

## 벌꿀-人蔘粉 混合物의 流動學的 性質에 관한 研究

金 南 姬

鄭 琦 溶

誠信女子師範大學 科學教育科

梨花女子大學校 藥學大學

(Received March 7, 1977)

Nam-Hie Kim (*Dept. of Science Education, Sungshin Women's Teachers College, Seoul 132*) and Ki Yong Chung (*College of Pharmacy, Ewha Woman's University, Seoul 131*): Study on Rheological Properties of Honey-Ginseng Powder Mixtures.

**Abstract**—The rheological properties of some honey-ginseng powder mixtures, used as pharmaceutical pills, were studied extensively by employing five kinds of honey, acacia, chestnut, buckwheat, green perilla and bush clover. Relation between the viscosity of the sample mixtures and the concentrations of ginseng powder and the temperature effect on the internal change of the structure were studied.

The results obtained are as follows: 1) A complete gel formation of honey-ginseng mixtures was observed when about 50 days have passed after the sample preparation. 2) The viscosity of honey-ginseng powder mixtures was related with the concentration of ginseng powder, the temperature and the period of time required in gel formation as shown in the following equation.

$$\eta = \eta_0 \exp[k_1 c^{n_1} + k_2 (T - 273)^{-n_2} + k_3 t^{n_3}]$$

벌꿀은 그 종류가 다양하나 대다수의 것이 유동학적 견지에서 newtonian 액체에 속하며<sup>1)</sup> heather 꿀과 같은 경우에는 thixotropy 를 나타내고, 일부 벌꿀의 종류에 따라 dilatancy 를 나타내는 것들도 있다<sup>2,3)</sup>. 이러한 벌꿀에 인삼분말과 같은 약제를 가하면 그의 유동학적 성질이 크게 변하므로 약품물리화학적인 면에서도 큰 의의를 지니고 있다.

벌꿀은 강장제 수면제 및 혈압강하제 등으로 쓰이고 있으며 벌꿀의 조성에 따른 약효등에 관하여는 약학적인 면에서 취급한 연구보문들이 있다<sup>4)</sup>. 벌꿀은 그의 조성에 따라 약효가 다르며 더욱이 점성도나 표면장력 등과 같은 물리적 성질은 그 조성에 크게 지배된다. 예를 들면 그 점성도는 벌꿀의 종류에 따라서도 다르지만, 수분의 함량, 이물질의 첨가 등에 의하여 크게 달라진다. 이러한 꿀은 한방에서 환제의 걸합제로 많이 이용되고 있다.

본 연구에서 꿀에 대한 첨가제로서 사용한 인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 터펜티류의 배당체로서 자종의 아미노산, 비타민 그리고 소량의 무기질 등의 약효성분과 약효성분이 아닌 팩틴질도 다량 함유하고 있다<sup>5,6)</sup>. 이러한 인삼은 정상인의 신진대사를 촉진하며 고혈당에 대한 혈당저하작용을 하고, 생체의 저항성을 증대시킬 뿐만 아니라<sup>7,9)</sup> 위장계의 기능최약에 의한 여

러가지 현상에 유효하고, 혈행의 촉진, 정신 안정작용에 까지 언급되고 있다<sup>10-12</sup>. 또한 인삼은 항피로제로 특히 병의 예방, 병후회복, 노인병등에 이용되어 왔다.

앞에서도 언급한 바와 같이 벌꿀은 newtonian 흐름을 나타낸다. 그러나 인삼분말이 첨가될 때는 점성도가 급격하게 증가되고 일정한 시간이 지나면 gel을 형성하는 등, 특이한 성질을 나타낸다. 이러한 물리화학적 성질의 변화와 인삼 및 꿀의 약효 때문에 꿀-인삼분말은 옛부터 환제로 만들어 애용되어 왔다. 그러나 이러한 환의 형성과정에 대한 연구는 별로 시도된 바가 없다.

본 연구에서는 꿀-인삼분말 환제의 형성과정을 알아보기 위하여 인삼분말과 꿀이 gel을 형성하기 전후에 나타내는 성질을 조사하였다. 즉 아카시아(acacia)꿀, 밤(chestnut)꿀, 메밀(buckwheat)꿀, 들깨(green perilla)꿀, 싸리(bush clover)꿀, 잡화(proper)꿀, 토종(native wild)꿀 및 유채(radish)꿀 등 우리나라 산 벌꿀을 대상으로 하여 인삼분말의 크기, 농도 및 온도가 그의 점성도에 미치는 영향 그리고 나아가서 이들 혼합물의 점성도가 시간에 따라 어떻게 변하는가를 조사하여 gel 형성과정을 알아보는 동시에 gel의 거동을 조사하는 것을 목적으로 하였다.

## 實 驗

**實驗材料**——벌꿀은 1976년 5월부터 7월 사이에 각지에서 채집하였다.

인삼분말은 시판되는 충청남도 금산 산 백삼을 분쇄하여 입자의 크기가  $44\mu$ ,  $53\mu\sim 63\mu$ ,  $74\mu\sim 88\mu$ ,  $88\mu\sim 105\mu$ 로 분급한 것을 시료로 하였다.

**裝置 및 器機**——수분함량이 다른 벌꿀의 점성도는 oswald의 점성도계를 사용하거나 또는 falling sphere method로 측정하였고, 인삼분

—꿀 혼합물의 유동학적 성질은 rheometer (Yokogawa Electric Work Co.제 Model No. 200 I.J.)를 사용하여 측정하였다. 시료용기는 항온기 (Neslab Instrument Inc. Model: RTE-8 & RTE-4 temperature controlled liquid system)를 사용하여 항온이 유지되도록 하였다. 이들 장치의 약도를 Fig. 1에 나타내었다. 입자의 크기는 약전체(상공부 검정품)를 이용하여 결정하였다.

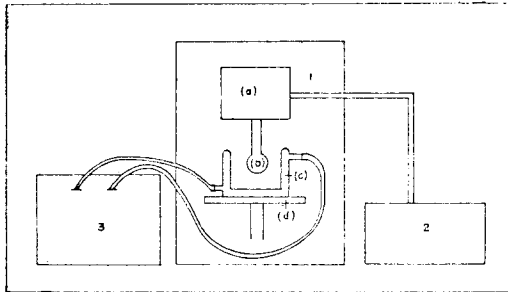


Fig. 1—Schematic diagram of the apparatus

1. Rheometer

- (a) Strain gauge and amplifier, (b) Plunger,  
(c) Sample container with double wall,  
(d) Moving plate (up and down)

2. Recorder

3. Circulating thermostat

든 경우 일정시일이 경과한 시료의 일정량(100 g)을 rheometer에 부설된 시료용기에 넣고 온도 조건은 각각의 경우  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $25^\circ$  및  $35^\circ$ 로 하여 항온을 유지시키면서 rheometer를 작동하여 plunger가 시료 표면에 닿는 순간부터 4분이 경과할 때 까지에 나타나는 rheogram을 각 시료에 대해서 얻었다.

## 結果 및 考察

**꿀-인삼粉 混合물의 粘性度**——앞에서 설명한 실험방법에 따라 각 시료의 rheogram을 얻었

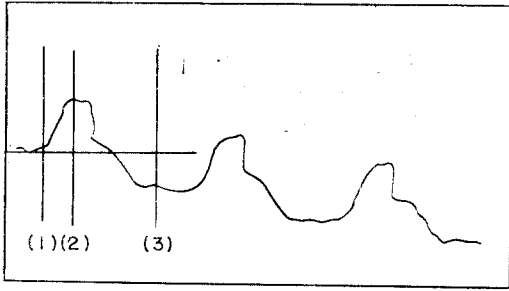


Fig. 2—A rheogram of acacia honey containing 5% of 44 μ ginseng powder.

비례할 것으로 생각되며 rheogram의 기울기 역시 점성도의 함수일 것으로 생각된다. 이러한 함수관계를 알아 보기 위하여 몇 가지 시료를 택한 다음, 그 수분함량을 변화시키면서 점성도와 rheogram의 최고 높이 및 rheogram의 상승곡선의 기울기를 구하였다.

점성도는 Stokes의 식을 사용하여 falling sphere method로 측정하였다. 여기서 사용한 구의 지름은 0.72 cm 이고, 밀도는 7.642 g/ml 이었다.

점성도의 대수를 rheogram의 최고 높이의 대수에 대해서 도시하여 Fig. 3과 같은 직선관계를 얻었다.

이 도시 결과로부터 시료의 점성도와 rheogram의 최고 높이 사이에는 다음과 같은 관계가 있음을 알게 되었다.

$$\log \eta = A \log h + B$$

$$\eta = Bh^A \dots\dots\dots(1)$$

여기서  $\eta$ 는 점성도,  $h$ 는 rheogram의 최고 높이이다.  $A$ 와  $B$ 는 상수이며 Fig. 2의 기울기와 절편으로부터 구하였는 바 그 값들은 Table I에서 보는 바와 같이 시료에 따라 다르게 나왔다. 이것은 시료의 액체구조와 조성에서로 다르기 때문이라고 생각된다.

이와 같이 rheogram 높이의 대수와 점성도

Table I—The constants A and B of equation(1) for various samples

Sample	Constant	
	A	B
A.H.	10.11	-17.66
O.H.	5.83	-9.98
R.H. & A.H. -5% 63μ G.P.	13.33	-23.77

O.H.: orange honey, R.H.: radish honey, G.P.: ginseng powder A.H.: acacia honey

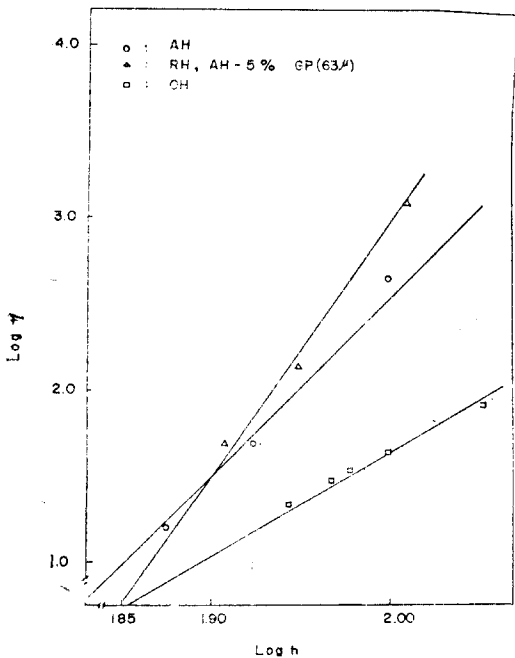


Fig. 3—Plot of  $\log \eta$  vs.  $\log$  (height).

AH, Acacia honey; RH, radish honey; OH, orange honey; GP, ginseng powder.

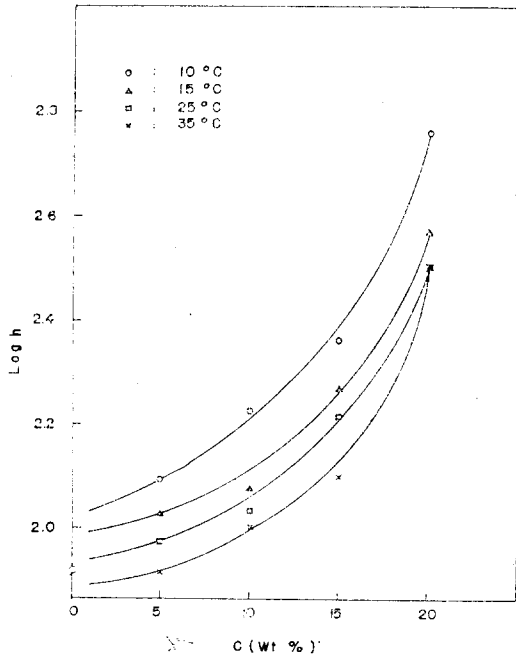


Fig. 4—Plot of log (height) vs. concentration at various temperatures for mixtures of acacia honey and 44 μ ginseng powder.

Curves are from eqn. (2) and points are experimental data.

따라서  $\eta = \eta_0 e^{k_1 c^{n_1}}$  .....(3)

여기서  $k_1$ 과  $n_1$ 은 새로운 상수로서 꿀의 종류와 인삼분의 입자도에 따라 다르며  $\eta_0$ 는 인삼분의 농도가 영일 때의 점성도이다.

꿀-인삼분 혼합물의 점성도가 인삼분의 농도에 따라 이처럼 지수함수적으로 변하는 이유는 첫째로 건조한 인삼분이 꿀의 수분을 흡수하여 유동성 물질의 양을 감소시키기 때문이라고 생각된다. 사실 꿀의 수분함량에 따라 그 점성도가 크게 변화하며 꿀의 점성도와 수분함량과의 관계를 조사할 바 Fig. 5와 같았다.

꿀-인삼분 혼합물의 점성도가 지수함수적으로 변하는 또 하나의 큰 이유로서는 꿀속에 함유된 성분들이 인삼분의 골격을 이루는 섬유질인 polysaccharide와 수소결합을 이루어 network를 형성하기 때문이라고 생각된다. 이 이외에도 사포닌류와 펙틴질과 같은 인삼에서 용출되어 들어간 성분도 또한 점성도에 적지 않은 영향을 미칠 것으로 추측된다.

아카시아 꿀-인삼분 혼합물에 대한 상수  $n_1$ 과  $k_1$ 의 값은 Table II와 같다. 다른 꿀(밤, 메밀, 들깨, 싸리)도 식 (3)의 관계를 나타내었는 바 여기서는 아카시아 꿀에 대해서만 상수를 구하였다.

꿀-人蔘粉 混合물의 粘性도와 温度의 關係——꿀-인삼분 혼합물의 경우, rheogram의 최고

의 대수 사이에는 비례관계가 있으며, 또한 이 실험에서는 점성도의 절대치보다는 점성도 변화율을 보는 것이 관건이므로 rheogram 높이의 대수를 점성도의 대수대신에 사용하였다. 점성도와 rheogram의 기울기 사이의 관계는 실험결과 선형함수가 아니었다.

꿀-人蔘粉 混合물의 粘性도와 濃度の 關係——꿀에다 인삼분을 분산시키면 그 점성도가 증가한다. 꿀에 가해지는 인삼분의 입자크기와 인삼의 농도를 변화시키면서 rheogram을 얻고 그 최고 높이의 대수를 인삼 농도의 대수에 대하여 도시하여 Fig. 4와 같은 관계를 얻었다. 이 결과로부터 log h와 c 사이에는 다음과 같은 관계가 성립함을 알았다.

$$\log h = k_1' c^{n_1} + k_1'' \dots \dots \dots (2)$$

여기서 c는 시료에 함유된 인삼분말의 농도(무게 백분율)이며  $n_1$ ,  $k_1'$ ,  $k_1''$ 는 상수이다.

$k_1''$ 는 Fig. 4에서 c가 영일때의 log h의 값들로서 외삽법으로 얻을 수 있으며  $n_1$ 과  $k_1'$ 는 식 (2)에 의해서 log h의 대수를 농도의 대수에 대해서 도시하면 얻을 수 있다.

이 식 (2)를 식 (1)과 결합하면 다음과 같은 식이 얻어진다.

$$\begin{aligned} \log \eta &= k_1 c^{n_1} + \text{const.} \\ &= \log e^{k_1 c^{n_1}} + \text{const.} \end{aligned}$$

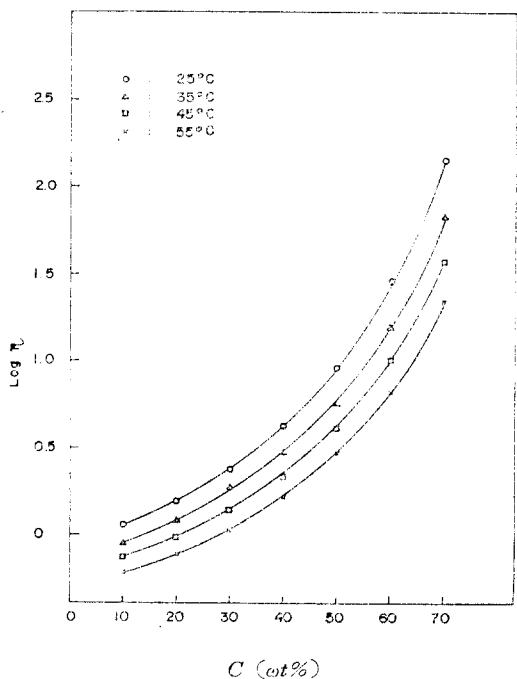


Fig. 5—Relationship between the viscosity and the concentration of acacia honey at various temperatures.

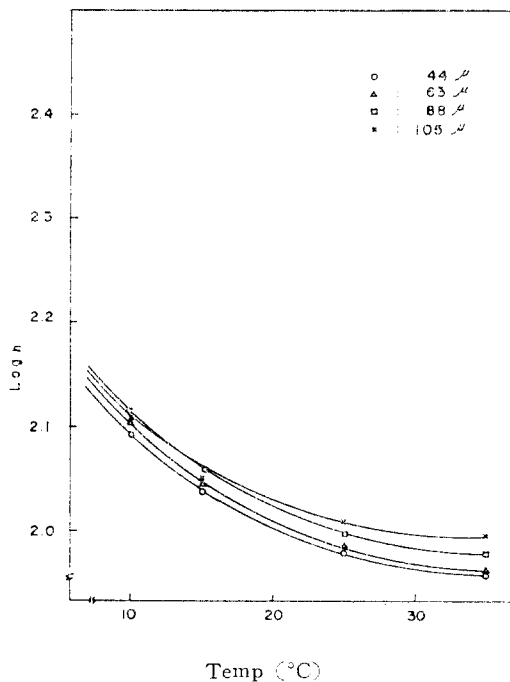


Fig. 6—Plot of log (height) vs. temperature at various particle sizes for mixtures of acacia honey and 5% ginseng powder.

Curves are from eqn. (4) and points are experimental data.

Table II—The constants  $n_1$  and  $k_1$  of equation (3) for acacia honey

Particle size( $\mu$ )	Temperature							
	10°		15°		25°		35°	
	$n_1$	$k_1$	$n_1$	$k_1$	$n_1$	$k_1$	$n_1$	$k_1$
44	1.77	$3.47 \times 10^{-3}$	2.11	$8.71 \times 10^{-4}$	2.47	$3.16 \times 10^{-4}$	2.55	$2.51 \times 10^{-4}$
63	2.76	$2.36 \times 10^{-4}$	3.74	$1.02 \times 10^{-5}$	3.56	$1.85 \times 10^{-5}$	4.45	$1.14 \times 10^{-6}$
88	3.24	$1.72 \times 10^{-5}$	3.70	$2.62 \times 10^{-6}$	3.67	$5.85 \times 10^{-5}$	2.88	$5.42 \times 10^{-5}$
105	2.54	$2.48 \times 10^{-4}$	2.78	$8.0 \times 10^{-5}$	3.40	$1.64 \times 10^{-5}$	4.02	$2.45 \times 10^{-6}$

높이의 대수를 온도에 대해서 도시하면 Fig. 6와 같은 관계가 얻어진다.

이 그림으로부터 꿀-인삼분 혼합물의 점성도와 온도 사이의 함수관계를 찾아 보았던바 다음과 같은 관계가 성립함을 알았다.

$$\log h = k_2'(T - 273)^{-n_2} + k_2'' \dots \dots \dots (4)$$

여기서  $n_2$ ,  $k_2'$  및  $k_2''$ 는 상수이다.  $k_2''$ 는  $\log h$ 의 점근값이며,  $k_2'$ 와  $n_2$ 는 앞에서와 같은 방

법으로 구하였다. 그리고 이 식을 역시 식 (3)에서와 마찬가지로 식 (1)과 결합하여 다음과 같은 식을 얻었다.

$$\eta = \eta_0 e^{(k_2/T-273)^{n_2}} \dots\dots\dots (5)$$

꿀-인삼분 혼합물의 점성도가 이처럼  $(T-273)^{-n_2}$ 의 지수함수로 주어진다는 것은 매우 흥미로운 사실이다.

일반적으로 true solution의 점성도는 온도의 지수함수( $\eta = Ae^{E/RT}$ )로 주어진다. 꿀에 인삼분

Table III—The constants  $n_2$  and  $k_2$  of equation (5) for acacia honey

Concentration (w/w %)	Particle size ( $\mu$ )							
	44		63		88		105	
	$n_2$	$k_2$	$n_2$	$k_2$	$n_2$	$k_2$	$n_2$	$k_2$
5	2.75	105.4	2.58	43.25	2.45	51.49	3.15	230.10
10	2.32	49.77	2.58	134.60	2.64	70.79	2.22	37.41
15	2.53	63.24	2.38	78.52	3.10	227.50	3.08	244.90

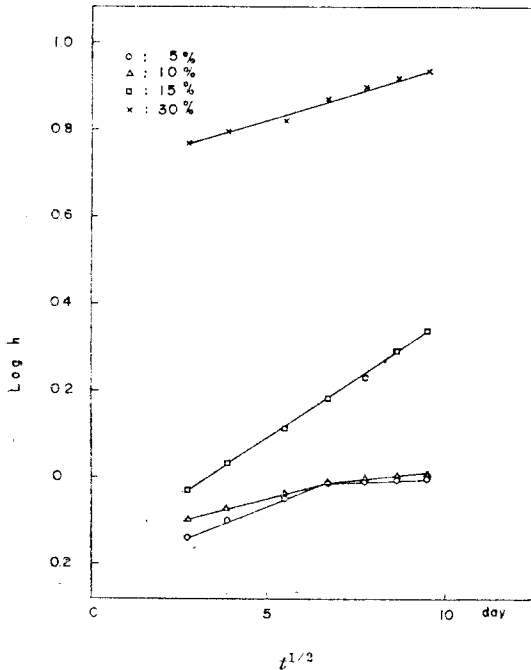


Fig. 7—Plot of log (height) vs.  $t^{1/2}$  at various concentrations for mixtures of acacia honey and  $44 \mu$  ginseng powder at  $10^\circ$ .

Curves are from eqn. (6) and points are experimental data.

말이 가해지면 위에서 논한 바와 같이 꿀의 여러 성분끼리는 물론 꿀의 성분과 인삼분말 사이에도 수소결합이 이루어져서 혼합물 전체에 걸친 network가 형성될 것이다. 그리고 온도가 올라가면 이러한 network가 상당히 많이 끊어질 것이다. 또한 온도가 올라가면 인삼분말의 수화되었던 물분자도 많이 떨어져 나올 것이다. 이러한 요인들이 각각 온도의 지수함수 꼴로 점성도에 영향을 미친다고 생각하면 점성도의 온도의 의존관계를 식 (5)로 나타낼 수 있을 것이며  $n_2$ 는 이러한 요인들의 수가 될 것이다. 본 실험에서의 결과에 의하면 Table III에 보인 바와 같이  $n_2$ 는 대체로 3의 값을 나타낸다.

꿀-인삼粉 混合물의 粘性도와 時間의 關係—꿀-인삼분 혼합물은 시간이 경과함에 따라 그 점성도가 크게 증가한다. 여러가지 입자 크기의 인삼분을 여러가지 농도로 꿀에 분산시킨 다음, 실온에서 방치하면서 시간에 따르는 점성도 변화를 조사하였던 바 Fig. 7과 같은 결과를 얻었다. 이들 그림에 의하면 다음과 같이  $\log h$ 는  $t^{1/2}$ 의 선형함수이다.

$$\log h = B + C t^{1/2} \dots\dots\dots (6)$$

여기서  $t$ 는 방치시일이다.

Table IV—The constants  $k_3$  of equation (7) for acacia honey

Sample	Concentration (w/w %)			
	5	10	15	30
G.P. 44 $\mu(10^\circ)$	0.032(0.004)	0.021(0.010)	0.054	0.023
G.P. 44 $\mu(25^\circ)$	0.022	0.025(0.005)	0.032(0.018)	0.035
G.P. 44 $\mu(35^\circ)$	0.025(0.014)	0.024(0.008)	0.020(0.002)	0.040(0.008)
G.P. 105 $\mu(10^\circ)$	0.039(0.020)	0.043(0.009)	0.091(0.061)	—
G.P. 105 $\mu(25^\circ)$	0.025(0.008)	0.046(0.026)	0.058(0.035)	—
G.P. 105 $\mu(35^\circ)$	0.015(0.003)	0.023(0.007)	0.047(0.015)	—

이 식을 식 (1)과 결합하면 점성도와 시간 사이의 관계가 다음과 같이 된다.

$$\eta = \eta_0 e^{k_3 t n_3} \dots \dots \dots (7)$$

여기서  $n_3$ 는 모든 경우 1/2이다.

Table IV는 여러가지 시료에 대한  $k_3$ 의 값을 나타낸 것이다.

꿀—인삼분 혼합물의 점성도가 이와같이 시간에 따라 증가하는 이유는 이 혼합물 속에서 강한 network가 서서히 진행되기 때문이다. 인삼에는 펙틴질이 다량 함유되어 있으며<sup>9)</sup> 인삼분을 꿀에 분산시키던 이 펙틴질이 서서히 용출되어 나와서 꿀의 당분과 gel을 형성한다<sup>13)</sup>. 뿐만 아니라 건조상태의 인삼분은 꿀로부터 많은 수분을 흡수한다. 이러한 반응은 단순한 수소결합 반응에 비해서 그 반응속도가 매우 느릴 것으로 생각된다. 이들 그림에 의하면  $\log h$ 의 값의 기울기가 50일을 전후해서 적이고 있다. 이처럼 꿀—인삼분 혼합물의 점성도가 50일을 전후해서 불연속적으로 변하는 것은 꿀의 점성도가 적어도 두가지 요인에 의해서 증가된다고 해석할 수 있다. 즉 인삼분의 수화는 대체로 50일 안에 끝나며 gel형성은 그 후에도 계속해서 진행된다고 해석할 수 있다.

이와는 반대로 gel형성이 처음 50일 안에 대체로 끝나고 수화반응이 그 후에도 계속 진행된다고 볼 수도 있을 것이다. gel형성 전 및 후에 대한 본 실험 결과만으로 어느 쪽의 해석이 타당하다고 단정하기는 어려우므로 앞으로의 연구가 기대된다.

이상의 실험 결과들은 꿀—인삼분 혼합물의 점성도가 인삼분말의 농도, 온도 및 시간의 지수함수가 됨을 나타낸다. 따라서 이들 세 변수를 동시에 고려할 경우에는 점성도를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \eta &= \eta_0(T, t) e^{k_1 c n_1} \\ &= \eta_0(t) e^{k_1 c n_1} e^{\left(\frac{k_2}{T-273}\right) n_2} \\ &= \eta_0 e^{k_1 c n_1} e^{\left(\frac{k_2}{T-273}\right) n_2} e^{k_3 t n_3} \\ &= \eta_0 \exp\left[k_1 c n_1 + \left(\frac{k_2}{T-273}\right) n_2 + k_3 t n_3\right] \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

이 식에 포함된 상수  $k$ 와  $n$ 은 이미 Table II, III 및 IV에 소개된 바와 같다. 이들 상수는 꿀의 종류나 인삼분말의 크기 등에 따라서 다르지만 규칙적인 관계를 찾아낼 수는 없었다. 이것은 인삼성분이나 꿀성분이 너무 다양하기 때문이라고 생각된다.

## 文 獻

1. G.W. Scott Blair, *J. Phys. Chem.*, 170 (1935).
2. G.W. Scott Blair, *ibid.*, 39, 21, 213 (1934).
3. G.W. Scott Blair, *ibid.*, 39, 158 (1934).
4. 近藤治三郎, 日藥物誌, 5, 201 (1927).
5. 吉田利一, 臨床醫學, 2, 1505 (1914).
6. J.W. White, Jr. and I. Kushnir, *J. Apicultural Res.*, 6, 163 (1967).
7. 齋藤系平, 醫學中央誌, 14, 217 (1916).
8. I.I. Brekhman and I.V. Dardycov, *Ann. Rev. Pharmacol.*, 9, 419 (1969).
9. I.I. Brekhman, *Medgiz* (Leningrad), 1957, p. 182.
10. I.I. Brekhman, *Med. Sci. Serv.*, 4, 17 (1967).
11. I.I. Brekhman, *Proc. Int. Pharmacol.*, 2, 97 (1963).
12. 木村康一, *Metabolism and Disease*, 10, 455 (1973).
13. 川端晶子, 澤山 茂, *農化*, 50, 555 (1976).