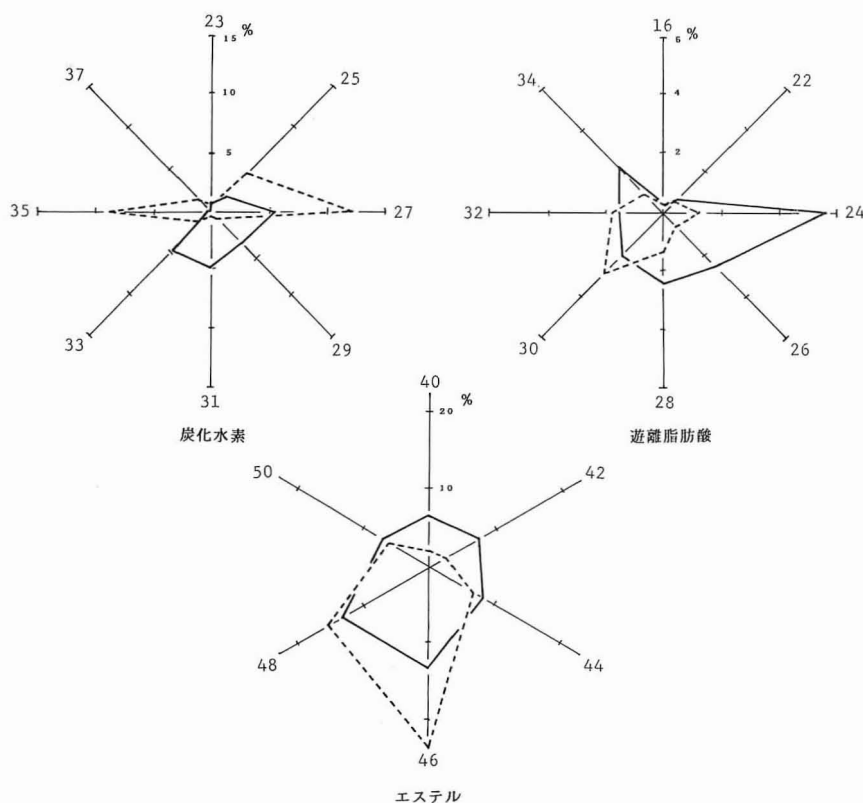


図8 炭化水素、遊離脂肪酸、エステルの炭素数分布スペクトル

実線がセイヨウミツバチ、破線がトウヨウミツバチで、いずれも典型的4サンプルの平均値で示す。数値は%。

表 8 2種の蜂ろうに特異的な成分に着目した比較の例

| | セイヨウミツバチ | | トウヨウミツバチ | |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|
| | 日本産(n=4) | 中国産(n=4) | 日本産(n=4) | 中語産(n=1) |
| 炭化水素 C ₃₅ | 0.45±0.13 | 0.48±0.09 | 8.28±2.72 | 6.39 |
| 遊離脂肪酸 C ₂₄ | 5.66±1.24 | 5.91±1.77 | 1.09±0.97 | 0.50 |
| MC index(C ₃₅ /C ₂₄) | 0.08 | 0.08 | 7.6 | 1.2 |

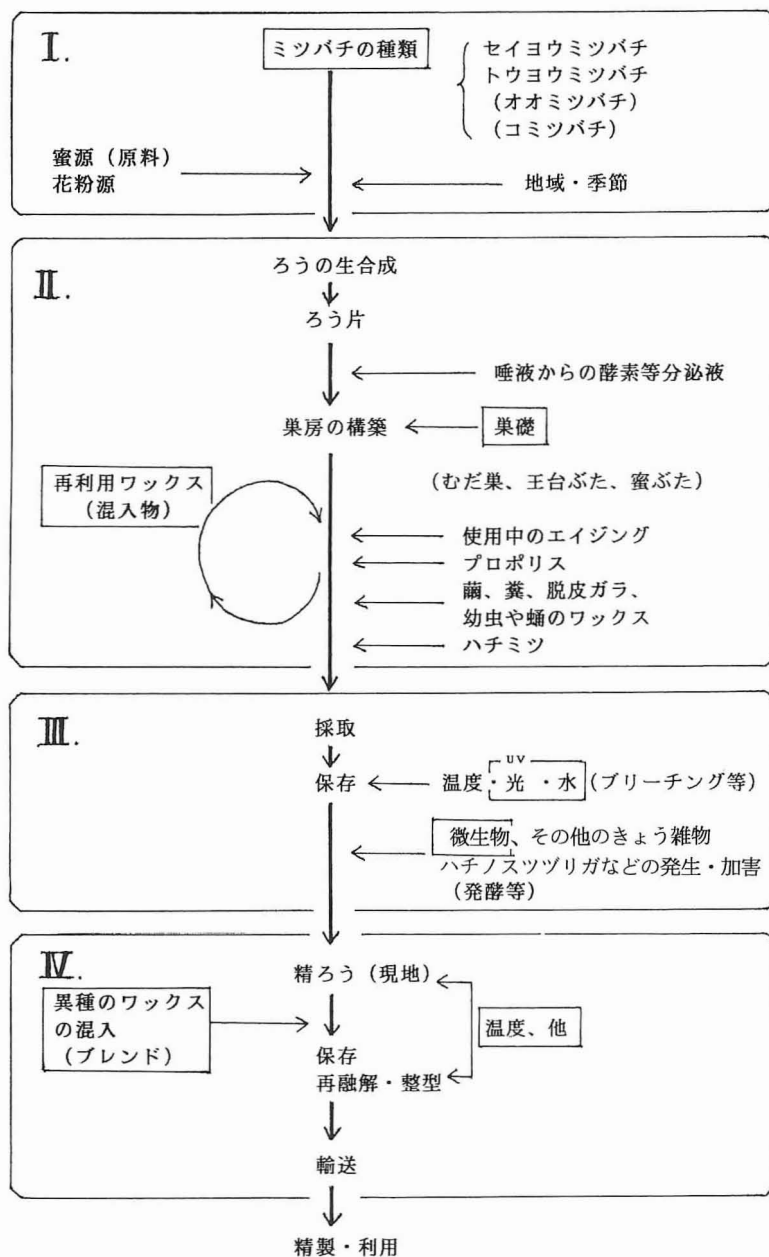


図 9 蜂ろうの品質に影響を及ぼす可能性のある諸要因
 囲みを付した要因は影響が大きいことを示す。

り、造巣行動中にそれらが一部遊離の脂肪酸とアルコールに分解する可能性が推察される。しかし基本的には、我々が利用する蜂ろうは、糖質（花蜜）を原料にミツバチ腹部のワックス腺で生合成されたままの組織であることが判明した。

以上を総括して考察するために、蜂ろうの品質を決定するのに関与すると考えられる要因を4つの相に分けてまとめてみたものが図9である。

Iのミツバチの種類を特定することが全体を通じて最も重要とわかり、地域、季節、蜜源の影響は少ないとされた。

IIのハチの群内での要因では、再利用ワックスである蜜蓋や王台の巣蓋を極力避け、ムダ巣からエイジングの進んでいない貯蜜巣板などが品質のよいワックスを提供することが分かった。特に中国でローヤルゼリー生産時に多量に採取できる王台の巣蓋からのろうは、期待できないと思われる。巣礎には蜂ろう以外のワックスやパラフィンが入っていても、ある割合まではハチは受け入れることが分かっており（吉田・吉田, 1991）、実際の市販品も何が入っているかは分からない。また巣礎は少し厚目にできており巣房を構築する際、ハチはこれをかじりとして巣房壁にまわす（吉田・吉田, 1991）。従って巣礎を利用した巣板から蜂ろうを採取する場合には巣礎の扱いには十分注意が必要である。また、分析値で炭化水素成分が多い場合には、この巣礎の混入を疑うべきである。

IIIの保存中に働く要因の中では、紫外線や醗酵による過酸化物質の上昇などがありうるとされた。ハチノスツリガの影響については今回は十分評価することはできなかったが、蜂ろうに特異的に発生する大害虫であり、加害を避けるよう留意はした方がよいと思われる。

IVでは製ろうや再融解時の加熱が問題となるが、今回の実験では、直火で200℃、1時間まで加熱しても混入成分の変成に伴う褐色現象は見られたものの、主成分組成には変化はなかった。ここでは異種の蜂ろうがブレンドされないように、管理を徹底することが最も重要であ

る。このセイヨウミツバチとトウヨウミツバチのろうの混合があったか否かについては、酸価から推察できるが、GC分析により、両種に特異的な成分の構成比を図8または表8に照らしてみれば、さらに正確な判別が可能であると考えられる。実際に今回中国から試験的に輸入したサンプルのうち、セイヨウミツバチの蜂ろうとされていたものの1点は、トウヨウミツバチの蜂ろうが混入していると判定された（図9, MC index=0.32）。

これらのことより、中国などでの蜂ろうの生産あるいはそこからの輸入にあたっては、第一に西洋種、東洋種の蜂ろうが混合しないような生産、流通過程の確立が挙げられる。

最後に本研究にご協力いただいた三菱商事（株）、（株）野田ワックス（現 セラリカ NODA）に感謝の意を表する。

〒194 町田市玉川学園6-1-1 玉川大学

主な参考文献

- Hepburn, H. R. 1986. Honeybees and Wax. Springer-Verlag. Berlin. pp. 205.
 Tulloch, A. P. 1980. Bee World 61: 47-62.
 吉田祐三, 吉田忠晴. 1991. ミツバチ科学 12(1): 31-33.
 YOSHIDA, T. and M. SASAKI. Identification and quality control of beeswax from Oriental and European honeybees. *Honeybee Science* (1995) 16(4): 167-174. Honeybee Sci. Res. Ctr., Tamagawa Univ., Machida-shi, Tokyo, 194 Japan.

Quality of beeswax was discussed with respect to bee species (*A. mellifera* vs. *A. cerana*), locality (Japan vs. China), source plant, origin in the hive (new and old comb, queen cell, lid of honey or brood cells) and various handling / storage condition. Evaluated items were melting point, acidity, saponification and iodine values, amount of hiperoxide and hydrocarbon composition. To discriminate the source of bee species, an index comparing the percentage of C₃₅ hydrocarbon and C₂₄ free fatty acid was proposed as a reliable measure in addition to known measure of acidity reflecting the amount of free carbonic acids.