

# 온도변화에 따른 인레이 왁스의 유동성 변화

남 상 용 · 이 덕 수

(대구보건대학 치기공학과)

## Abstract

### The flow change of the inlay waxes at various temperatures

**Sang-Yong Nam, Duk-Su Lee**

*Dept. of Dental Laboratory Technology, Daegu Health College*

This study was performed to observe the flow change of the inlay waxes at various temperatures. The flow of inlay waxes was tested according to the treatment conditions, for 10 minutes at 40°C, 41°C, 42°C, 43°C, 44°C, and 45°C. The flow of inlay waxes at various temperatures was measured with an electro dial gauge.

The results were as follows:

1. The flow change of the inlay waxes at various temperatures was shown to increase in the order of wax A, B, D, C.
2. Wax A was close to ADA specification with 3% flow at 40°C and 71% flow at 45°C, but wax B and D did not reach up to ADA specification with 40% flow at 45°C.
3. Wax C came up with 3% flow at 40°C and 7% flow at 45°C, and it revealed a very low flow change at 5°C.

• Key word : the flow change of the inlay waxes, ADA specification.

교신 저자	성명	남 상 용	전화	011-529-2451	E-mail	nasayo@mail.dhc.ac.kr
	주소	대구광역시 북구 태전동 산 7번지 대구보건대학 치기공과				

## 1. 서 론

치과 보철물 제작시 납원형 조각(lost wax technic)에 의한 주조과정으로 이루어지는 합금 주조 결과의 정확성과 유용성은 납원형의 정확도와 정밀 정도에 달려 있다. 주조시 좋은 결과를 위해서는 왁스는 대단히 정확한 물리적 특성을 가져야 한다.

인레이 왁스는 용융범위, 유동성, 열팽창, 잔류응력 등의 특성에 의하여 정밀한 보철물 제작에 있어서 치과용 왁스의 변형에 중요한 영향을 미친다(Ohashi et al, 1966; Craig et al, 1966). 인레이 납원형은 높은 열팽창계수를 가질 뿐 아니라 보관 시 변형 혹은 뒤틀림의 경향이 있다(Hollenback et al, 1959; Power et al, 1974; Craig et al, 1967). 변형은 일반적으로 보관 온도와 시간이 경과 할수록 커지며 납형 형성 과정 중 납원형 내부에 존재하는 잔류응력의 해방(residual stress release)으로 일어난다. 응력해방과 변형은 모든 치과용 왁스에서 일어나며, 정밀한 주조를 하는데 있어서 인레이 납원형에서 체적의 응력해방과 변형은 큰 문제점이 된다(고영무 등, 2004; 김원태 등, 2004).

인레이 왁스는 ADA 규격에 의하면 Type A, Type B, Type C로 구분되며 Type A는 간접법에 사용되는 경질왁스로 작은 유동성을 갖고, Type B 왁스는 직접법에 사용되는 중질왁스로 구강내에서 직접 원형(pattern)을 형성하기 때문에 구강내의 와동에서 납원형을 철거할 때 변형을 최소화 하기위하여 유동성은 37°C에서 아주 적어야 한다고 하였

다. Type C 왁스는 간접법에 사용되는 연질의 왁스로 대부분 모형상에서 인레이 및 관교의치의 제작에 사용된다.

특히 인레이 왁스의 유동성은 가열시 충분히 낮은 유동성을 가지면 와동의 미세재현이 어렵고 과잉의 유동성을 가지면 왁스에 압력이 균등하게 가해지기가 어렵다.

이에 치과 보철물의 정밀기공을 위해서는 실온에서는 왁스의 변형이 없는 유동성을 가지면서 wax up시에는 조작에 용이한 충분한 유동성이 필요하다.

유동성은 열팽창, 잔류응력, 연성 등과 함께 납형 제작 시 변형에 주요한 요인이 된다. 특히 유동성은 직접법과 간접법으로 납형을 제작할 때 그 용도에 따라 왁스의 유동성 정도는 달라야 한다. 현재 임상에서 사용되는 인레이 왁스가 납형 변형을 최소화하고 조작이 용이한 유동성을 갖고 있는지는 알려지지 않고 보고도 미미한 실정이다.

기존의 선학들의 왁스의 특성에 관한 많은 연구가 있었으나 최근 시판되고 있는 왁스에 대한 유동성 측정에 관한 보고가 미흡하고 특히 ADA 규격에 의한 유동성과의 비교는 더욱 미미하다.

따라서 본 연구는 인레이 왁스의 온도에 따른 유동성 변화를 알아보기 위하여 현재 시판 중인 4종의 인레이왁스를 40°C에서 45°C까지 온도 변화에 따른 유동성 변화를 측정하였다.

## 2. 실험방법

### 1) 시편제작

인레이 왁스 4종을 준비한다. A(독일 Y사), B(독일 K사), C(국내 D사), D(국내 S사) 유동성 측정 시편용 주형(Figure 1)을 제작하여 왁스 용융 온도에 예열 하여둔다. 준비된 4종의 왁스를 70℃ 물에 간접 가열식(중탕)으로 용융하여 준비된 주형에 용융된 액상 왁스를 추가하여 냉각 후 다듬어 시편을 얻어 직격과 두께를 측정하여 둔다(Figure 2).

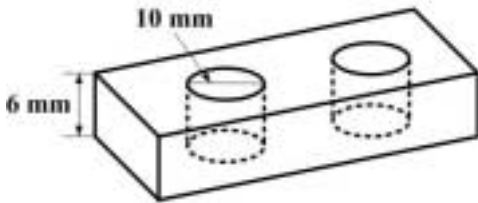


Fig. 1. mold of wax examination



Fig. 2. specimens of wax

### 2) 유동성 측정

유동시험 장치의 구성은 측정부는 고정형 수직두께측정기를 이용하였고(Figure 3), 항온부는 순화식 항온조를 이용하여 시험온도

를 유지 하였다. 항온조의 시험 온도를 유지 하고 측정부를 수중에 고정하고 예열 한다(Figure 4).

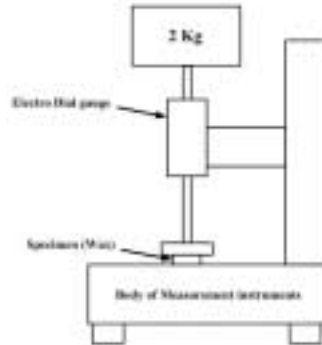


Fig. 3. Body of Measurement instruments



Fig. 4. Flow of Measurement instruments

항온 유지된 유동 시험 장치의 측정부에 얇은 방수세로판지로 왁스를 모형과 시험장치의 각 첩단사이에 끼여 놓는다. 모형의 하단은 수조중에서 수면에서 51mm아래로 담그고 균등한 2kg 수직분동을 10 분간 가중한 후 모형을 제거하여 실온에서 냉각한다. 다음 방수세로판지를 낸 후 먼저와 같은 방법으로 정밀 측정기로서 최종길이를 측정하고 평균치를 백분율로서 산출한다(Figure 5, Figure 6).



Fig. 5. Process of Measurement



Fig. 6. Process of Measurement (Press)

44℃와 45℃에서 A왁스는 급격한 크기의 증가를 나타냈으며 C왁스는 크기의 변화가 거의 나타나지 않았다. 온도변화에 따른 외형변화 크기는 A, B, D, C왁스 순으로 나타났다 <Table 1>.

Table 1. Measurement of specimens Diameter and Thickness

40도	직 경	두께	최종직경
A	10.15	6.30	10.270
B	10.23	6.29	10.300
C	9.78	6.23	9.830
D	10.07	6.17	10.230

41도	직 경	두께	최종직경
A	10.07	6.29	10.200
B	10.07	6.20	10.120
C	10.00	6.22	10.060
D	10.07	6.15	10.120

42도	직 경	두께	최종직경
A	10.26	6.31	10.570
B	10.27	6.33	10.350
C	9.98	6.10	10.040
D	10.09	6.15	10.300

43도	직 경	두께	최종직경
A	10.20	6.30	4.100
B	10.18	6.30	10.420
C	9.93	6.25	10.010
D	10.12	6.10	10.380

44도	직 경	두께	최종직경
A	10.22	5.99	16.100
B	10.26	6.29	11.000
C	9.92	6.09	10.110
D	10.13	6.15	10.500

45도	직 경	두께	최종직경
A	10.00	6.27	18.570
B	9.94	6.12	13.770
C	9.92	6.19	10.070
D	10.91	6.11	12.870

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 1) 시험편의 외형변화

온도 변화에 따른 시험편의 변화정도는 유동성의 정도로 볼 수 있다. A, B, D왁스는 온도가 증가 할수록 시편의 직경이 점진적으로 증가하였으나 C왁스의 경우는 시편의 크기 변화가 거의 나타나지 않았다.

40℃와 41℃에서 A, B, C, D왁스 모두 크기의 변화가 나타나지 않았으며 42℃와 43℃에서 A왁스는 외형변화가 크게 증가하였으나 B와 D왁스는 그 증가가 미미하게 나타났다.

이는 C왁스가 A, B, D왁스에 비해 45°C이내의 온도에서는 유동성의 변화가 적고 이에 따른 왁스의 변형이 적다고 사료 된다(Figure 7).

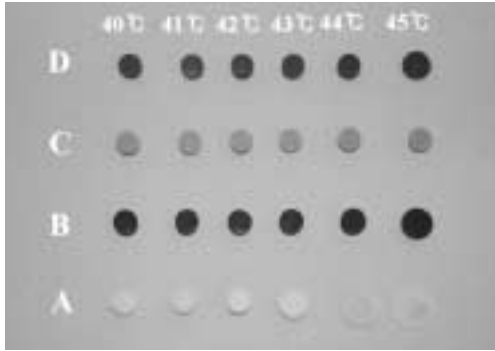


Fig. 7. Picture of specimens (Flow of Measurement)

## 2) 온도에 따른 유동성 변화

40°C와 41°C에서는 10분간의 시간 경과에도 A, B, C, D왁스 모두 전체 유동량이 3%에서 5%정도로 나타나 온도에 따른 유동성 변화는 극히 미미하다. 이는 ADA규격에 의한 경질 인레이왁스의 유동성과 유사하며 Kerr사의 hard(type I) wax의 유동성 시험 결과(2%)와도 일치된다(Figure 8, Figure 9, Figure 10)〈Table 2〉.

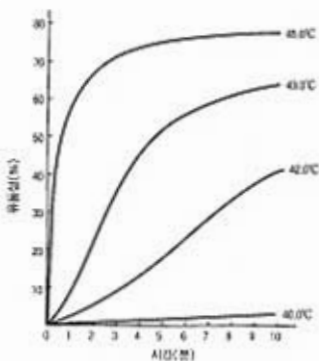


Fig. 8. Flow of Kerr of hard(type I) wax

Table 2. Flow of inlay wax (Adapted form ADA Specification No. 4 for dental inlay casting wax, revised in 1974)

Flow (%)		Temperature(°C)		
Min.	Max.	Type A	Type B	Type C
	1	43	37	34
1	15	46	40	37
50	85	49	43	40
70	90	52	46	43

42°C와 43°C에서 A왁스는 10분 후 전체 유동량이 40%내외를 보이며 시간이 경과함에 따라 유동성비도 현저하게 증가하였다. B, C, D왁스는 시간에 대한 직선상의 증가를 보이고 있으나 전체 유동량은 4%에서 7%정도로 역시 유동성 변화는 미흡하다. 이온도에서는 A왁스만 ADA규격에 의한 경질 인레이왁스의 유동성과 Kerr사의 hard(type I) wax의 유동성 시험 결과에 근접하게 나타났고 B, C, D왁스는 ADA규격에 비해 유동성이 현저히 낮게 나타났다(Figure 11, Figure 12).

44°C에서 A왁스는 60%의 나타내며 시간의 경과에 따라 유동비는 점차 감소하였다. B왁스는 전체유동량이 16%로 다소 증가하였으나 C, D왁스는 7%에서 9%로 유동성 변화가 매우 적게 나타났다(Figure 13).

45°C에서 A왁스는 전체 유동량이 71%를 보이며 크게 증가하였다. 유동성비는 시험 초기에 크게 증가하였지만 점차적으로 유동성 비율이 급격히 감소하였다. 이는 시편의 직경이 급격히 증가하여 유동성비가 감소한 것으로 사료된다. 또한 Kerr사의 hard(type I) wax의 유동성 시험 결과와 유사하게 나타났다. B왁스와 D왁스는 44°C에 비해 시간이 경과함에 따라 현저한 증가를 보이며 50%와 40%이내의 유동

량을 나타냈다. 하지만 C왁스는 45°C에서도 유동성이 7%정도로 나타났다(Figure 14).

이상의 시험으로 다양한 온도변화에 따른 유동성 변화는 A, B, D, C 순으로 크게 나타났다. A왁스가 40°C에서 3%, 45°C에서 71%로 ADA 규격에 근접하였으며 B, D왁스는 ADA규격에 미흡하였다. C왁스는 40°C에서 3%, 45°C에서 7%로 5°C의 온도변화에도 유동성 증가가 매우 낮게 나타났다.

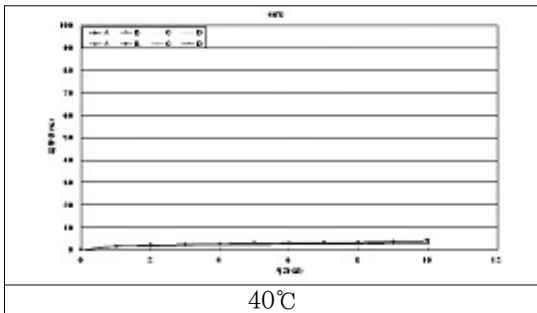


Fig. 9. Flow of wax (40°C)

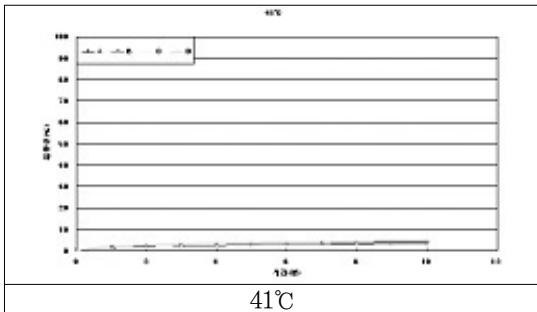


Fig. 10. Flow of wax (41°C)

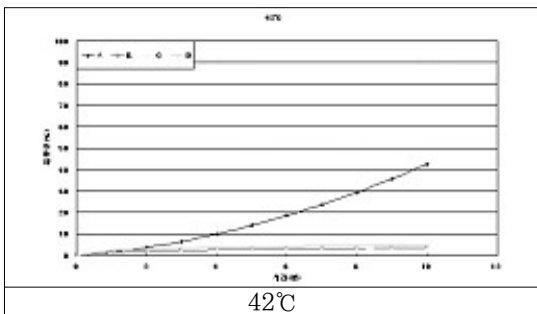


Fig. 11. Flow of wax (42°C)

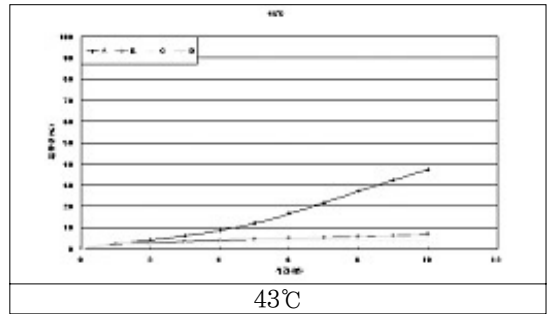


Fig. 12. Flow of wax (43°C)

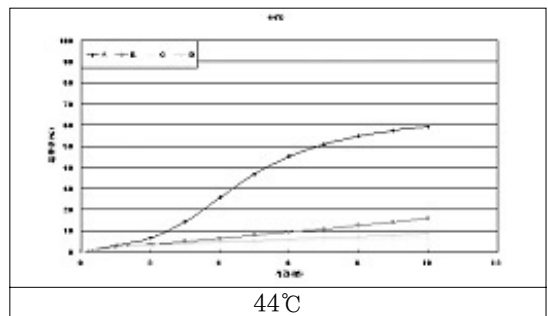


Fig. 13. Flow of wax (44°C)

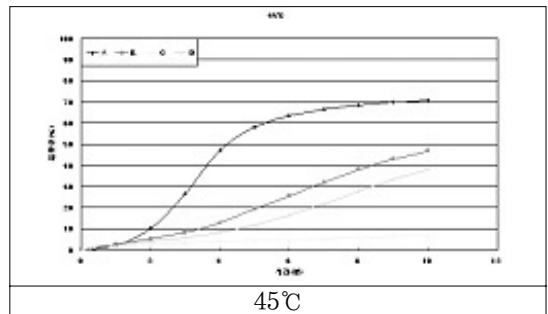


Fig. 14. Flow of wax (45°C)

## 4. 결 론

본 연구는 인레이 왁스의 온도에 따른 유동성 변화를 알아보기 위하여 현재 시판중인 4종의 인레이왁스를 40°C에서 45°C까지 온도 변화에 따른 유동성 변화를 측정하여 다음의

결론을 얻었다.

Res, 53: 402, 1974.

1. 온도변화에 따른 유동성 변화는 A, B, D, C 순으로 크게 나타났다.

2. A왁스가 40℃에서 3%, 45℃에서 71%로 ADA 규격에 근접하였으며 B, D왁스는 ADA 규격에 미흡하였다.

3. C왁스는 40℃에서 3%, 45℃에서 7%로 5℃의 온도변화에도 유동성 증가가 매우 낮게 나타났다.

### 〈참 고 문 헌〉

고영무 외 9인. 치과재료학. 군자출판사, 257, 2004.

김원태 외 7인. 치기공재료학. 고문사, 117, 2004.

Craig RG, Eick JD, Peyton FA. Flow of binary and tertiary mixture of waxes. J Dent Res, 45: 397, 1966.

Craig RG, Eick JD, Peyton FA. Strength properties of waxes at various temperatures and their practical application. J Dent Res, 46: 300, 1967.

Hollenback GM, Rhodes JE. A study of the behavior of pattern wax. S Calif State Dent Assoc J, 27: 419, 1959.

Ohashi M, Paffenbarger GC. Melting, flow, and thermal expansion characteristics of some dental and commercial waxes. J Am Dent Assoc, 72: 1141, 1966.

Power JM, Craig RG. Penetration of commercial and dental waxes. J Dent