

## 타액에 오염된 상아질에 대한 콤포머의 접합양상

조영곤 · 김병태 · 이석종  
 조선대학교 치과대학 치과보존학교실

## ABSTRACT

## THE ADHESIVE PATTERNS OF COMPOMER TO SALIVA-CONTAMINATED DENTIN

Young-Gon, Cho, Byung-Tae, Kim, Suk-Jong, Lee

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University*

In this study, adaptation of compomer to saliva contaminated dentin was evaluated with scanning electron microscope(SEM) and confocal laser scanning microscope(CLSM).

For the SEM study, the occlusal surfaces of thirty two molar teeth were grounded to exposure dentin surfaces. The specimen were randomly assigned to control and three experimental groups with four samples in each group. In control group, Dyract and F-2000 compomer were bonded on the specimens according to the manufactures' direction. Experimental groups were subdivided into three groups. They were contaminated with saliva on dentin surfaces ; Experimental group 1 : Saliva was dried with compressed air. Experimental group 2 : Saliva was rinsed with air-water

spray and dried. Experimental group 3 : After polymerization of an adhesive, they were contaminated with saliva, and then saliva was rinsed with air-water spray and dried. Dyract and F-2000 compomer were bonded on saliva-treated dentin surfaces. The interfaces between dentin and compomer were observed with SEM.

For the CLSM study, Class V cavities were prepared in buccal and lingual surfaces of thirty two molars. The specimens were divided into control and experimental groups. Class V cavities in experimental group were contaminated with saliva and those surfaces in each experimental groups received the same treatments as for the SEM study. Cavities were applied Prime & Bond 2.1 and F-2000 compomer primer/adhesive that were mixed with fluorescein, and then were filled with Dyract and F-2000 compomer. Specimens were embedded in transparent acrylic resin and sectioned buccolingually with diamond wheel saw, and then mounted on cover slide for CLSM study. The interface between cavity and compomer was observed by fluorescence imaging with a CLSM.

The results were as follows :

1. In SEM examination of Dyract group, control group, experimental group 2, 3 showed close adaptation to dentin and hybrid layer of 3~4 $\mu$ m diameter. Interfacial gap between compomer and dentin in experimental group 1 was wider than in control group.
2. In SEM examination of F-2000 group, adaptation to dentin of control group was closer than Dyract control group, but hybrid-like layer was not observed. Interfacial gap between compomer and dentin in experimental group 1 was wider than in Dyract experimental group 1.
3. In dissolution specimens of Dyract and F-2000 group, resin tags penetrated through dentinal tubules in control group and experimental group 1 and 3, but the penetration of resin tag was irregular and partial in experimental group 1.

\* 이 논문은 1999년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

4. In CLSM examination of Dyract and F-2000 group, adhesive patterns of control and experimental groups showed same as in SEM.

This result suggests the treatment methods, rinsing & drying, repeating all adhesive procedures, will produce good effect on adaptation of compomer to dentin if the dentin surface or polymerized adhesive is contaminated by saliva.

**Key words :** Compomer, Saliva-contaminated surface, Adhesive patterns, CLSM Confocal laser scanning microscope)

## I. 서 론

심미성 수복재와 접착치의학의 발달로 인하여 과거에는 금속성 수복재를 사용하였던 부위에 대한 수복이 점차적으로 심미성 수복재로 대체되어 가고 있다.

심미성 수복재중의 하나인 콤포머는 치질에 대한 직접적인 접착 및 불소의 방출과 같은 장점을 지닌 기존의 글라스 아이오노머 시멘트와 광중합 복합레진의 장점을 얻기위해 개발되었으며<sup>1)</sup>, 주로 3급, 5급 와동 및 마모증/침식증 수복 시 이용되고 있다. 이와 같은 콤포머는 산-염기 경화반응과 레진중합으로 기존의 글라스 아이오노머 시멘트보다 높은 상아질 결합강도와 낮은 미세누출을 나타내며<sup>2)</sup> 외연의 봉쇄 효과가 더 우수하다고 보고되고 있다<sup>3)</sup>.

접착성 수복재를 이용한 수복시 치질에 대한 타액의 오염은 수복재와 치질간의 접착력을 저하시키고 접착양상에 많은 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다<sup>4,5)</sup>.

Johnson 등<sup>4)</sup>과 Powers 등<sup>5)</sup>의 보고에 의하면 타액에 오염된 상아질에 대한 복합레진의 전단결합강도는 20~100%까지 감소된다고 하였다. 한편 Hormati 등<sup>6)</sup>과 Silverstone 등<sup>7)</sup>은 주사전자현미경을 이용하여 타액에 오염된 표면의 형태를 관찰한 바 있다.

상아질과 접착성 수복재간의 접합(adaptation)을 평가하기 위하여 색소나 동위원소 등을 이용한 변연누출의 측정이 많이 이용되었으나, 접착제와 상아질간에 형성된 혼화층의 중요성이 인식되면서 주사전자현미경 (scanning electron microscope)을 이용한 형태학적인 연구가 진행되었다<sup>8)</sup>. 또한 1990년도에 접어들면서 형광염료로 시편을 염색하여 관찰한 공초점레이저주사전자현미경 (confocal laser scanning microscope)이 이용되고 있으며<sup>9,10)</sup>, 이는 주사전자현미경의 관찰을 위한 시편제작시 건조과정에서의 수축 가능성이 없는 장점을 가지고 있어 치의학분야에서 널리 이용될 전망이다<sup>11)</sup>.

본 연구에서는 상아질 표면을 타액으로 오염시키지 않고 콤포머를 접착시킨 경우와 상아질 표면을 타액으로 오염시킨 후 건조 또는 세척시키거나 상아질 표면에 접착제를 적

용한 후 타액을 오염시켜 세척한 다음 콤포머를 적용한 경우에 있어서 상아질과 콤포머의 계면에 대한 접착양상을 주사전자현미경과 공초점레이저주사전자현미경하에서 관찰하고 상호 비교하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

타액으로 오염된 상아질면과 콤포머의 계면의 접착양상을 관찰하기 위하여 치관에 우식병소, 미세균열이 없는 발거된 상,하악 대구치 64개를 실험치아로 사용하였다.

콤포머는 F-2000 (3M Dent. Prod., U.S.A.)과 Dyract (Dentsply Co., Germany)를 사용하였으며, 각 콤포머의 구성성분은 Table 1과 같다.

접합계면의 양상을 관찰하기 위하여 주사전자현미경 (JSM -840A Scanning Microscopy JEOL Ltd., Japan)과 공초점레이저주사전자현미경 (Leica TCS NT, Germany)을 이용하였다.

Table 1. Compomer restorative materials used in this study

Product	Component	Composition	Manufacturer
Dyract	Prime&Bond 2.1	PENTA, TEGDMA, urethane-modified Bis-GMA acetone	Dentsply Co., Germany
F-2000	primer/adhesive	FAS glass, Colloidal silica, CDMA oligomer, GDMA, CPQ/amine	3M Co., U.S.A.

## 2. 실험방법

### 1) 주사전자현미경 관찰을 위한 시편제작

#### 가. 상아질 표면의 노출 및 균 분류

증류수에 보관된 상, 하악 대구치 32개를 선택하여 실험 직전에 치아표면에 부착된 이물질을 cavitron과 curette으로 깨끗이 제거하였다. 내경 20mm와 높이 45mm의 투명한 플라스틱 판에 tray 레진 (Harry J. Bosworth Co., U.S.A.)을 혼합하여 가득채운 후 각 치아의 범랑-백악 경계부 상방의 치관이 노출되도록 치근을 수직으로 매몰하였다. 상아질 표면을 노출 시키기 위하여 대구치 치관 중앙 상부의 상단을 Diamond Wheel Saw (South Bay Technology Co., U.S.A.)로 수평절단 한 후, 타원형의 치아절편 가장자리 부위를 고속의 다이아몬드 기구로 삭제하여 사각형의 형태로 만들었다.

상아질이 노출된 32개 치아는 타액에 오염된 상아질면과 콤포머의 접착계면을 주사전자현미경으로 관찰하기 위한 시편을 제작하기 위하여 무작위로 4개씩 선택하여 사용된 재료에 따라 각각 4개의 군으로 분류하였다.

#### (1) Dyract 군

##### (가) Dyract 대조군

각 시편의 상아질 부위를 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척한 다음 치아표면에 남아있는 과량의 수분만 제거하였다. 공급된 솔에 직접 Prime & Bond 2.1을 충분히 적셔 상아질 표면에 도포하고 30초간 방치하였다. 압축공기로 약 3.8cm의 거리에서 10초간 조심스럽게 건조시킨 다음 Prime & Bond 2.1을 광조사기 (XL 3000, 3M Dent. Prod., U.S.A.)로 10초간 조사하였다. Prime & Bond 2.1을 상아질 표면에 도포하고 즉시 건조와 함께 10초간 광조사한 후, 제조회사의 지시에 따라 Dyract를 2mm 높이로 축조, 성형하고 교합면과 협설측에서 40초간 광조사하였다.

##### (나) Dyract 실험군

###### ① Dyract 실험 1군

각 시편의 상아질 표면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 수세하지 않고 표면을 가볍게 건조시킨 군으로서 나머지 과정은 대조군과 동일하게 시행하였다.

###### ② Dyract 실험 2군

각 시편의 상아질 표면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척한 군으로서, 나머지 과정은 대조군과 동일하게 시행하였다.

###### ③ Dyract 실험 3군

대조군과 같은 과정으로 Prime & Bond 2.1을 적용하여 광조사한 상아질면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨

후, 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척하고 과량의 수분만 제거하고 Prime & Bond 2.1을 적용한 군으로 나머지 과정은 대조군과 동일하였다.

#### (2) F-2000 군

##### (가) F-2000 대조군

각 시편의 상아질 부위를 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척한 다음 치아표면에 남아있는 과량의 수분만 제거하였다. 공급된 솔에 compomer primer/adhesive를 적셔 상아질 표면에 도포하고 30초간 방치하였다. 압축공기로 5~10초간 조심스럽게 건조시키고 10초간 광조사한 후, 제조회사의 지시에 따라 F-2000을 2mm 높이로 축조 성형하고 교합면과 협,설측에서 40초간 광조사하였다.

##### (나) F-2000 실험군

###### ① F-2000 실험 1군

각 시편의 상아질 표면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 수세하지 않고 표면을 가볍게 건조시킨 군으로서 나머지 과정은 대조군과 동일하게 시행하였다.

###### ② F-2000 실험 2군

각 시편의 상아질 표면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척한 군으로서, 나머지 과정은 대조군과 동일하게 시행하였다.

###### ③ F-2000 실험 3군

대조군과 같은 과정으로 compomer primer/adhesive를 적용하여 광조사한 상아질면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척하고 과량의 수분만 제거하여 compomer primer/adhesive를 적용한 군으로 나머지 과정은 대조군과 동일하였다.

#### 나. 접착계면의 주사전자현미경 관찰

각 시편의 중앙을 근원심 방향으로 수직 절단하여 이분하였다. 한쪽의 절편은 접착제의 상아세관내 침투양상을 관찰하기 위하여 Diamond Wheel Saw를 사용하여 직경 300 $\mu$ m로 절단하여 6N 염산 용액에 30초간 침적시킨 후, 1%의 차아염소산 나트륨 용액에 12시간 보관하여 상아질의 부분적인 탈회 및 단백질의 용해를 유도하였으며, 다른 절편은 탈회시키지 않고 절단된 면을 이용하였다

주사전자현미경적인 관찰을 위해 황동으로 된 stub에 치아절편을 부착시키고 2KV와 20 nA 의 전압과 4 $\times$ 10<sup>-2</sup> mbar/pa 의 진공상태에서 1분 동안 225Å의 두께로 금도금한 후 고배율의 현미경 (JSM-840A Scanning Microscopy JEOL Ltd., Japan)하에서 상아질 표면과 접착제와의 계면을 관찰하고 Polaroid 667 필름 (Kodak Co., U.S.A.)

으로 촬영하였다.

2) 공초점레이저주사현미경 관찰을 위한 시편제작

가. 5급 와동형성 및 군 분류

최근에 발거된 32개의 상,하악 대구치의 협·설면 치경부에 chamfer 형태의 다이아몬드 bur를 이용하여 wedge 형태의 5급 와동을 형성하였다. 각 와동의 교합-치는 폭경은 2.0mm, 근원심 폭경은 3.0mm, 축벽의 깊이는 1.5mm가 되도록 하였다. 교합면측 변연은 법랑질에, 치은측 변연은 상아질 또는 백악질에 위치시켰다. 5급 와동이 형성된 32개 치아는 타액에 오염된 상아질 면과 콤포머의 접착계면을 공초점레이저주사현미경으로 관찰하기 위한 시편을 제작하기 위하여 무작위로 4개씩 선택하여 사용된 재료에 따라 각각 4개의 군으로 분류하였다.

(1) Dyract 군

(가) Dyract 대조군

각 시편의 협·설면 치경부에 형성된 5급 와동을 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척한 다음 와동에 남아있는 과량의 수분만 제거하였다. 공급된 술에 0.7% g/μ (0.0005g/ 70μ) 농도의 Fluorescein을 혼합한 Prime & Bond 2.1을 충분히 적셔 와동내에 도포하고 30초간 방치하였다. 압축공기로 10초간 조심스럽게 건조시킨 다음 Prime & Bond 2.1을 광조사기 (XL 3000, 3M Dent. Prod., U.S.A.)로 10초간 조사하였다. 다시 0.7% g/μ 농도로 Fluorescein을 혼합한 Prime & Bond 2.1을 와동내에 도포하고 즉시 건조와 함께 10초간 광조사한 후, 제조회사의 지시에 따라 Dyract를 충전·성형하고 40초간 광조사하였다.

(나) Dyract 실험군

① Dyract 실험 1군

각 시편의 와동면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 수세하지 않고 와동면을 가볍게 건조시킨 군으로서 나머지 과정은 대조군과 동일하게 시행하였다.

② Dyract 실험 2군

각 시편의 와동면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척한 군으로서, 나머지 과정은 대조군과 동일하게 시행하였다.

③ Dyract 실험 3군

대조군과 같은 과정으로 0.7% g/μ 농도로 Fluorescein을 혼합한 Prime & Bond 2.1을 적용하여 광조사한 와동면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척하고 과량의 수분만 제거하고 0.7% g/μ 농도로 Fluorescein을 혼합한 Prime & Bond 2.1을 적용한 군으로 나머지 과정은 대조군과 동일하였다.

(2) F-2000 군

(가) F-2000 대조군

각 시편의 5급 와동을 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척한 다음 와동면에 남아있는 과량의 수분만 제거하였다. 공급된 술에 0.7% g/μ 농도로 Fluorescein을 혼합한 compomer primer/adhesive를 적셔 와동면에 도포하고 30초간 방치하였다. 압축공기로 5~10초간 조심스럽게 건조시키고 10초간 광조사한 후, 제조회사의 지시에 따라 F-2000을 충전·성형하고 40초간 광조사하였다.

(나) F-2000 실험군

① F-2000 실험 1군

각 시편의 와동면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 수세하지 않고 와동면을 가볍게 건조시킨 군으로서 나머지 과정은 대조군과 동일하게 시행하였다.

② F-2000 실험 2군

각 시편의 와동면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척한 군으로서, 나머지 과정은 대조군과 동일하게 시행하였다.

③ F-2000 실험 3군

대조군과 같은 과정으로 0.7% g/μ 농도로 Fluorescein을 혼합한 compomer primer/adhesive를 적용하여 광조사한 와동면을 타액이 적신 솔로 15초간 오염시킨 후, 압축된 air-water spray를 이용하여 15초간 세척하고 과량의 수분만 제거하여 0.7% g/μ 농도로 Fluorescein을 혼합한 compomer primer/adhesive를 적용한 군으로 나머지 과정은 대조군과 동일하였다.

나. 접착계면의 공초점주사현미경 관찰

각 치아를 교정용 아크릴릭 레진으로 매몰하고 Diamond Wheel Saw를 이용하여 치아 장축에 평행하게 협설방향으로 약 150~200μm의 두께가 되도록 절단한 후, 연마기에 SiC grit 800까지 연마하여 100μm 이하의 직경을 갖는 절편을 얻었다.

각 절편을 slide glass상에 고정시키고 빛이 차단된 장소에 보관하였다. 공초점레이저주사현미경에서 488nm excitation filter와 520nm pass(barrier) filter를 장착하고 표본의 위에서부터 광학적 절편을 형성하고 이를 층별로 조사하여 optical disk에 저장하였다. 저장된 광학적 절편을 컴퓨터 프로그램으로 재구성하여 Polaroid Pro-Pa lette 8000으로 촬영하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 접착계면의 주사전자현미경 소견

1. Dyract 대조군의 절단 시편에서는 긴밀한 상아질과의

결합양상과 3~4 $\mu$ m 직경의 혼화층이 관찰되었고 (Fig. 1). 탈회 시편에서는 개방된 상아세관내로 침투한 레진 tag를 볼 수 있었다 (Fig. 2).

Dyract 실험 1군의 절단 시편에서는 충전재와 상아질 사이의 층이 대조군에 비해 넓었으며 (Fig. 3), 탈회 시편에서는 짧고 부분적인 레진 tag의 모습을 관찰할 수 있었다 (Fig. 4).

Dyract 실험 2군과 Dyract 실험 3군의 절단 시편에서는 대조군과의 차이를 관찰할 수 없었으며 (Fig. 5, 7), 탈회 시편에서는 상아세관의 주행방향으로 인하여 뚜렷한 레진 tag는 관찰되지 않았으나 (Fig. 8) Dyract 실험 2군에서 부분적인 상아세관 내로의 레진 tag가 관찰되었다 (Fig. 6).

2. F-2000 대조군의 절단 시편에서는 Dyract군에 비해 더욱 밀접한 상아질과의 접착양상을 보였으나 혼화층으로 추정되는 층은 관찰되지 않았으며 (Fig. 9), 탈회 시편에서는 상아세관 내로 깊이 침투한 레진 tag를 볼 수 있었다 (Fig. 10).

F-2000 실험 1군의 절단 시편에서는 대조군이나 다른 실험군과는 달리 충전재와 상아질 사이에 더 넓은 직경의 층이 관찰되었고 (Fig. 11), 탈회시편에서는 불규칙하고 부분적인 레진 tag의 침투 양상을 볼 수 있었다 (Fig. 12).

F-2000 실험 2군과 F-2000 실험 3군의 절단 시편에서는 대조군과 뚜렷한 차이를 볼 수 없었으나 (Fig. 13, 15), 탈회 시편에서 상아세관내로 침투한 레진 tag를 관찰할 수 있었다 (Fig. 14, 16).

## 2. 접착계면의 공초점레이저 주사현미경 소견

1. Dyract 대조군에서는 Dyract와 상아질 사이의 계면에서 3~4 $\mu$ m 직경의 형광 처리된 혼화층과 상아세관내로 침투해 들어간 레진 tag를 볼 수 있었다 (Fig. 17). Dyract 실험 1군에서는 대조군에 비해 좁고 불규칙한 혼화층과 표면에 국한되어 상아내관 내로 깊이 침투되지 못한 레진 tag가 관찰 되었으며, 부분적으로 혼화층과 Dyract 사이에서 검은 선을 볼 수 있었다 (Fig. 18).

Dyract 실험 2군에서는 상아세관내로 더 깊이 침투하고 명확한 레진 tag와 불규칙한 양상의 혼화층이 관찰되었다 (Fig. 19).

Dyract 실험 3군에서는 대조군이나 Dyract 실험 1, 2군 보다 더 불규칙한 접착양상을 관찰할 수 있었다 (Fig. 20).

2. F-2000 대조군에서는 더욱 밀접한 상아질과의 접합양상과 균일한 레진 tag 침투양상을 보였으나 뚜렷한 혼화층의 후경은 관찰되지 않았으며, 접착계면에서 형광

성분이 섞인 필러 입자를 확인할 수 있었다 (Fig. 21). F-2000 실험 1군에서는 레진 tag의 침투 깊이나 양상이 더 불규칙하고 짧았으며 (Fig. 22), F-2000 실험 2군과 실험 3군에서는 대조군과의 차이가 관찰되지 않았다 (Fig. 23, 24).

## IV. 총괄 및 고안

심미수복재의 접착시스템은 구강용역에 의한 오염에 민감하지 않아야 하지만 수복부위가 치은측 또는 그 근처에 위치할 때 타액, 치은열구액, 혈액과 같은 오염물에 의해 쉽게 오염될 수 있다. 특히 타액오염에 있어 Silverstone 등<sup>7)</sup>은 산부식 처리된 법랑질 표면에 1초 동안의 짧은 타액오염에도 부식된 법랑질의 표면이 유기 침전물에 의해 완전히 덮혀 있으며, 오염된 표면은 30초 동안의 세척에도 불구하고 타액오염물이 제거되지 않았다고 보고하였으며, Powers 등<sup>12)</sup>은 타액에 오염된 법랑질과 상아질면에 복합레진을 접착시켜 결합강도를 측정 후 파절양상을 주사전자현미경으로 관찰한 결과, 오염된 법랑질 시편에서는 복합레진 내에서 대부분의 파절이 일어났으나 오염된 상아질 시편에서는 복합레진과 상아질 계면 또는 혼화층 내에서 대부분의 파절이 나타났다고 하여, 타액의 오염이 치질에 대한 복합레진의 접착을 저하시키는 요인으로 지적한 바 있다.

이와같은 타액오염의 역효과를 최소화하기 위한 선학들의 연구에 의하면 치질이나 접착제 도포 후 타액에 의한 오염은 재부식 처리<sup>6,7)</sup>, 세척 및 건조<sup>13)</sup> 또는 전체의 접착과정을 반복<sup>14)</sup>하는 방법을 추천하고 있다.

최근 복합레진의 기질에 글래스 입자를 첨가한 콤포머가 개발되어 임상에 이용되고 있으며, 제조사에 의하면 이는 복합레진의 물리적인 장점과 글래스 아이오노머 시멘트의 산-염기 반응에 의해 발생하는 이온교환층이 치질에 밀착하는 장점을 갖춘 재료로 레진 강화형 글래스 아이오노머보다 기계적, 물리적 성질과 색채 안정성, 치질과의 결합력 등이 증가된 것으로 보고되고 있다<sup>15,16)</sup>. 재료학적으로 콤포머는 polymeric matrix 안에 ion-reachable glass (calcium-aluminium fluorosilicate glass)가 묻혀 있는 구조로서, 레진 기질은 2개의 methacrylate 군과 2개의 carboxylate 군을 포함하며, filler는 글래스 아이오노머 시멘트에서 사용되는 불소를 포함한 reactive silicate glass로 알려져 있다<sup>17,18)</sup>.

본 연구에서는 콤포머로 Dyract와 F-2000을 사용하였으며 (Table 1), 이중 Dyract는 COOH-기를 함유한 단량체와 결합계면에서 발생하는 응력에 대한 완충제로 elastomeric resin을 포함하고 있다<sup>19,20)</sup>. 상아질 처리제로서 함께 사용하는 "Prime & Bond 2.1"의 성분중 PENTA는 약산성의 자가부식 접착강화제로 작용하므로 따로 치질의 산부식 처리를 요하지 않는다<sup>12,21)</sup>.

Dyarc에 대한 선학들의 연구에서, Perdigao 등<sup>22)</sup>은 탈회된 상아질 부위와 혼화층의 형태에 있어 Prime & Bond 2.1의 영향을 주사전자현미경으로 관찰하여 접착제와 혼화층 사이에 debonding이 없는 잘 포화된 4.5~6 $\mu$ m의 두꺼운 혼화층이 형성되고, 필러가 혼화층에서 관찰되었다고 보고하였으며, Ferrari 등<sup>23)</sup>은 주사전자현미경을 이용하여 치질과 접착제의 계면을 연구하여 Prime & Bond 2.1이 혼화층의 형성과 상아질의 봉쇄에 우수하다고 한 바 있다.

본 연구의 Dyract 대조군에서도 긴밀한 상아질과의 결합양상과 3~4 $\mu$ m 직경의 혼화층 및 부분적으로 개방된 상아세관내로 침투한 레진 tag가 관찰되었으며 (Fig. 1, 2), 이는 접착강화제가 표층상아질을 탈회하여 상아세관을 개방시키고 관상상아질에 혼합 확산층을 형성해 자가부식능력과 상아질의 확산층을 형성한 결과로 사료된다. 또한 자가산부식 접착강화제 도포 후 산 성분이 일정시간이 지나 탈회과정에서 용출된 칼슘과 인산이온에 의해 중화되어 인회석의 용해가 억제되고 탈회가 제한되므로 혼화층의 두께가 얇고 레진 tag의 길이가 짧게 나타난 것으로 생각된다.

F-2000의 조성은 Vitremer의 성분과 유사하여 F-2000에서 사용하는 FAS glass는 vitremer에서 사용하는 것과 같아 평균 3 $\mu$ m의 입자크기를 갖는 것으로 알려졌다. colloidal silica와 Vitrebond copolymer에서의 조성 및 기능과 유사한 CDMA oligomer, GDMA(hydroxypropylene dimethacrylate), 레진에서와 같은 기시제를 포함하고 있다. F-2000 compomer primer/adhesive는 임상에서 사용하기전 까지 안정성을 위해 HEMA, Vitrebond copolymer, 물, 에탄올, 광개시제, 말레익산 (pH 1.9~2.0)과 물로 나뉘져 분리되어 있으며 이중중합이 되지 않으므로 중합을 위해서는 빛에 노출되어야 한다<sup>24,25)</sup>.

F-2000에 대한 연구에서, Douglas<sup>16)</sup>는 범랑질과 상아질을 F-2000 compomer primer/adhesive로 처리한 경우, 범랑질에서는 알지만 전형적인 산부식 양상을 보였으며 상아질에서는 세관이 부분적으로 개방되어 primer/adhesive가 침투하여 부분적으로 세관을 폐쇄하고 있는 양상을 보고한 바 있다. 또한 Garcia-Godoy<sup>16)</sup>는 F-2000과 상아질 사이의 계면에서 혼화층 및 상아질 내로의 레진 tag 형성을 관찰하고, single bond adhesive와 primer/adhesive 사이에 혼화층 두께에 있어 차이가 없음을 보고하였다. 본 연구의 F-2000 대조군에서도 밀접한 상아질과의 접착양상과 상아세관 내로 침투한 레진 tag를 볼 수 있어 이들 소견과 유사하였다 (Fig. 9, 10). 이를 토대로 상아질에 대한 primer/adhesive의 결합기전은 상아질을 부식하여 상아세관을 부분적으로 개방시키고 부식된 상아질의 interpenetration과 compomer primer/adhesive의 중합에 의해 혼화층을 형성하고 잇따라 콤포머 수복제가 화학적 결합을 하는 과정으로 추정할 수 있었다.

접착제를 도포하기 전·후에 타액오염된 경우에 있어

Johnson 등<sup>4)</sup>은 상아질 표면에 각각 접착강화제를 도포한 후와 접착제를 도포한 후의 타액 오염군과 타액을 오염시키지 않는 대조군을 비교한 결과, 타액 오염군이 대조군에 비해 낮은 전단결합강도를 나타내었으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다고 하였으며, Ulrike 등<sup>26)</sup>은 대구치의 상아질 와동에 단일병의 접착제를 도포한 후, 타액을 오염시켜 변연간격의 폭을 검사한 결과 타액을 세척 및 건조시킨 군과 오염시키지 않은 대조군이 비슷한 변연간격을 나타냈다고 하였다. 한편, Hansen과 Munksgaard<sup>14)</sup>는 와동검사 에서 상아질에 접착제를 도포하기 전과 도포후 타액의 오염 효과를 변연간격의 폭으로 평가한 결과 접착제를 도포하기 전에 상아질이 오염되었을 때 뚜렷이 증가하였다고 보고하고 타액오염 부위를 기계적으로 제거하고 접착술식을 적용하기전에 오염된 접착강화제의 표면을 세척하거나 술식을 반복할 것을 주장하였다.

본 연구에서 타액을 건조시킨 실험 1군은 Dyract 및 F-2000과 상아질 사이에 넓은 직경의 층과 불규칙하고 부분적인 레진 tag의 침투양상을 보였다 (Fig. 3, 4, 11, 12). 이는 타액오염 후 건조에 의해 상아질 표면에 타액내 유기물이 흡착되고 이들이 접착제의 작용을 방해하였기 때문으로 사료된다. 한편, 타액오염후 세척과 건조를 시행한 실험 2군 및 접착제 도포후 타액으로 오염시켜 세척, 건조하고 접착제를 재도포한 실험 3군에서의 접합양상은 대조군과 비교하여 큰 차이가 없었으며, 부분적인 상아세관 내로의 레진 tag를 볼 수 있었다 (Fig. 5~8, 13~16).

이와같이 콤포머를 이용한 수복시 타액오염에 주의하는 것이 중요하며, 만약 치면에 타액이 오염되었다면 세척과 건조 후 접착제를 도포하거나 전체 접착과정을 반복함으로써 상아질에서의 타액에 의한 역효과를 어느 정도 보상할 수 있을 것으로 생각된다.

최근, 광원인 레이저와 detector의 초점을 시료의 한 지점에 동시에 맞추는 원리를 이용한 공초점레이저주사현미경이 개발되어 치의학분야에 이용되고 있다. CLSM은 광원으로 레이저선을 이용하므로 정교한 초점을 쉽게 형성할 수 있고 표본 내부로 투영되어 표본이 여러개의 얇은 단면으로 주사될 수 있다. 또한 주사된 빛이 사진 증폭관에 분석되어 고감도의 수상기에서 상을 형성한 후, 컴퓨터 프로그램에 의하여 초점 바깥의 상은 모두 제거되고 초점에 맞는 상만이 나타나 해상력이 매우 높은 선명한 상을 관찰할 수 있으며, 광학적 절편을 이용함으로써 선명한 상과 입체적인 구조의 상을 얻을 수 있다는 장점이 있다<sup>11,27-29)</sup>.

치아 경조직 연구에 있어 CLSM 응용은 Watson과 Boyde<sup>10)</sup>가 CLSM과 형광염료를 이용하여 상아질 표면에서 접착레진의 움직임 연구한 것을 시작으로, Maseki 등<sup>30)</sup>이 CLSM과 SEM으로 혼화층의 후경을 비교, 관찰한 결과, 혼화층의 후경에 유의한 차이가 없어 CLSM은 혼화층의 관찰과 레진 tag의 길이측정에 유용한 방법임을 보고한

바 있다.

본 연구에서 CLSM으로 관찰한 Dyract 대조군에서는 Dyract와 상아질 사이의 계면에서 3~4 $\mu$ m 직경의 형광 처리된 혼화층과 상아세관내로 침투해 들어간 레진 tag가 관찰되어 (Fig. 17), Pioch 등<sup>8)</sup>이 Prime & Bond 2.1과 Spectrum TPH의 접합양상을 연구하여 혼화층의 두께가 약 4 $\mu$ m이며 상아세관내와 혼화층 및 수복재로 침투한 레진 tag의 명확한 양상을 관찰한 소견과 일치하였다. 반면 F-2000 대조군에서는 밀접한 상아질과의 접합양상과 균일한 레진 tag 침투양상이 보였으나 뚜렷한 혼화층의 후경은 관찰되지 않았으며, 접착계면에서 형광성분이 섞인 필러 입자를 확인할 수 있었다 (Fig. 21).

Dyract와 F-2000 실험군에서는 주사전자현미경 관찰에서와 유사한 접합양상이 관찰되었으나 (Fig. 18~20, 22~24), 레진 tag의 침투양상 및 혼화층의 두께 및 형태가 형광처리 됨으로써 보다 더 명확하였다. 한편 본 연구에서 레진 tag의 침투양상이 같은 시편내에서도 비정상적으로 길게 연장된 부분이 관찰된 바, 형광 염료와 재료간의 화학적인 혼합이 아닌 단순혼합 때문인 것으로 생각되며, 세관내로 침투되었으나 형광발현이 미약한 경우도 있었을 것으로 사료된다.

CLSM 관찰을 위해서는 접착강화제에 일정농도의 형광 물질을 혼합하여야 하며, 본 연구에서는 적은 양의 형광시약으로 분명한 상을 얻을 수 있는 적절한 농도로 0.7% g/ml (0.0005g/70 $\mu$ l)을 채택하였다. 그러나 서로 다른 용액의 조성으로 인하여 균일한 혼합이 어려워 동일시편에서 형광의 발현정도가 다른 부위가 나타나고 시편의 절단방향에 따라 상아세관의 주행방향이 틀어져 절단면에서 수복물과 상아세관의 일정한 주행모습의 상을 얻는데 어려움이 있었다. 또한, CLSM 관찰시 형광 염료가 주위의 수복물로 스며드는 능력과 접착레진 표면의 미중합 산소억제층(oxygen inhibition layer)과의 혼합효과<sup>30)</sup>등을 유의해야 할 것으로 생각된다.

본 연구에서 나타난 바와 같이 CLSM은 심미수복재와 치질의 접착양상을 연구하는데 있어 많은 정보를 제공해 줄 수 있으며 특히 접착강화제와 접착레진의 분포를 분리하여 관찰하는 것을 가능하게 하여 재료의 어떤 성분이 레진 tag와 혼화층 형성에 주로 관여하는지를 결정하는데 도움을 줄 수 있어, 향후 치아의 연조직, 경조직의 연구뿐만 아니라 상아질 접착제 성분변화에 따른 상아질-레진 계면의 변화같은 형태학적 연구에 있어 SEM, TEM과 함께 유용하게 사용될 수 있으며 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이상의 결과로, 콤포머를 수복하기전 치면에 대한 타액오염시 충분한 세척과 건조가 필요하며, 접착강화제와 접착제를 도포한 후 타액오염이 된 경우는 세척 및 건조뿐 아니라 전과정을 다시 해야할 것으로 사료되며, 향후 타액오염시의

절단결합강도 및 미세누출에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 상아질 표면을 타액으로 오염시키지 않고 콤포머를 접착시킨 경우와 상아질 표면을 타액으로 오염시킨 후 콤포머를 적용한 경우에 있어서 상아질과 콤포머의 계면에 대한 접착양상을 상호 비교하기 위해, 발거된 상·하악 대구치 64개에 평활한 상아질 표면 및 5급 와동(각각 32개)을 형성하여 대조군과 3개의 실험군으로 분류하였다. 대조군은 타액으로 오염시키지 않고 제조회사의 지시에 따라 Dyract와 F-2000을 노출된 상아질 표면 및 5급 와동에 접착시켰다. 실험군은 타액오염된 표면의 처리방법에 따라 분류하였다. 1) 실험 1군은 타액으로 오염시킨 표면을 압축공기로 건조한 후, 대조군과 같은 방법으로 콤포머를 접착시켰다. 2) 실험 2군은 타액오염 시킨 표면을 세척·건조한 후, 대조군과 같은 방법으로 콤포머를 접착시켰다. 3) 실험 3군은 접착제를 도포한 표면을 타액으로 오염시킨 후, 세척·건조하고 대조군과 같은 방법으로 콤포머를 접착시켜 시편을 제작하였다.

상아질 및 5급 와벽과 콤포머간의 계면을 주사전자현미경과 공초점레이저주사현미경으로 관찰한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 절단시편의 주사전자현미경 관찰에서, Dyract 대조군은 긴밀한 상아질과의 접합양상과 3~4 $\mu$ m 직경의 혼화층이 관찰되었으나, Dyract 실험 1군은 충전재와 상아질 사이의 간극이 대조군에 비해 넓었으며, Dyract 실험 2군과 3군은 대조군과 차이가 없었다.
2. 절단시편의 주사전자현미경 관찰에서, F-2000 대조군은 밀접한 상아질과의 접합양상을 보였으나 혼화층으로 추정되는 층은 관찰되지 않았으며, F-2000 실험 1군은 더 넓은 직경의 간극이 관찰되었고, F-2000 실험 2군과 3군은 대조군과 뚜렷한 차이가 없었다.
3. Dyract군과 F-2000군의 탈회 시편의 주사전자현미경 관찰에서, 대조군과 실험2군과 3군은 상아세관내로 침투한 레진 tag가 관찰되었으나, 실험 1군은 불규칙하고 부분적인 레진 tag의 침투양상을 볼 수 있었다.
4. Dyract 군과 F-2000 군의 공초점레이저주사현미경 관찰에서 각 군의 결합양상은 주사전자현미경하에서의 결과와 유사하게 나타났다.

이상의 결과, 상아질 표면이 타액에 오염된 경우 세척·건조한 후, 콤포머의 접착과정을 반복하는 것이 좋은 결과를 미치는 것으로 나타났다.

참고 문헌

1. Palaghias, G., Kakaboura, A., Eliasdes, G. : Bonding mechanism of compomer restoratives with dentin, *J. Dent. Res.*, 76:1145, 1997.
2. Mitra, S.B. : Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass ionomer liner/base, *J. Dent. Res.*, 70:72-74, 1991.
3. Triana, R., Prado, C., Garro, J. and Garcia-Godoy, F. : Dentin bond strength of fluoride-releasing material, *Am. J. Dent.*, 7:252-254, 1994.
4. Johnson, M.E., Burgess, J.O., Hermes, C.B. and Buikema, D.J. : Saliva contamination of dentin bonding agents, *Oper. Dent.*, 19(6):205-210, 1994.
5. Powers, J.M., and You, C. : Bonding to dentin treated with acidic primer/ adhesive containing PENTA, *J. Dent. Res.*, 74:S1:183, 1995.
6. Hormati, A.A., Fuller, J. L., and Denehy, G.E. : Effect of contamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel, *J.A.D.A.*, 100:34-38, 1980.
7. Silverstone, L. M., Hicks, M.J., and Featherstone, M.J. : Oral fluid contamination of etched enamel surface : an SEM study, *J.A.D.A.*, 110: 329-332, 1985.
8. Pioch, T., Stotz, S., Staehle, H.J. and Duschner, H. : Applications of confocal laser scanning microscopy to dental bonding, *Adv. Dent. Res.*, 11:453-461, 1997.
9. Duschner, H., Ernst, C.P. and Rauscher, M. : Advance techniques of micro- analysis and confocal microscopy, *Adv. Dent. Res.*, 9(4):355-362, 1995.
10. Watson, T.F. and Boyde, A. : The use of fluorescent markers for studying the distribution of a dentin bonding agent between a composite restoration and tooth, *Clin. Mater.*, 2:45-53, 1987.
11. Watson, T.F. : Application of confocal scanning optical microscopy to dentistry, *Brit. Dent. J.*, 9:287-291, 1991.
12. Powers, J.M., Finger, W.J., and Xie, J. : Bonding of composite resin to contaminated human enamel and dentin, *J. Proth.*, 4:28-32, 1995.
13. el-Kalla, I.H. and Garcia-Godoy, F.P. : Saliva contamination and bond strength of single-bottle adhesive to enamel and dentin, *Am. J. Dent.*, 10(2):83-87, 1997.
14. Hansen, E.K. and Munksgarrd, E.C. : Effect of human saliva on surface degradation of composite resins, *Scand. J. Dent. Res.*, 99(3):254-261, 1991.
15. Dyract A single-component compomer, Dyract Manual Version II De Trey Dentsply : 4-29, 1994.
16. F-2000 Compomer Restorative System Technical Product Profile, St Paul, MN : 3M, 1997.
17. Abdel Megid, F.Y. and Salama, F.S. : Shear bond strength of Dyract compomer material to dentin of primary molars, *J. Clin. Pediatr. Dent.*, 21(4):305-310, 1997.
18. Burgess, J., Norling, B.K., Rawls, H.R. and Ong, J.L. : Directly placed esthetic restorative materials, *The Continuum Compendium*, 17:731-748, 1996.
19. Abate, P.F. and Bertacchini, S.M. : Adhesion of compomer to dental structure, *Quint. Int.*, 28:509-512, 1997.
20. Tyas M.J. : Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite (Compomer), *Oper. Dent.*, 23:77-80, 1998.
21. Ruyter, I.E. : Chemistry of adhesive agents, *Oper. Dent.*, 5:32-43, 1992.
22. Perdigao, J., Ramos, J.C. and Lambrechts, P. : Shear bond strengths of the newest one-bottle bonding systems, *J. Dent. Res.*, 76:S1:2132, 1997.
23. Ferrari, M.R., Steenekamp, U. and Van der Merwe, C.F. : Field emission SEM study of resin-dentin interfaces, IADR-Congress SA Div and E and Sect. Cape Town, 35.
24. Burke, F.J.T. and Wilson, N.H.F. : Introducing the PREP Panel, *Dent. Pract.*, 32(18):30, 1994.
25. Crisp, R.J. and Burke, F.J.T. : Evaluation of the handling of a new compomer and novel dispensing system in general dental practice, *Quint. Int.*, 29:775-779, 1998.
26. Ulrike, B.F., Werner, J. F., Howard, S. : Salivary contamination during bonding procedures with a one-bottle adhesive system, *Quint. Int.*, 29:567-572, 1998.
27. Deitch, J.S., Smith, K.L., Swann, J.H. and Turner, J.H.N. : Ultrastructural investigation of neurons identified and localized using the confocal scanning laser microscope, *J. Electromicroscopy Technique*, 18:82-90, 1991.
28. Green, C.R., Peter, N.S., Gourdie, R.G., Rothery, S. and Sever, N.J. : Validation of immunohistochemical quantification in confocal scanning microscopy: A comparative assessment of gap junction size with confocal and ultrastructural techniques, *J. Histoch. Cytoche.*, 41(9):1339-1349, 1993.
29. Mossberg, K., Arvidsson, U. and Ulfhake, B. : Computerized quantification of immunofluorescence-labeled axon terminals and analysis of colocalization of neurochemicals in axon terminals with a confocal laser microscope, *J. Histoch. Cytoche.*, 38(20):179-190, 1990.
30. Maseki, T., Suda, S. and Okuyama, C. : Observation of the resin-dentin interface using CLSM., *I.A.D.R. Abst.*, #1435, 1998.
31. Spencer, P., Byerley, T.J. and Witt, J.D. : Chemical characterization of the dentin/adhesive interface by fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy, *Dent. Mater.*, 8:10-15, 1992.



## 사진부도 설명

- Fig. 1. At cross-sectional specimens, Dyract control group showed close adaptation at the interface between Dyract and dentin and 3~4 $\mu$ m thick hybrid layer.
- Fig. 2. At dissolved specimens, Dyract control group showed resin tags that penetrated into opened dentinal tubule.
- Fig. 3. At cross-sectional specimens, Dyract experimental group 1 showed wider gap between Dyract and dentin than control group.
- Fig. 4. At dissolved specimens, Dyract experimental group 1 showed irregular and short resin tags.
- Fig. 5. At cross-sectional specimens, Dyract experimental group 2 was not different to control group.
- Fig. 6. At dissolved specimens, Dyract experimental group 2 showed partially penetration of resin tags.
- Fig. 7. At cross-sectional specimens, Dyract experimental group 3 was not different to control group.
- Fig. 8. At dissolved specimens, Dyract experimental group 3 did not showed penetration of resin tags.
- Fig. 9. At cross-sectional specimens, F-2000 control group showed closer adaptation than Dyract control group, but hybrid-like layer was not observed.
- Fig. 10. At dissolved specimens, F-2000 control group showed resin tags that deeply penetrated into dentinal tubule.
- Fig. 11. At cross-sectional specimens, F-2000 experimental group 1 showed thick gap between F-2000 and dentin.
- Fig. 12. At dissolved specimens, F-2000 experimental group 1 showed irregular and partial penetration of resin tags.
- Fig. 13. At cross-sectional specimens, F-2000 experimental group 2 was not different to control group.
- Fig. 14. At dissolved specimens, F-2000 experimental group 2 showed resin tags that penetrated into dentinal tubules.
- Fig. 15. At cross-sectional specimens, F-2000 experimental group 3 was not different to control group.
- Fig. 16. At dissolved specimens, F-2000 experimental group 3 showed resin tags that penetrated into dentinal tubule.
- Fig. 17. In CLSM image, Dyract control group showed 3~4 $\mu$ m thick hybrid layer and penetration of resin tags.
- Fig. 18. In CLSM image, Dyract experimental group 1 showed tiny and irregular hybrid layer, and resin tags that was restricted on the dentin surface, partially showed dark line between hybrid layer and Dyract.
- Fig. 19. In CLSM image, Dyract experimental group 2 showed resin tags that was more deeply penetrated into dentinal tubule and distinct and irregular hybrid layer patterns.
- Fig. 20. In CLSM image, Dyract experimental group 3 showed more irregular adaptation pattern than control and experimental group 1 and 2.
- Fig. 21. In CLSM image, F-2000 control group showed closer adaption to dentin and regular penetration of resin tag, but was not observed distinct hybrid layer thickness.
- Fig. 22. In CLSM image, F-2000 experimental group 1 showed irregular and shorter resin tags compared to control group.
- Fig. 23. In CLSM image, F-2000 experimental group 2 was not different to control group.
- Fig. 24. In CLSM image, F-2000 experimental group 3 was not different to control group.

사진부도 ①

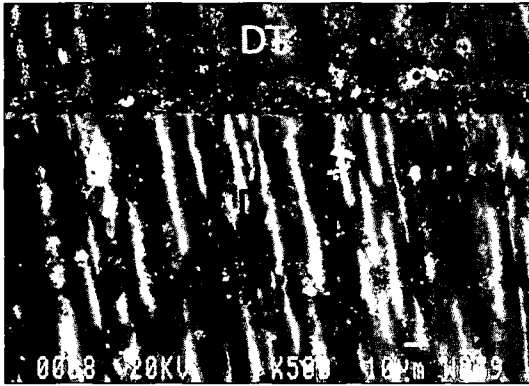


Fig. 1

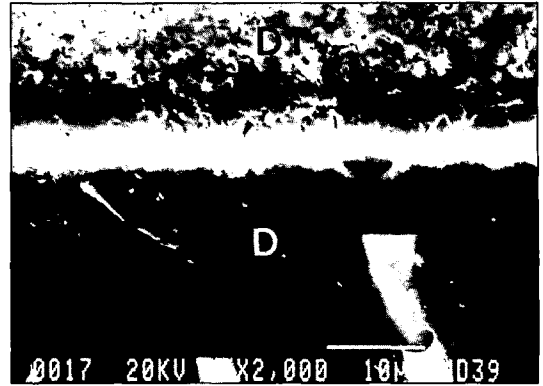


Fig. 2

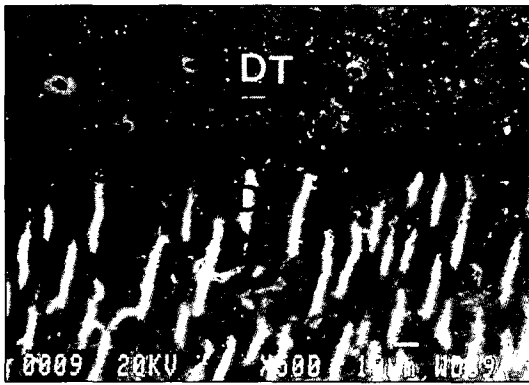


Fig. 3

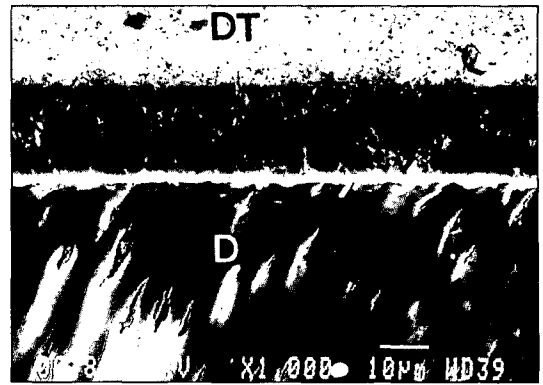


Fig. 4

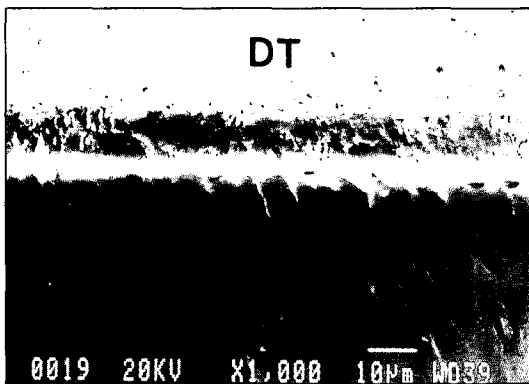


Fig. 5



Fig. 6

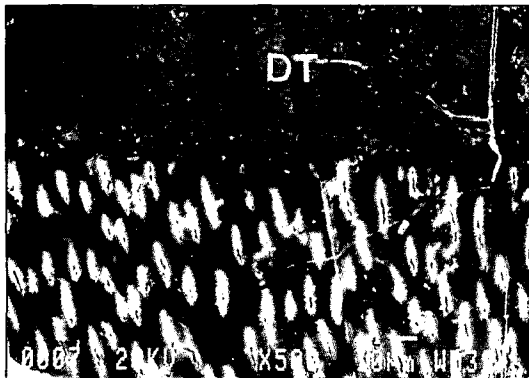


Fig. 7

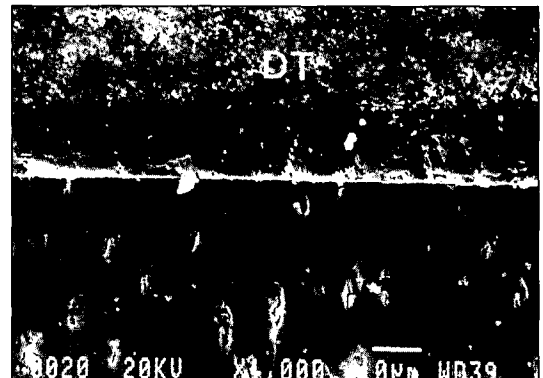


Fig. 8

사진부도 ②

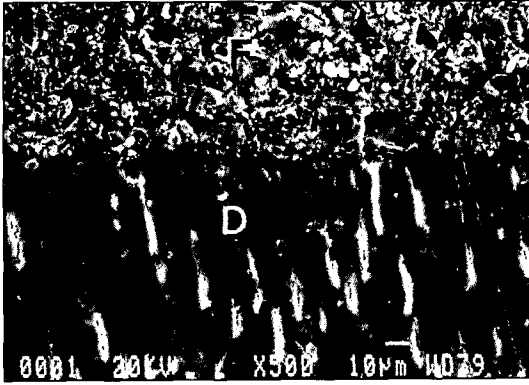


Fig. 9

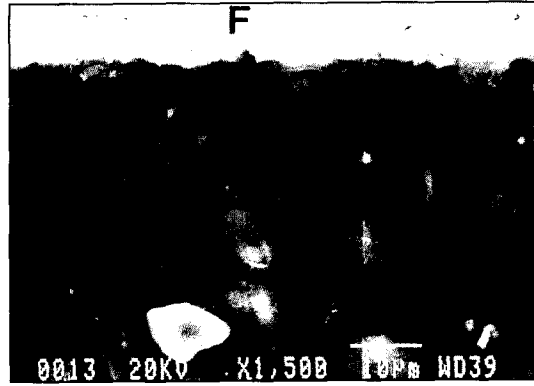


Fig. 10

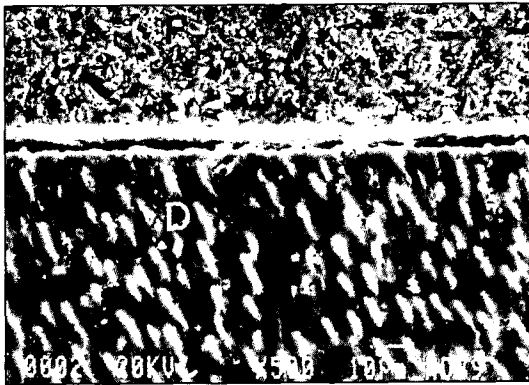


Fig. 11

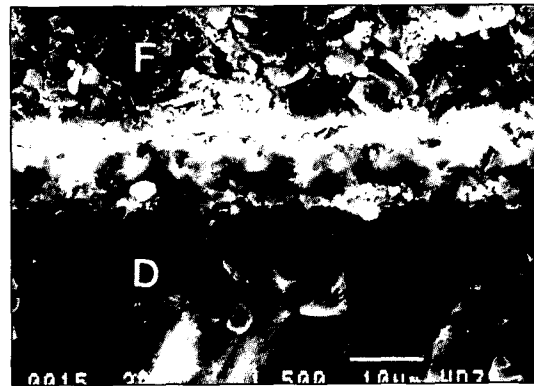


Fig. 12



Fig. 13

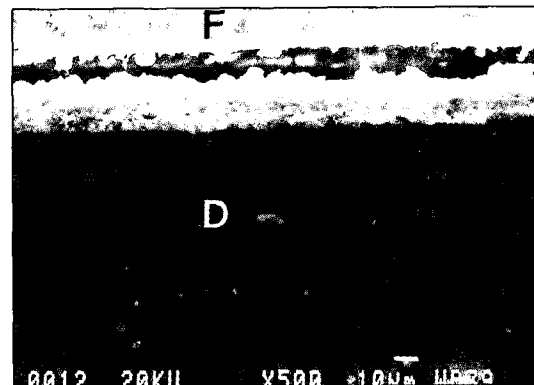


Fig. 14

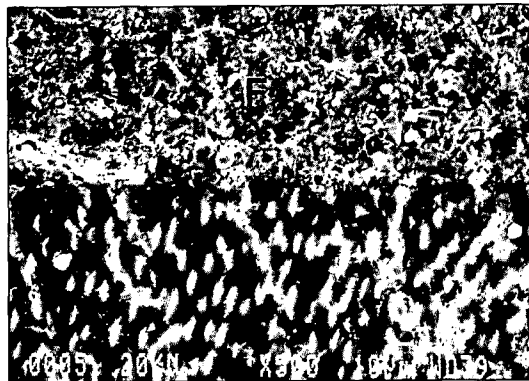


Fig. 15

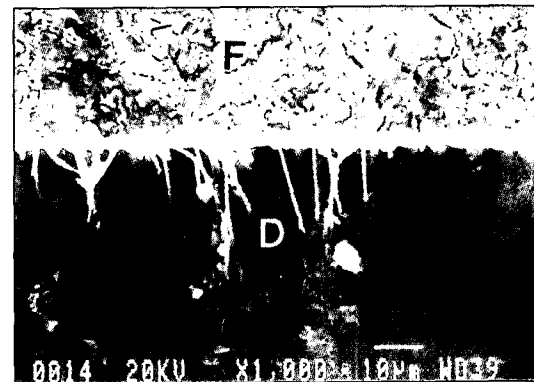


Fig. 16

사진부도 ③

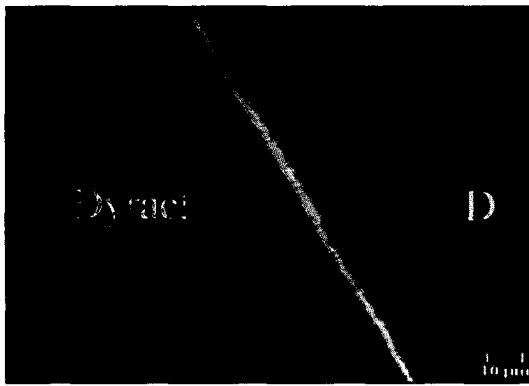


Fig. 17

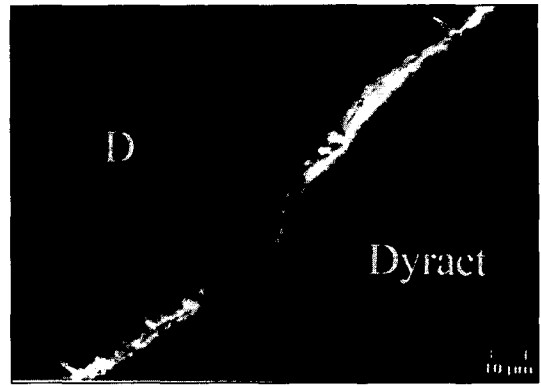


Fig. 18

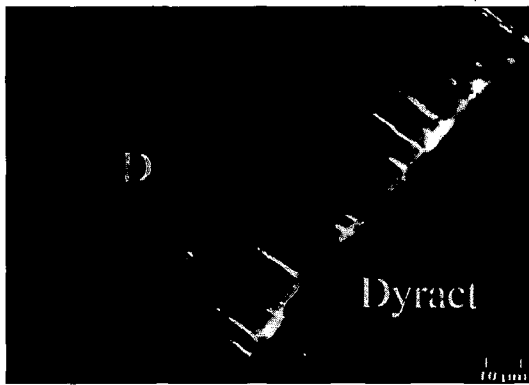


Fig. 19

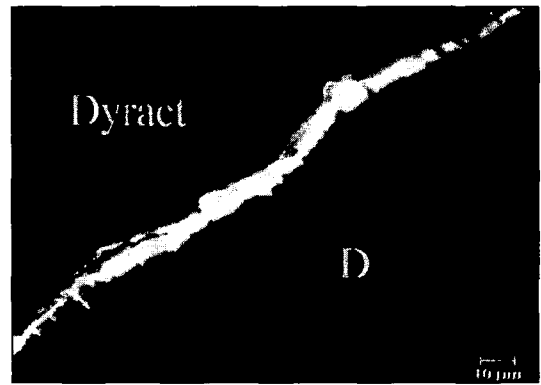


Fig. 20



Fig. 21

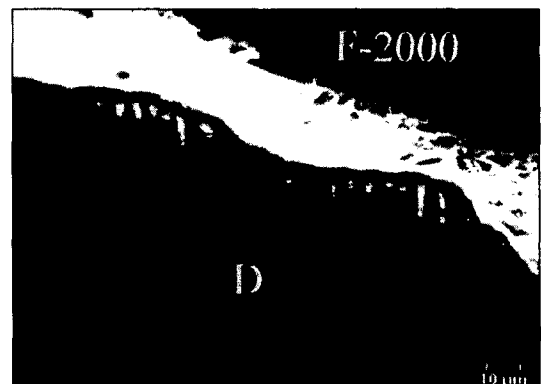


Fig. 22

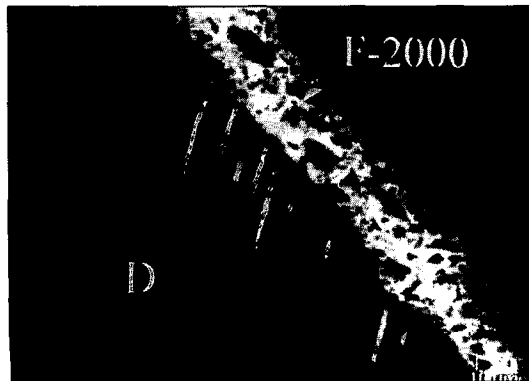


Fig. 23

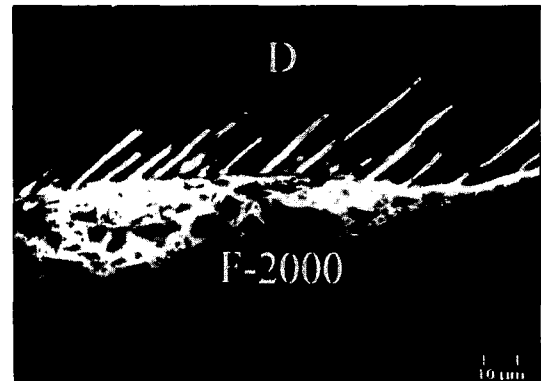


Fig. 24