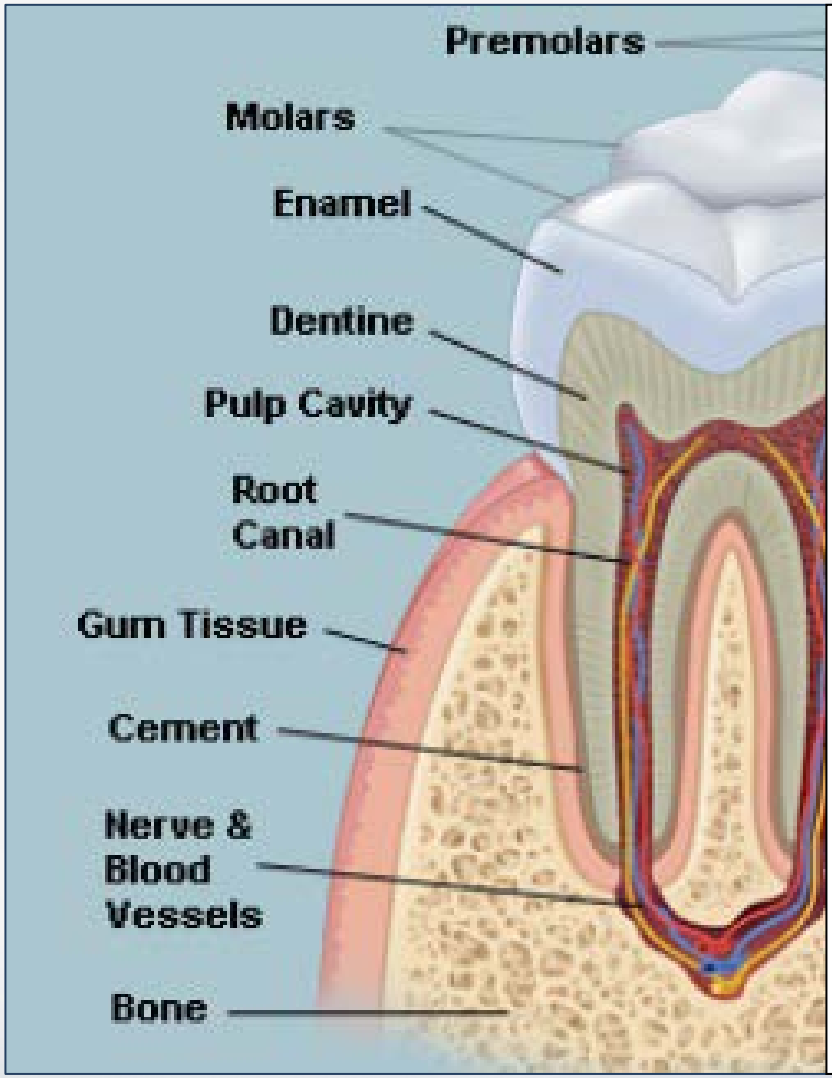
치아의 조성

김 희 은

가천대학교 보건과학대학 치위생학과

치아



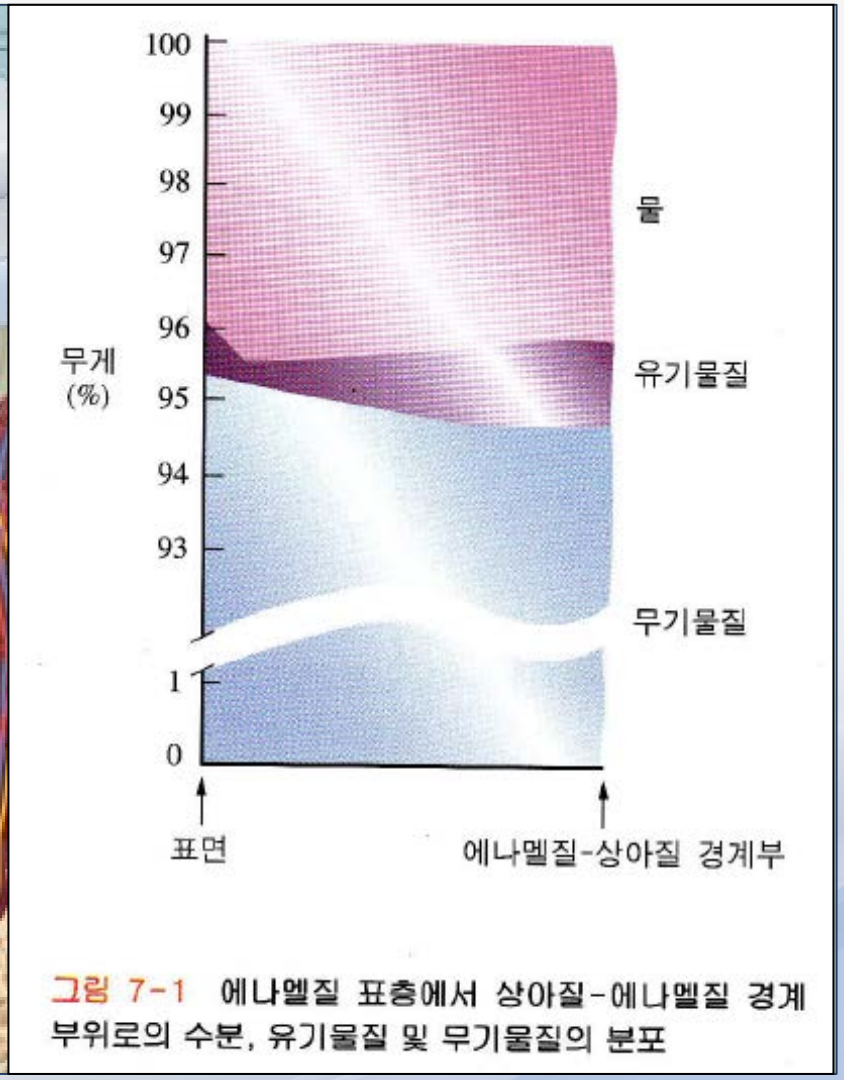


그림 7-1 에나멜질 표층에서 상아질-에나멜질 경계 부위로의 수분, 유기물질 및 무기물질의 분포

표 7-1 치아, 뼈, 연골 및 피부의 무기질, 유기질 및 수분함량 (중량 %)

	에나멜질	상아질	시멘트질	뼈	연골	피부
무기질	97	69	65	70	3	–
유기질	1	20	23	22	24	30
수 분	2	11	12	8	73	70

치아의 무기성분

인산칼슘

- ✓ 치아 내에 무기질을 다량 포함하고 있는 법랑질과 상아질의 주요 구성성분은 Ca과 P
  - 이들은 석회화(calcification) 또는 무기화(mineralization)라 불리는 침착과정을 통해 인회석(apatite)을 형성하여 치아의 구조를 이룸
- ✓ 결정성 인회석, 무정형 인회석(amorphous calcium phosphate; ACP)

수산화인회석(Hydroxyapatite)

✓ HAp; $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$

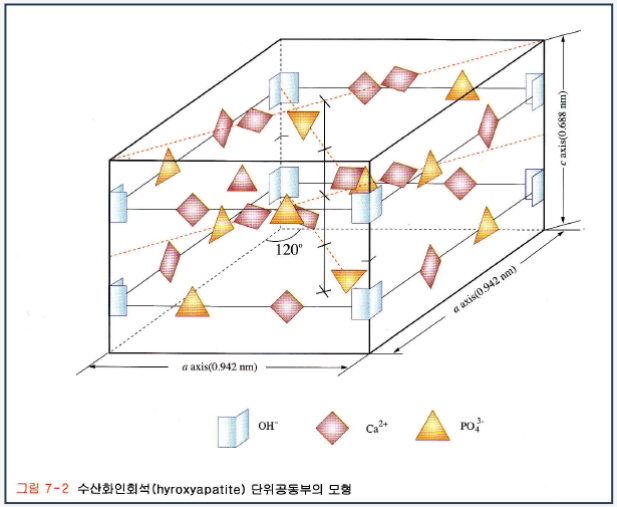


그림 7-2 수산화인회석(hyroxyapatite) 단위공동부의 모형

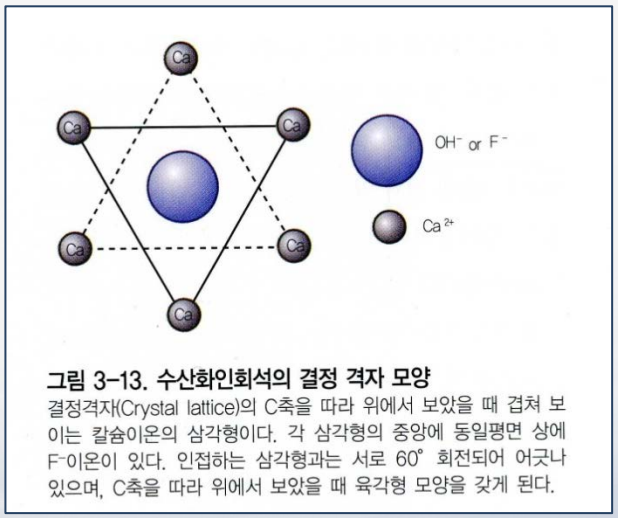


그림 3-13. 수산화인회석의 결정 격자 모양

결정격자(Crystal lattice)의 C축을 따라 위에서 보았을 때 겹쳐 보이는 칼슘이온의 삼각형이다. 각 삼각형의 중앙에 동일평면 상에 F^-이온이 있다. 인접하는 삼각형과는 서로 60° 회전되어 어긋나 있으며, C축을 따라 위에서 보았을 때 육각형 모양을 갖게 된다.

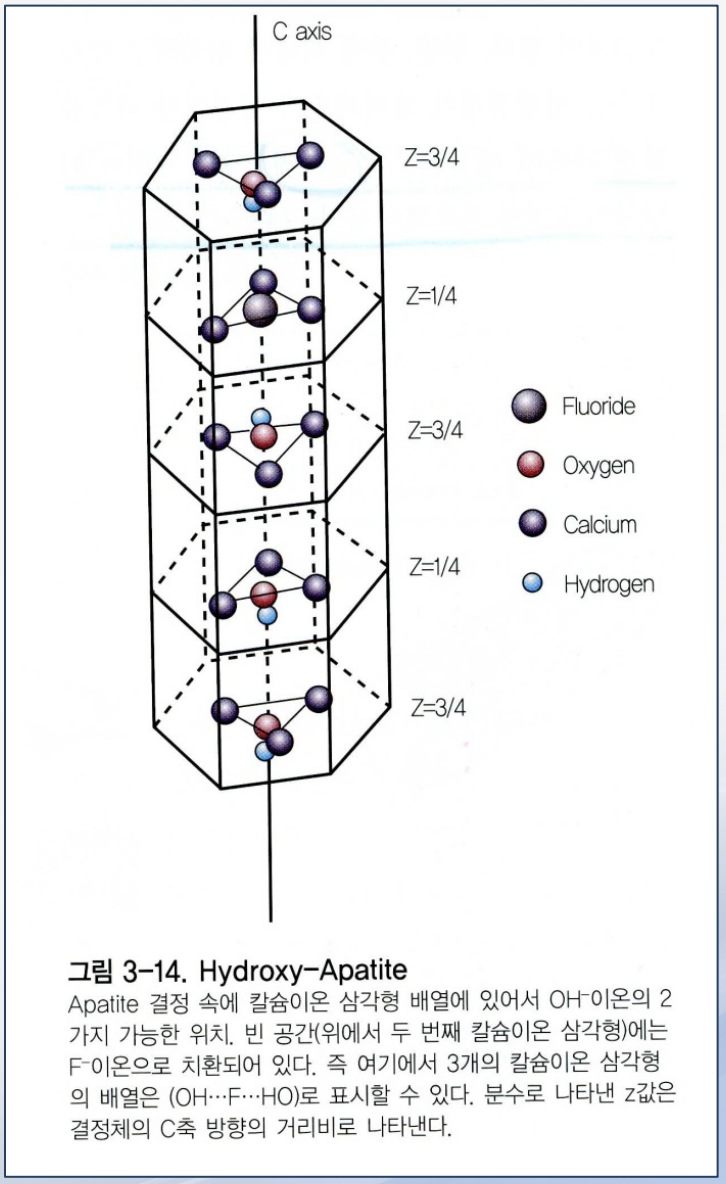
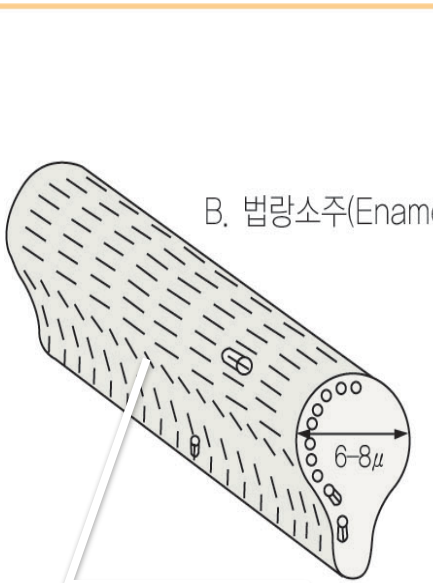


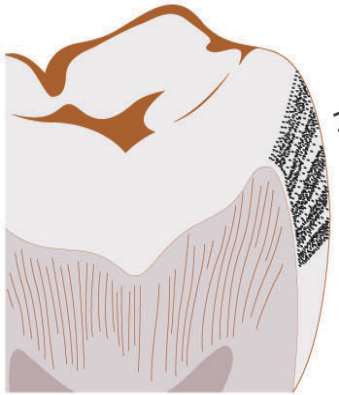
그림 3-14. Hydroxy-Apatite

Apatite 결정 속에 칼슘이온 삼각형 배열에 있어서 OH^-이온의 2가지 가능한 위치. 빈 공간(위에서 두 번째 칼슘이온 삼각형)에는 F^-이온으로 치환되어 있다. 즉 여기에서 3개의 칼슘이온 삼각형의 배열은 (OH···F···HO)로 표시할 수 있다. 분수로 나타낸 z값은 결정체의 C축 방향의 거리비로 나타낸다.

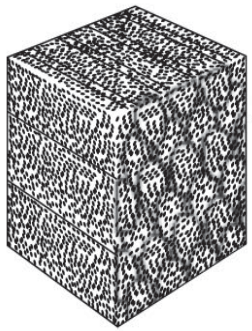
법랑질의 기원과 법랑소주



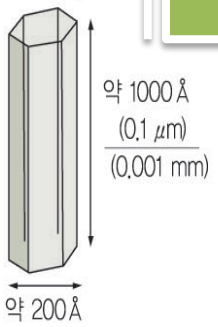
열쇠구멍 모양 수십만 개의 법랑결정으로 구성



A. 법랑질



B. 법랑소주
(Enamel Rod)



C. 법랑결정
(Enamel Crystal)

6각 막대기 모양

길이의 단위

1 m=1000 mm(mm=10^{-3} m)
1 mm=1000 μm(μ=10^{-6} m)
1 μm=1000 nm(n=10^{-9} m)
1 nm=10 Å(옹스트론=10^{-10} m)
1 Å=10^{-10} m

이온교환

- ✓ Ca^{2+}; Pb^{2+}, Mg^{2+}, Mn^{2+}, Sr^{2+}, $H3O^{+}$
- ✓ OH^{-}; F^{-}, Cl^{-} 등

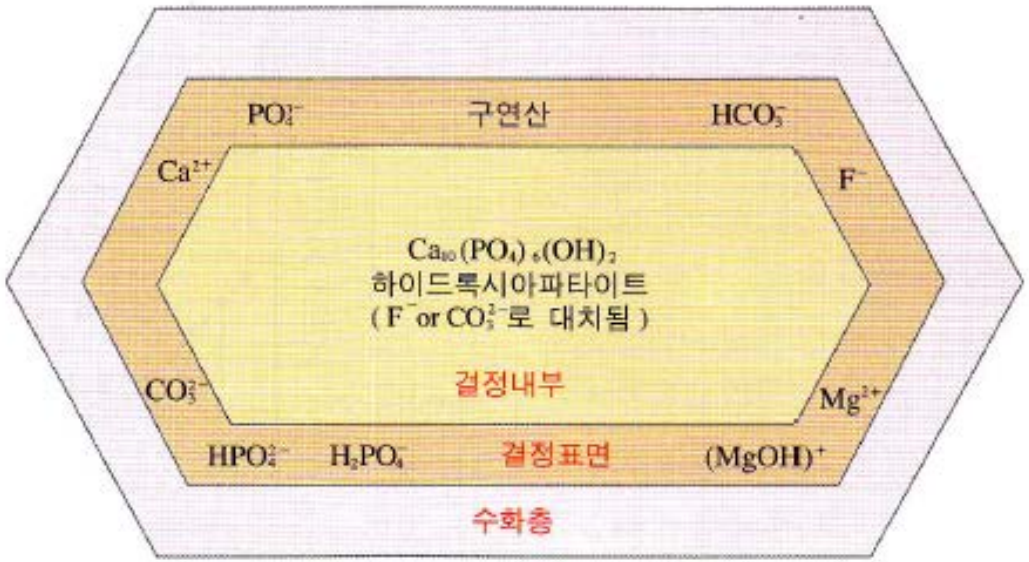


그림 7-3 인회석결정을 둘러싸는 흡착이온 층 및 수화층을 나타내는 모식도. (Jenkins, G.N.: The physiology and biochemistry of the mounth. Blackwell Scientific Publications, London, 1978)

그 밖의 무기성분

표 7-2 사람 에나멜질, 상아질 및 골의 무기질 조성

(건조중량 %)

	에나멜질	상아질	뼈
Ca	36.0	27.0	25.6
P	17.5	12.3	12.3
Ca/P	2.08	2.07	2.08
CO_2	2.50	3.30	2.9
Na	0.77	0.30	0.18~0.6
Mg	0.42	0.84	0.39
Cl	0.25	극미량	0.17~0.19

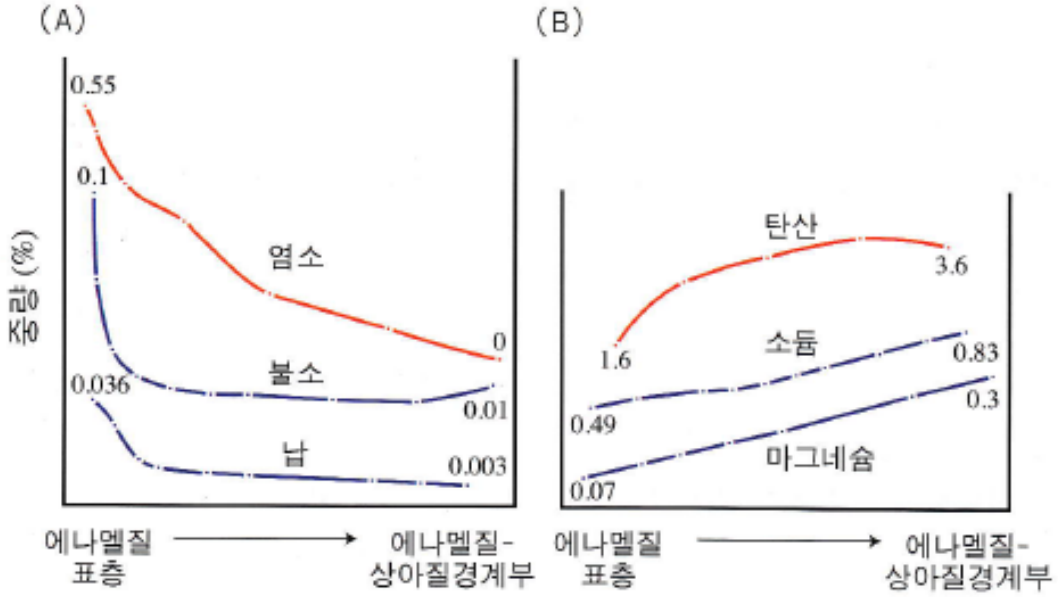
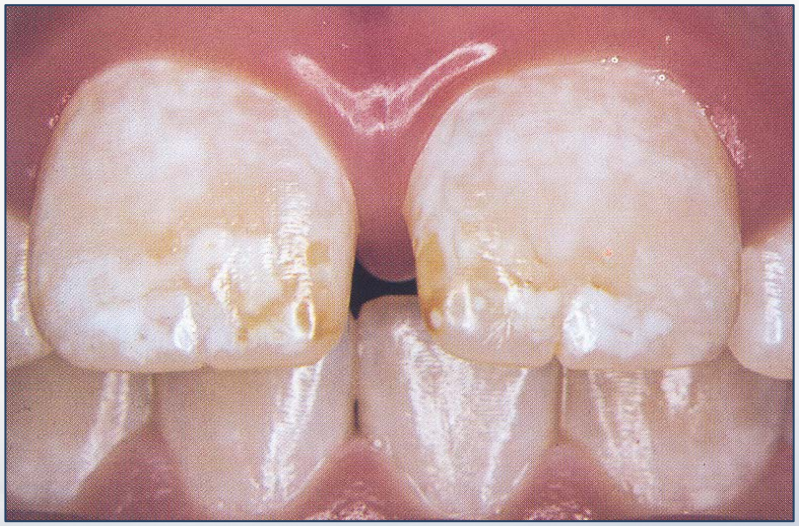
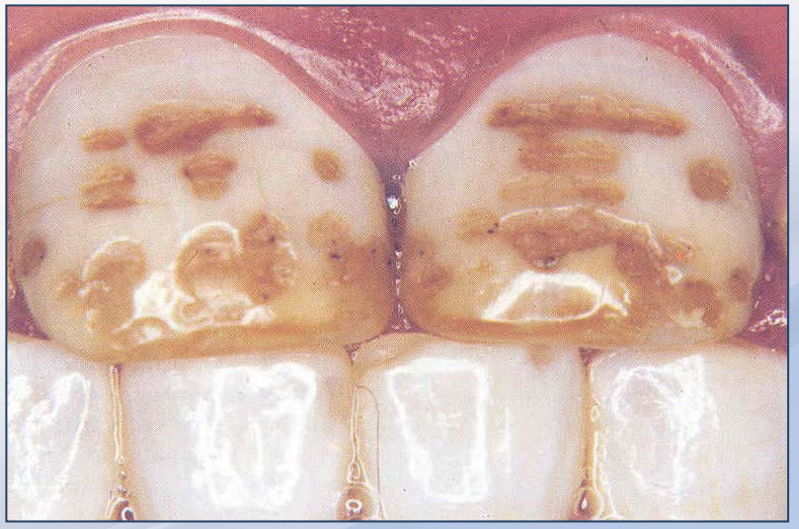


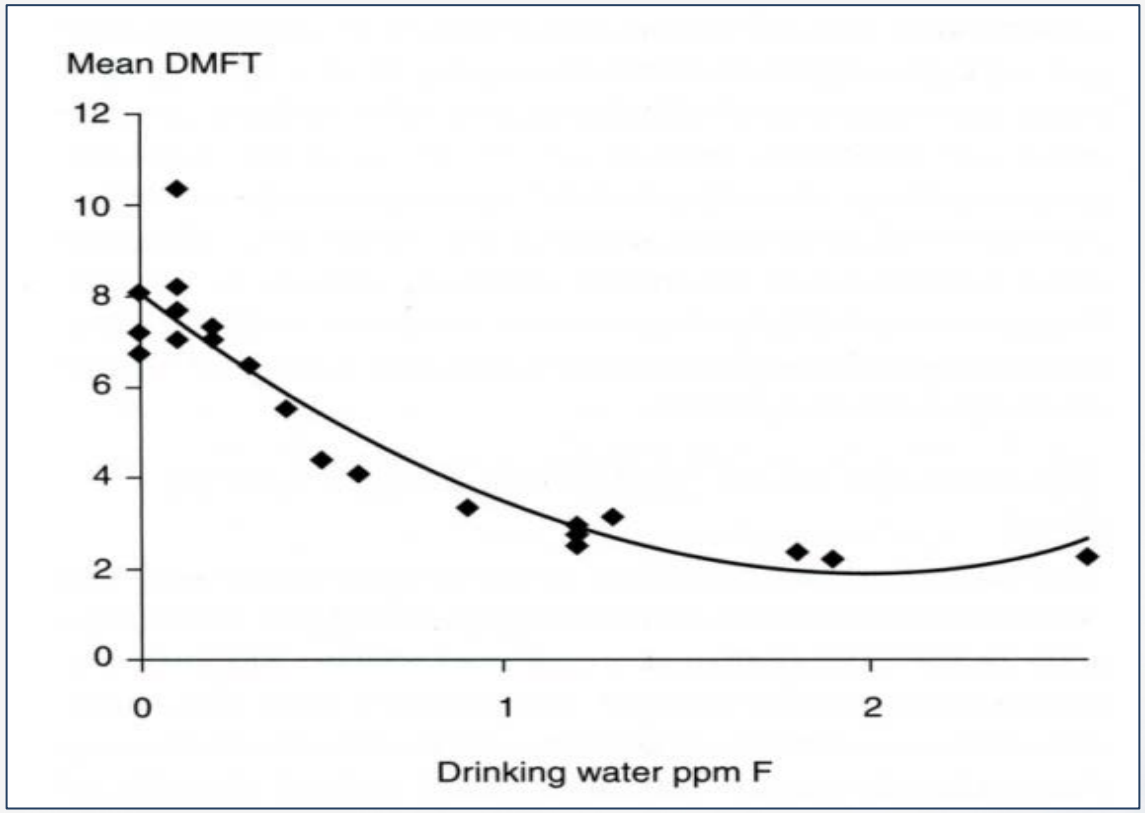
그림 7-5 **사람 에나멜질 내에서의 각종 무기 성분의 분포 양식.** (A) 표층의 무기 성분이 심층보다 높은 것. (B) 표층의 무기성분이 심층보다 낮을 것을 나타냈다. 수치는 각각 표층과 에나멜질-상아질 경계부위에서 농도로 중량 %로 나타냈다. 그러나 불소와 납의 경우는 에나멜질 형성기에 환경의 영향을 강하게 받으므로 그 수치가 반드시 대표값이라 할 수 없다.

불소

- ✓ 불소와 치아우식증 간의 관계
  - Dr. Frederick Mckay와 Dr. Henry Trendley Dean
  - 갈색 반점치에 대한 의문
  - Mckay는 Dr. Greene Vardiman Black과 공동실태조사를 통해 '콜로라도 갈색침착(Colorado brown stain)'이라 불렸던 이 갈색 반점치가 풍토성 결함이고, 이것이 그 지역의 음용수와 관련이 있다는 것을 밝혀냄



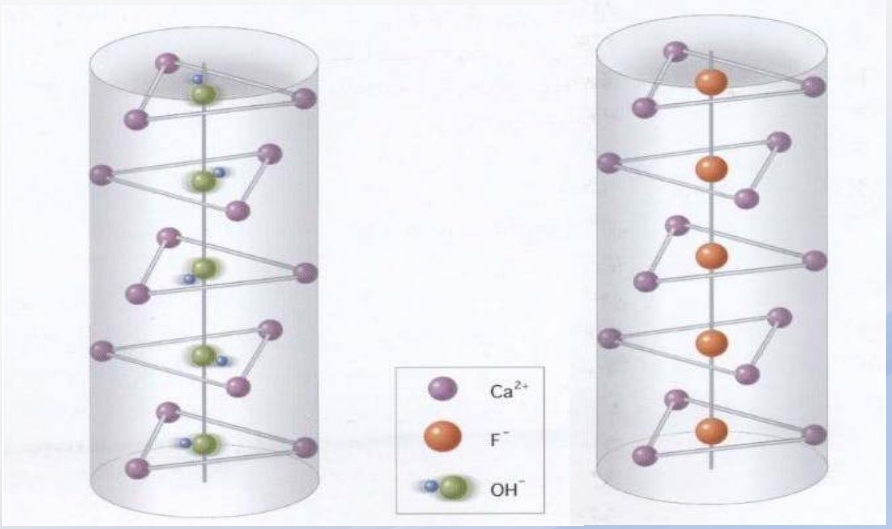




’21 cities study’에 보고된 DMFT 지수와 음용수 내의 불소농도와의 관계

내산성 향상에 의한 탈회 억제 (inhibiting demineralization)

- ✓ 불화인회석(fluorapatite, FAP, $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$)은 결정 격자 내의 결합력이 수산화인회석(hydroxyapatite, HAP, $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$)보다 강하기 때문에 산에 대한 용해도가 수산화인회석보다 훨씬 낮아짐



수산회인회석 내의 OH^-와 F^-가 치환된 후 생성된 불화인회석의 결정 모식도

- ✓ 일반적으로 사람의 법랑질 최외각층에는 보통 1,000~2,000 ppm, 그 하방은 20~100 ppm 정도의 불소가 포함
  - 아무리 법랑질내의 수산화기가 완전히 불소이온으로 치환된다고 할지라도 39,000 ppm 정도

재광화 촉진(enhancing remineralization)

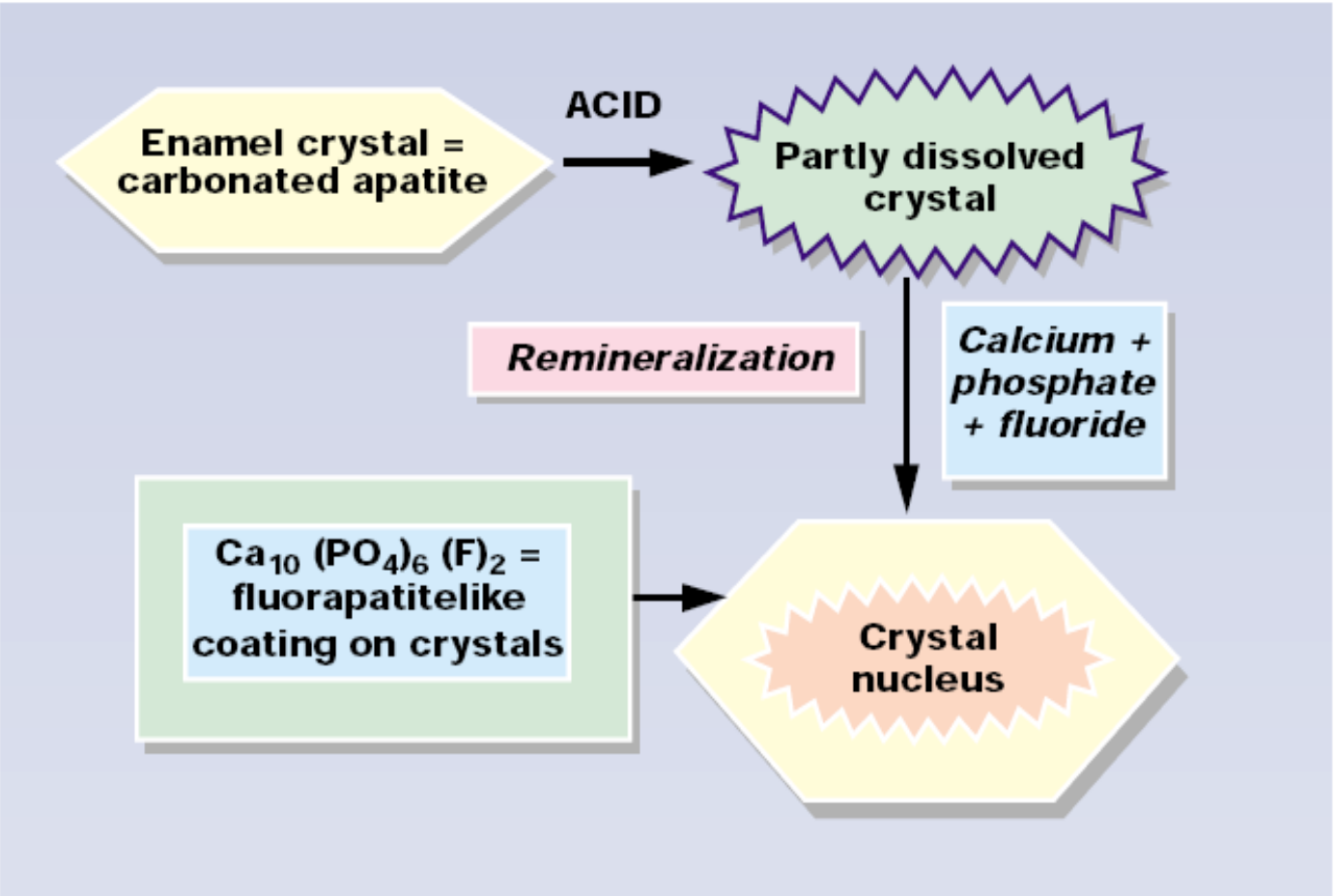


Figure 4. Schematic representation of demineralization followed by remineralization in the caries process. If remineralization is successful, the final result is a crystal with a surface veneer of "fluorapatitelike" mineral of low solubility. (Reproduced from Featherstone[1] with permission of the publisher. Copyright ©1999, Munksgaard.)

법랑질 내의 미량원소

표 7-3 사람 에나멜질 속의 미량원소 농도 (μg/g 건조중량±표준오차)

원소	농도	원소	농도
포타시움(K)	401±31	크롬(Cr)	3.2±0.80
불소(F)	293±34	리티움(Li)	1.13±0.13
유황(S)	281±20	브롬(Br)	1.12±0.12
아연(Zn)	199±14	카드미움(Cd)	0.51±0.12
스트론티움(Sr)	81±11	루비디움(Rb)	0.39±0.03
알류미늄(Al)	12.5±2.94	은(Ag)	0.35±0.07
몰리브덴(Mo)	7.2±1.35	망간(Mn)	0.28±0.03
붕소(B)	5.0±1.15	니오비움(nb)	0.28±0.03
철(Fe)	4.4±0.95	셀레리움(Se)	0.27±0.02
구리(Cu)	4.2±3.01	주석(Sn)	0.21±0.04
바리움(Ba)	4.2±0.60	안티몬(Sb)	0.13±0.01
납(Pb)3.6±0.24	3.6±0.24		

스파크광원질량분석에 의한 데이터이므로 Si과 Ni는 검출되지 않는다. 그러나 이 2개의 원소는 다른 분석방법을 사용하여 각각 190 및 0.6μg/g 건조중량이 존재함이 확인되었다. 이밖에 0.1μg/g 건조중량 이하의 원소로써 티타니움(Ti), 바나디움(V), 이트리움(Y), 지르코니움(Zr), 요오드(I), 세시움(Cs), 세리움(Ce), 라세오디미움(Pr), 네오디미움(Nd), 비스무쓰(Bi)가 검출된다. (Losee, E.L., Cutress, T.W., Brown, R. : Natural elements of periodic table in human dental enamel. Caries Res., 8:123-134, 1974)

불소는 독극물이다?

임신 중에는 치과에 가면 안된다?
뱃속의 아이가 영양분을 빼앗아 잇몸이 약해진다?

치약은 비싼게 좋다?

치아의 유기성분

치아의 단백질

표 7-5 사람 에나멜질, 상아질 및 뼈의 유기성분

	에나멜질	상아질	뼈
총유기질	1.53~3.80	19~21	24~27
질소	0.073~0.077	3.4~3.5	4.15~4.97
단백질	0.194~0.275	18.2	15~27
교원질(콜라겐)	미량	17~18	23
불용성 단백질		0.2	1~2
탄수화물	0.15±0.005	0.2~0.6	0.04
프로테오글라이칸	0.1	0.2	0.24~0.4
지질	0.6	0.33	0.1
유산(lactic acid)	0.01~0.03	0.15	
구연산(citric acid)	0.10±0.02	0.8~0.9	0.82~1.25

Ameloblast에 의해 합성

표 7-6 에나멜질 단백질의 아미노산 조성 (아미노산 잔기)

아미노산	미성숙 에나멜질		성숙 에나멜	
	소	사람	소	사람
3-하이드록시프롤린	미량	0	0	
4-하이드록시프롤린	미량	0	0	8
아스파라진	37	30	94	57
트레오닌	29	38	48	42
세린	63	62	102	120
프롤린	213	251	90	146
글루탐산	156	142	128	107
글라이신	70	65	195	199
알라닌	22	20	59	54
발린	37	40	36	
시스테인	1	2	11	
메티오닌	49	42	5	
이소류신	30	33	28	
류신	96	91	67	61
타이로신	40	53	7	
페닐알라닌	36	23	39	31
하이드록시라이신	2.5	0	21	
라이신	19	18	35	
히스티딘	62	65	26	
아르기닌				

15~20%

1% 이하

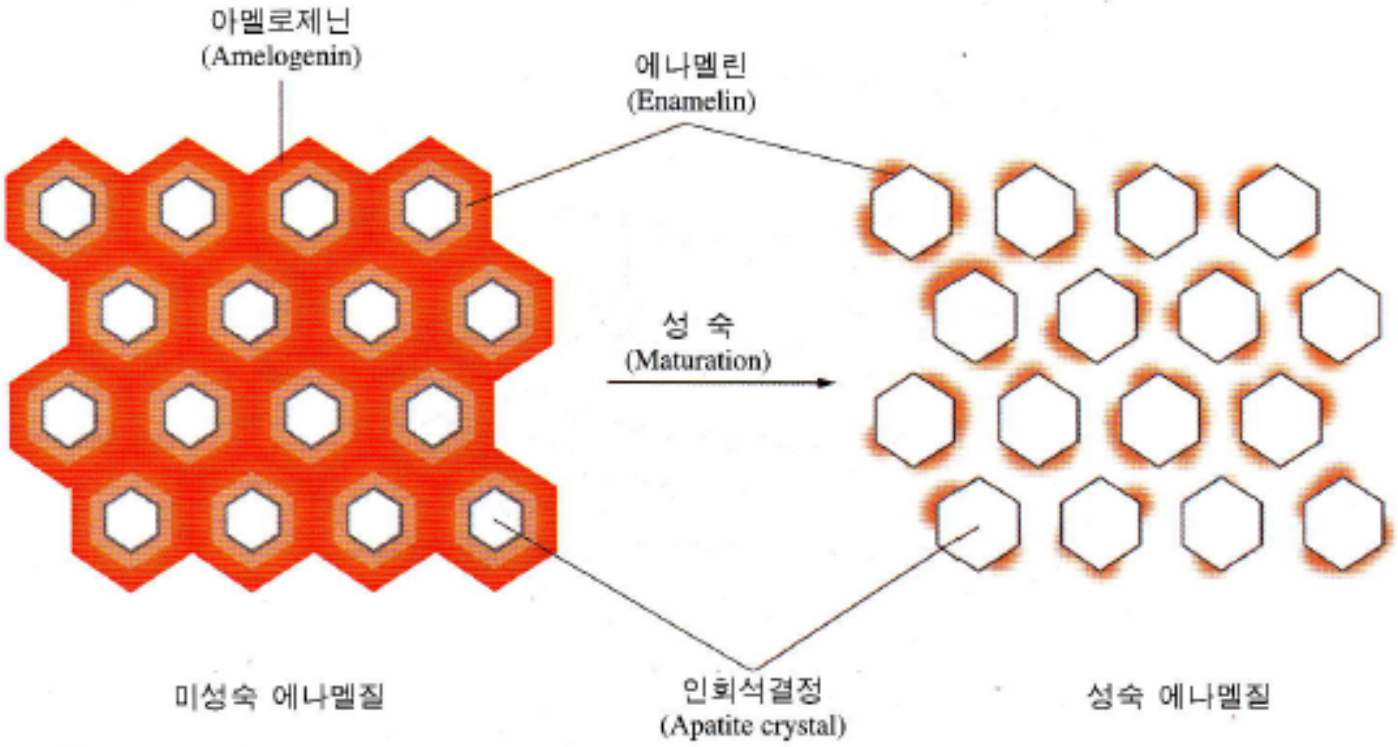


그림 7-6 **에나멜질 단백질과 수산화인회석 결정체의 상호관계에 대한 모식도.** 아멜로제닌은 에나멜질이 성숙하여 석회화되면 없어지지만 에나멜린은 일부 남아 있는다.

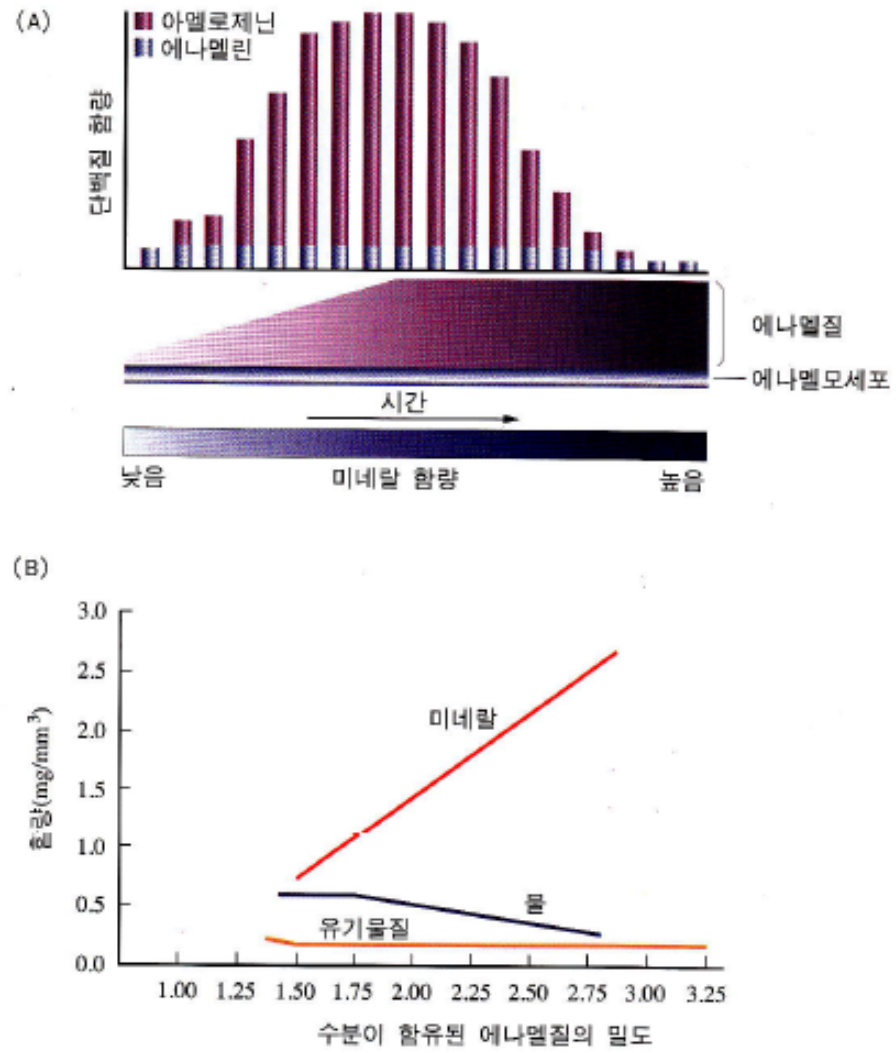


그림 7-7 **에나멜질의 성숙과정중 아멜로제닌과 에나멜린의 변화.** (A) 에나멜질의 두께와 미네랄 함량이 증가되는 동안에 아멜로제닌은 증가되다가 다시 소실되고 있으나, 에나멜린은 거의 일정하게 존재한다. (B) 에나멜질 성숙과정중 에나멜질 밀도에 따른 무기물질, 수분 및 유기물질 함량의 변화

수고하셨습니다.