

Chapter 

치과용 세라믹

Sidney Kina . August Bruquera . José Carlos Romanini

서문

인류가 아주 먼 옛날에 유목 생활을 끝내고 조직 사회를 이루면서 불을 지배하게 된 후에, 누군가(아마도 예전부터 남자보다 관찰력이 좋았던 여자였으리라) 불 밑에 있는 땅의 진흙이 불의 열에 의해 변하면서 다소 단단해지는 것을 발견하였다. 이 불이 점토의 일부를 이루는 광물이 규화 반응을 일으켜 세라믹 물질로 전환되는 것에 필요한 열에너지를 준 것이다. 이 환상적인 순간에 그녀는 불이 진흙을 ‘굽는다’면 어떤 일이 일어날지 상상해 보았다. 그 후로 곧 그녀는 진흙을 조개 껍데기 모양으로 만들어서(아마도 음식을 저장하기 위해서였을 것이다) 불에 ‘굽기’ 시작했다. 그때부터 길고 뜻깊은 (인류의) 세라믹의 역사가 시작되었다. 충족되지 않는 고고학자들의 호기심으로 그들은 이 순간이 어느 시점이었는가를 결정하려고 노력해 왔고, 엄밀히 말해 역사적으로 최초의 세라믹은 신석기 시대까지 거슬러 올라간다는 것을 밝혀냈다. 이것은 틀림없이 인간이 자연물을 가공해 낼 수 있는 지능을 가지고 있었음을 보여 주는 것이다. 따라서 인류는 그들 자신의 역사를 진흙에 ‘쓰기’ 시작했다 할 수 있다.

그림 4-1. 세라믹 장식물, 마리아 칼라우디(Maria Kaloudi)의 사진(그리스 아테네, 2006).



수 세기를 걸쳐 오면서 세라믹의 역사는 인류의 역사와 함께해 왔다. 점토가 세라믹으로 바뀌는 과정은 점토를 건조시켜 불에 굽는 것으로 장인의 경험적인 작업이었다. 이러한 작업이 정교하고 과학적인 공정이 되기까지의 변화 과정은 어렵고 복잡했을 것이다. 세라믹의 결점(다공성 등)을 없애기 위한 해결책은 불에 구워 내는 시간에 달려 있다는 것을 경험적으로 알게 되었다. 이 과정의 발견은 엄격하게 선별된 원재료와 새롭고 강력한 에너지를 찾으려는 도예공들의 지치지 않는 끈기와 노력 때문에 가능했다.

현재, '도예'를 뜻하는 그리스어 *Keramiké*에서 유래한 세라믹(ceramic)은 자연 원료로부터 만들어진 비금속 무기물을 말한다. 세라믹의 기본 구성 물질은 도토(argil), 장석(feldspath), 규소(silicone), 고령토(kaolin), 석영(quartz), 천매암(phyllite), 활석(talc), 백운석(dolomite), 능고토석(magnesite), 크롬철광(chromite), 보크사이트(bauxite), 흑연(graphite), 지르콘(zirconite)이다. 이러한 구성물의 조합은 각 구성물의 양과 다른 무기 화학 물질(주로 여러 형태의 합성 산화 금속) 석회화 전기 주조의 결합에 따라 다양한 종류의 세라믹을 만들어 낸다. 따라서 단순한 점토 꽃병에서부터 타일, 그릇, 도자기 그리고 치과용 세라믹까지 다양한 종류의 세라믹들이 있다(그림 4-1).



먼 옛날 자기도 모르게 만든 최초의 세라믹이었던 구운 진흙과, 오늘날까지 세계 전 지역과 역사를 통해 흩어져 있는 훌륭한 중국 도자기, 백점토액, 도토의 복잡한 기술 사이에는 큰 차이가 존재한다. 그러나 점토와 도자기 사이에 과학, 열정, 진실, 장인 정신으로도 설명할 수 없는 밀접한 연결 고리가 있다는 사실은 동일하다(그림 4-2).

치과 용도로 쓰이는 세라믹의 역사적 관점

옛날부터 인류는 손실된 치아와 주위 조직을 만족스럽게 대체할 수 있는 인공물을 찾아왔다. 역사는 우리에게 수년간에 걸친 시행착오에 대해 알려 준다. 여러 연구자와 저자들의 기여로 많은 발전과 향상이 있었고, 생체 적합성과 내구성, 모양 같은 흥미 있는 특징을 갖는 여러 수복 재료가 이런 목적을 위해 만들어졌다. 현대에 와서는 바람직한 고유의 특성을 가진 치과용 세라믹들이 치아 수복의 과학 및 기술에서 주요 재료 중의 하나로서 제시되어 왔다. 1774년에 프랑스의 화학자 알렉스 뒤샤토(Alex Duchateau)와 치과의사인 니콜라 뒤부아 드 슈망(Nicholas Dubois de Chemant)에 의해 최초로 치과 재료로서 언급된 세라믹은 총의치를 만들기 위한 재료로서 성공적으로 사용되었다. 뒤샤토가 하마의 상아로 만든 의치를 써 보니 불쾌한 냄새와 맛이 나고 변색이 되는 일이 생겼다. 그래서 구강 내의 악조건에서도 잘 견뎌야 하고 적어도 심미적인 특징을 가지는 적합한 재료를 찾기 시작했다. 다양한 재료들을 조사해 본 결과, 착색되고 악취가 나는 상아 치아를 대신할 수 있는 가장 전망 있는 재료로 그가 발

견한 것은 세라믹이었다. 100년 정도 지난 1888년 디트로이트의 치과의사인 찰스 헨리 랜드(Charles Henry Land)는 세라믹을 가지고 여러 실험을 하던 중 백금판 위에서 만든 세라믹 인레이를 다루는 방법을 고안하고 특허를 받았다. 이는 성공적이기는 했지만 적용하기에는 한계가 있었다. 그 당시에는 세라믹 소성 기법이 완벽하지 않았고, 결합 기술이 사용되기 훨씬 이전이라 삭제된 치아에 크라운을 고정시키는 방법이 시멘트로 붙이는 것밖에 없었기 때문이다. 1894년에 전자 용광로가, 1898년에 녹는점이 낮은 세라믹이 개발되고 나서 랜드는 백금판 위에서 성공적으로 세라믹 크라운을 만들 수 있게 되었다. 하지만 1903년에 이르러서야 높은 온도에서 세라믹을 주조할 수 있었기 때문에 비로소 랜드는 세라믹을 입힌 크라운을 만들 수 있었고, 이는 치과 수복 분야에 세라믹이 사용되는 새로운 지평을 여는 것이었다. 현재는 강력한 소성로와 관련된 세라믹 제조법이 기술적으로 발전하면서, 치과용 세라믹은 치아를 충실하게 재현하는 수복 재료 중에서 최선의 선택일 정도로 물리적·기계적으로 뛰어난 물성을 가진다(그림 4-3, 4-4).

치과용 세라믹

매우 흥미로운 물리적 성질을 가진 전통적인 치과용 세라믹은 유리와 같은 특징을 가지며, 다른 성분들에 비해 많은 양의 장석을 포함하고 있다. 장석 세라믹은 산화규소(SiO_2)와 칼륨계 장석($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) 또는 나트륨계 장석($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)으로 구성된다. 높은 온도에서 산화물과 융합시켜 얻음으로써 결정핵을 가지는 복잡한 구조를 이룬다. 이 결정핵들은

적절하게 사용하면 세라믹은 자연치와 비교하여 형태나 질감, 색 반사, 반투명도 등이 매우 비슷하여 자연치와 구별하기 쉽지 않다. 베르나르 투아티(Bernard Touati).



그림 4-3. 금속 코어가 되어 있는 12치아의 삭제.



그림 4-4. 수복물(노벨 바이오케어). 치아와 거의 비슷한 세라믹 수복물을 볼 수 있다(치과기공사 Marcos Celestrino, 상파울루, 브라질).

유리 기질이 형성되는 데 관여하지 않아 강화 구조로 작용하게 된다. 그래서 세라믹은 보통 유리보다 훨씬 강해지는 것이다. 이러한 세라믹은 용융점에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다 (표 4-1).

표 4-1. 용융점에 따른 치과용 세라믹의 분류

분류	온도
고온 용융	>1,300°C (2,372°F)
중간 용융	1,101 ~ 1,300°C (2,013 ~ 2,072°F)
저온 용융	850 ~ 1,100°C (1,562 ~ 2,012°F)
초저온 용융	< 850°C (1,562°F)

세라믹은 유리와 결정(결정핵) 구조를 갖기 때문에 치아와 매우 유사한 광학적 반사 현상을 나타낸다. 또한 화학적으로 안정하기 때문에 용해도와 부식도가 매우 낮아 구강 내에서도 외형을 잘 유지하고 뛰어난 내구성을 갖는 수복물로 만들 수 있다. 세라믹의 또 다른 중요한 특징은 낮은 열·전기 전도성과 확산성을 지닌 뛰어난 절연체라는 것이다.

그러나 기계적인 성질을 보면 불안정하게 신장되고 가소성이 낮기 때문에 깨지기 쉽다. 그래서 저작의 부하와 응력을 견뎌 내야 하는 부위에는 적합하지 못하다. 그러므로 응력하에서 실패를 줄이기 위해 물성을 향상시키는 다른 방법이 고안되었다. 전통적으로 이런 방법으로는 세

라믹 내부의 구조를 강화시키는 것이다. 응력을 받으면 기질의 한 부분에서 다른 부분으로 응력을 전달하기 위해서 잘 결합해 있는 구조를 만들어 적절한 저항성을 갖도록 하는 것이다. 가장 잘 알려진 강화 방법은 금속으로 만든 하부 구조물(metal coping)을 사용하고 그 위에 세라믹을 올리는 것이다. 효과적이고 널리 이용되는 금속-세라믹 시스템은 교합력을 견뎌 내고 심미적인 수복물을 만드는 가장 성공적인 방법이다(그림 4-5~4-84).



그림 4-5. 11, 13지대치, 12, 14가공치 형태인 금속-세라믹 고정성 수복물 (Cerâmica IPS d.Sign®, Ivoclar/Vivadent).

그림 4-6. 11, 13 치아 삭제.

그림 4-7, 4-8. 금속-세라믹 고정성 수복물 접착.



그림 4-9. 최종 결과(치과기공사 José Carlos Romanini, 론드리나, 브라질).

뛰어난 수복 시스템으로는 인정되어 왔지만 금속-세라믹 수복물은 만족스러운 심미적인 결과를 얻지 못한다. 외형적으로 치아의 어떤 부분과도 유사한 점이 없는 금속(불투명하고 회색이나 은색, 금색을 띠는)으로 수복물을 제작하는 것은 기술적으로 쉽지 않은 작업이다. 얇은 세라믹층으로 금속을 숨기거나 가리고, 자연치의 투명도와 색상의 미묘한 차이에 관한 모든 특징들을 부여하여 금속이 없는 것처럼 보이도록 하는 작업은 치과의사와 치과기공사 모두의 기술적인 지식과 매우 정교한 재주를 요한다. 그러므로 치아를 불충분하게 삭제하거나 세라믹을 적용하는 데 기술적으로 부족해서 수복물이 자연치와 비슷하기는커녕 과도하게 불투명해지는 상황이 드물지 않게 발생된다. 다른 요인으로 수복물과 관련되어 치경부가 어둡게 보이는 일이 종종 있다. 이것은 금속-세라믹 수복물의 금속 가장자리 때문인데 다양한 상황에 따라 이 금속 가장자리가 치은연 위에 놓여 눈에 띄기도 하고, 치은 열구 내에 위치될 때도 변연 조직이 얇아 점막으로 비쳐서 어둡게 보이기도 한다. 그렇기 때문에 수년 동안 크라운과 브릿지에서 금속 하부 구조물 없이도 파절 위험성을 최소한으로 줄일 수 있도록 세라믹 구조를 강화시킬 수 있는 대체 방법을 연구해 왔다. 이와 관련해서 지지 구조물의 성질에 기초하여 두 가지 방법이 개발되었다.

- ✓ 구조적으로 강화된 세라믹
- ✓ 접착성 세라믹

두 방법 모두에서 그 원리는 심미적인 부분을 담당하는 상부의 세라믹을 보호하기 위해 적절한 힘과 강도를 갖는 하부 지지 구조를 갖게 하는 것이다. 구조적으로 강화된 세라믹은 높은 변형 저항성과 강도를 갖도록 하여 심미적인 상부 세라믹의 하부 구조 역할을 하게 한다. 접착 세라믹의 경우에는 삭제된 치아에 직접 결합하여 구조적인 단위를 이룸으로써 지지를 얻게 된다.



그림 4-10~4-16. 초진 사진. 환자는 다수 치아를 상실했다(18, 15~13, 23~25, 28, 36~38, 46~48). 가철성 국소의치를 사용했다라도 후방 구치가 상실되면서 후방 교합이 되지 않고 교합이 붕괴되었다. 해결책으로 새로운 교합을 부여하기 위해서 고정성 수복물을 제작해 준다. 큰 교합력에 버틸 수 있는 긴 수복물을 제작해야 하기 때문에 금속으로 제작하여 견고성과 강도를 부여한다.

