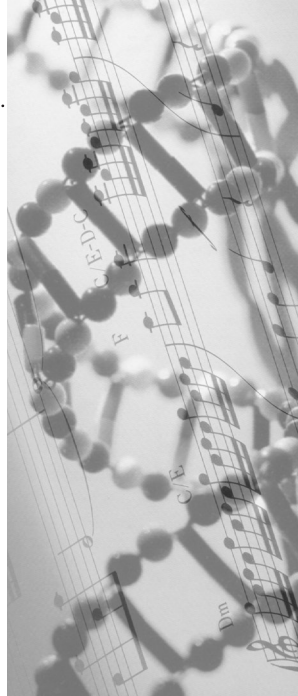


# DNA분자의 숨겨진 아름다움

수잔 알렉산더(Susan Alexander),  
데이비드 W. 디머(David W. Deamer)  
/정삼진 (지금여기번역위원) 옮김



DNA라고 하면 우리는 딱딱한 생물학이나 인류의 미래를 변혁시킬 유전자학만을 연상할지 모른다. 그러나 이 DNA 역시 계절의 변화나 꽃이 피고 강물이 흘러가는 자연의 아름다움을 발하고 있으니 그것은 거대 우주를 닮은 소우주이기에 당연히 떠올릴 수 있는 생각이다. 이 글에서 수잔 알렉산더는 우리의 DNA가 뿜어내고 있는 아름다운 파동수에 대해 이야기 하고 있다.

\* 이 글은 수잔 알렉산더가 보내 온 'The Infrared Frequencies of DNA Bases: Science and Art'에서 발췌한 것입니다. (편집자 주)

## ‘분자음악’을 통해 우리의 신체와 연결하기

“좀더 깊숙이 바라 보라. 그러면 모든 것이 음악적으로 보일 것이다. 당신이 만날 수만 있다면 자연의 가슴은 어디서든 음악을 만들어 내기 때문이다.”

- 카알라일 -

.....

몸이 내는 소리를 듣고 리듬과 주파수를 밝힐 수 있다면 어떤 소리가 날까?

귀에 듣기 좋아 아름답고 음악적이라고 여겨지는 소리일까? 우리 몸은 어떤 식으로든 조화로운 질서를 이루고 있을까? 이러한 질문을 탐구하는 데는 여러 가지 방법이 있지만, 그 중 하나는 직접적인 방법으로 모든 유기체의 중요한 유전적 정보 전달자인 DNA의 주파수에 접근해보는 것이다.

1988년에 작곡가인 필자는 세포 생물학자인 데이빗 디머 박사(David Deamer : 현재 UC Santa Cruz에 재직 중임)에게 위와 같은 질문을 하였다. 디머 박사는 생명의 기원을 연구하는 학자로 전 세계에 알려져 있다. 몇 해 전에 그는『DNA 조곡』과 『DNA 음악』이라는 매우 흥미로운 음악 카세트를 만들어 냈다. 이 음악은 DNA의 이중 나선구조에 있는 염기들이 연결되어 있는 상태를 기초로 만들어진 것이다. 그는 흥미를 느껴 이 작업을 돕기로 승낙했다. 이 프로젝트를 추진하면서 직면한 급선무는 ‘지도를 그리기(mapping)’나 ‘귀로 들을 수 있도록’ 편의상의 음을 정하는 것이 아니라, 분자의 영역에서 직접 흘러나오는 실제적인 파동을 한데 모으는 것이었다. 이 주파수를 ‘음계’로 정리하면 음악을 작곡하는데 기초 자료로 사용될 수 있다. 2년 후, 1990년 4월 22일 (Earthday)에 ‘Sequencia’가 카세트로 녹음되었다. 1994년에는 몇 곡을 부가해서 CD로 만들었다. ‘Sequencia’는 원래의 한 음악을 세 번에 걸쳐 연주하여 ‘Eikos’, ‘Sequencia’, ‘Pataphysical Thymine’으로 구성되었다. 이 음악은 모두 DNA에서 자연스럽게 일어나고 있는 특정한 파동으로부터 이끌어 낸 조율 시스템에 따라 전자 오르간과 전통적인 악기로 연주한 것이었다.

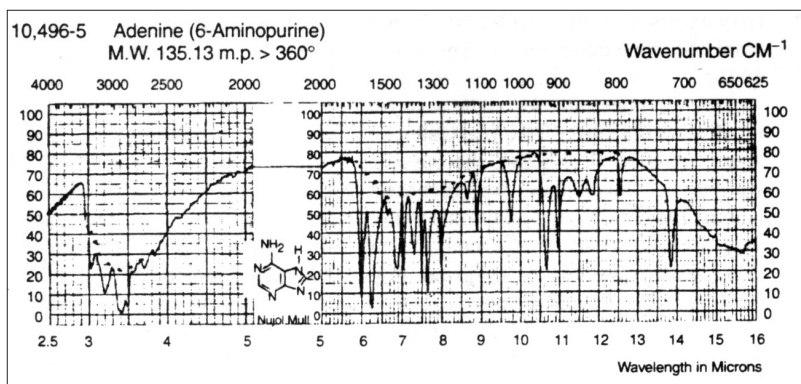
## 방법과 재료: 과학

인체의 각 세포에는 30억 쌍의 염기가 존재한다. 이들을 일렬로 나열하면 대략 3피트나 된다. 그러나 각 염기들은 각기 다른 화학 성분을 철저히 유지한다. 아데닌, 시토신, 구아닌, 타이민이라는 이름이 붙여진 네 개의 염기는 각각 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)로 구성되어 있으며, C=O, N-H, C-H, O-H, C-O를 포함하여 다양한 화학 구조로 되어 있다. 이 결합들은 원자핵의

질량과 결합의 힘과 에너지에 따라 특정한 파장을 흡수하면서 적외선 위에서 구부러지거나 퍼지기도 하고 흔들리기도 한다. 수소와 같은 원자를 포함하면서 단단하고 작은 결합이 될수록 더 큰 파동수(wave number: 센티미터 당 포함되는 파장의 수)와 적외선 스펙트럼에서 더 높은 ‘음(note)’을 가진 빛을 흡수한다. 이러한 운동을 가능하게 만드는 에너지는 태양으로부터 적외선의 형태로 온다. 태양의 광자는 원자궤도를 도는 전자가 더 큰 에너지 상태로 도약하면서 분자 내에서 열을 발생시킨다. ‘Sequencia’의 조울 시스템은 네 염기를 실험실에서 작용시켜 얻게 된 것이며, 특별한 유전자나 나선구조를 이루는 염기들의 형상과는 아무런 관련도 없었다.

DNA염기들로부터 파동을 ‘수집’하는 과정은 빵 상자 크기 만한 장치인 ‘분광광도계(spectrophotometer)’로 시작된다. 이 도구를 사용하면 600-3000 파동수( $\text{cm}^{-1}$  단위)를 가진 적외선은 샘플을 통과한다. 이 경우에는 샘플로 DNA 염기 분자를 사용하였다. DNA와 RNA염기에는 적외선 흡수와 관련된 특별한 방향 주파수가 있다. 이 점은 모든 유기 분자에 공통되는 특성이며, 사실 적외선 스펙트럼은 분석 과정에 중요한 수단으로 사용된다.

빛이 샘플을 통과하면서 특별한 파장에서 샘플로 흡수되면, 분광광도계는 스펙트럼으로 빛을 흡수한 파장대를 표시한다.(그림 1) 이 과정은 유리컵이 부딪힐 때 소리가 나는 것과 유사하다. 예를 들면 C-H(탄소-수소) 결합은 거의 2900



▲ 그림 1 분광 광도계로 해독한 DNA 아데닌 염기의 파동 수

.....

cm<sup>-1</sup>의 파동 수를 가진 적외선을 흡수한다.

파동수가 일단 밝혀지면 다음과 같은 등식을 사용하여 파동수를 헤르츠로 바꿀 수 있다.

$$\text{주파수(헤르츠)} = \text{광속도(빛의 속도)} \times \text{파동 수}$$

파동 수가 2900 cm<sup>-1</sup>,  $3 \times 10^{10} \text{cm/s} \times 2900 \text{cm}^{-1} = 8.7 \times 10^{13}$  헤르츠가 된다.

이렇게 높은 주파수나 헤르츠 수는 두 가지 면에서 문제를 일으킨다. 첫째로 소리가 아니라 빛의 파동이라는 점이다. 둘째로 너무나 주파수가 높아서 소리로 들을 수가 없다는 점이다. 왜냐하면 우리 인간의 귀는 20 - 20000 헤르츠 사이의 소리 밖에 들을 수 없기 때문이다. 진동이 20보다 적으면 듣지는 못하고 ‘느낌’ 뿐이며, 20000보다 크면 인간보다 청각이 뛰어난 귀만이 들을 수 있다.

인간이 들을 수 있는 영역으로 주파수를 끌어들이는 것은 가능한 일이다. 소리나 빛의 경우도 마찬가지인데, 헤르츠 수를 반으로 줄이거나 배로 늘어도 각자가 해당되는 더 높거나 낮은 옥타브만 만들어 낸다는 사실을 알면 해결 될 수 있다. 그러므로  $8.7 \times 10^{13}$  Hz는 절반으로 계속 줄여 나가면 더욱 낮은 옥타브를 만들어 낼 수 있다. 결국 36번을 절반으로 나뉘가면 우리의 귀를 통해 소리로 들을 수 있는 적합한 주파수를 만나게 된다. 귀에 아주 편안하게 들리는 1266 이상의 주파수가 되면 약한 D#과 일치한다.

빛을 소리로 ‘바꾸는’ 문제는 오히려 철학적인 개념이다. 물론 속도가 아무리 높아도 소리는 빛이 될 수 없다. 소리는 밀고 나가기 위해 분자에 의지하는 반면에 빛은 전자기 방사에 유래하기 때문이다. 여기서 중요한 것은 매개가 무엇인가 아니라 관련된 비율이다. 즉, 파동 사이의 관계이다. 귀는 거의 10옥타브의 소리를 탐지 할 수 있는 반면에 눈은 1옥타브 약간 넘는 빛이나 색만 알아 볼 수 있다. 빛의 한 옥타브는 소리의 한 옥타브와 똑같은 비율로서 2:1이다. 완전 5도나 3:2의 관계는 소리나 빛에 있어서 똑같은 비율이다. (이것은 기하학, 건축, 행성 운동 등에도 적용될 수 있다.) 빛의 비율 형태를 알아냄으로써 간단하게 소리 매개체로 바꿀 수 있다. 이렇게 해서 빛의 비율 형태가 포함하고 있는 정보와 그

.....

것들이 맺고 있는 관계를 우리는 ‘들을 수 있게’ 된다. 빛과 소리의 관계는, 친척이면서 서로 얼굴이 다른 사촌간이 아니라, 아직까지는 알려지지 않았지만 동일한 원형(原型)으로 거슬러 올라갈 수 있는 사이라고 말할 수 있다.

다시 말해서 네 개의 염기 분자인 아데닌, 시토신, 구아닌, 타이민을 측정할 결과, 각 염기 분자는 빛에 노출되면 15-18 주파수를 산출하므로 모두 합하면 60개의 파동을 생성한다. 이런 자료가 수집되지만 하면 주파수를 우리가 들을 수 있는 영역으로 반복적으로 끌어들이는 다음, 어떤 수의 헤르츠가 입력되더라도 소리 은행을 만들어 낼 수 있는 아마하 DX7 IID 전자 음향 합성 장치에 프로그램을 만들어 놓으면 된다. 이 때 파생되는 조율이 거의 모두가 미세음이거나 피아노상의 보통 반음(예를 들어 c 와 c#)보다 적은 음이기 때문에 특수한 전자 건반 악기가 필요하였다.

보통의 건반악기에 사용된 조율 시스템은 자연 화성학에 기초를 두고 개조된 인위적 시스템이다. 요한 세바스찬 바흐 시대의 사람들은 조율 시스템으로서 평균율을 선호하였다. 평균율은 서로 다른 조(調)로 변조하는 문제를 해결해 줄 수 있었기 때문이었다. (바흐는 평균율을 전적으로 반가워한 것은 아니었다.) 그 소리는 올바른 정조법의 조화음보다 못하였다. 평균율은 건반 악기의 옥타브를 12개로 균등하게 나누는데, 그 옥타브를 1200센트로 정하면 각 반음은 100센트가 된다. 물론 반음은 피아노에는 고정되어 있지만 바이올린은 원래의 C음에서 55센트에서 99센트까지 다양하게 c#을 연주할 수 있다. 이런 악보를 미분음(microtone)이라고 하는데 서양인의 귀에는 가끔 거칠고 가락이 맞지 않는 것으로 여겨진다. 하지만, 예를 들어 블루즈나 포크(Folk) 등에서 사용되는 ‘굽은’ 음(‘bent’ pitches)의 경우는 예외다. 중동이나 아시아, 인도 같은 문화에서는 이러한 미분음계 음악을 수세기에 걸쳐 해오고 있다. 맥킨토시 컴퓨터로 ‘편집자(Editor Librarian)’와 ‘비전(Vision Software Opcode system, palo Alto, CA)’ 프로그램을 사용해서 DNA 각 염기의 소리를 미분음계로 프로그램화하였다. (그림 2)

Wave and Hertz Numbers

Hz# and Note Wave # (cm <sup>-1</sup> )	Hz # and Note Wave# (cm <sup>-1</sup> )
Adenine	Thymine
315,6 (D#) 723	322,1 (D#/E) 738
347,9 (F) 797	330,4 (E) 757
368,0 (F#) 843	354,4 (F) 812
379,8 (F#/G) 870	363,2 (F#) 832
398,1 (G) 912	406,4 (G#) 931
408,1 (G#) 935	427,8 (C#) 980
447,4 (A) 1025	447,4 (A) 1025
490,2 (B) 1123	523,8 (C) 1200
504,2 (B) 1155	543,4 (C#) 1245
<u>545,6 (C#) 1250</u>	600,2 (D/D#) 375
582,7 (D) 1335	733,3 (F#) 1680
598,0 (D/D#) 1370	768,2 (G) 1760
619,8 (D#) 1420	1248,3 (D#) 2860
632,9 (D#/E) 1450	1274,6 (D#/F) 2920
654,8 (E) 1500	385,8 (F) 3175
698,4 (F) 1600	
726,7 (F/F#) 1665	
1139,2 (D) 2610	
1178,5 (D) 2700	
1248,3 (D#) 2860	
1278,9 (D#/E) 2930	
1366,2 (F) 3130	
1440,5 (F/F#) 3300	
Guanine	Cytosine
300,3 (D) 688	305,6 (D#) 700
305,6 (D#) 700	345,7 (F) 792
339,2 (E/F) 777	357,9 (F/F#) 820
370,2 (F#) 848	420,3 (G#) 963
383,2 (F#G) 878	429,1 (G#) 983
413,4 (G#) 947	440,9 (A) 1010
487,6 (B) 1117	504,2 (B) 1155
512,9 (B/C) 1175	<u>537,8 (C/C#) 1232</u>
529,5 (C) 1213	558,7 (C#) 1280
<u>550,0 (C#) 1260</u>	594,9 (D/D#) 1363
600,2 (D/D#) 1375	639,5 (D#/E) 1465
615,5 (D#) 1410	654,8 (E) 1500
641,7 (D#/F) 1670	713,7 (F/F#) 1635
663,5 (E) 1520	1276,8 (D#/E) 2925
728,9 (F/F#) 1670	1375,0 (F) 3150
1169,8 (D) 2680	1475,4 (F#) 3380
1278,9 (D#/E) 2930	
1366,2 (F) 3130	
1462,3 (F#) 3350	

그림 2 적외선 조율과 음계

## 이야기: 예술

DNA가 어떤 소리를 내는지 알아보기 전에, 이론적인 근거를 제시하는 것이 흥미로울 것 같다. 서양인들에게 음악의 화성학을 설명한 공로가 있는 것으로 믿어지는 피타고라스(기원 전 6세기)는 돌을 묘사하면서 고정된 음악 (frozen music)<sup>1</sup>이라고 한 것으로 유명하다. 물리학에 관해 전혀 아는 바가 없었던 그가 직관으로 알게 된 사실은 행성 운행, 계절의 순환에서부터 작계는 기본적인 물질의 세계에 이르기 까지 모든 과정에서 일어나고 있는 파동수학이 단지 생명이 없는 데이터들이 아니라, 운동, 리듬, 관계, 느슨하게 말하자면 ‘이야기’라고도 할 수 있는 의미를 갖고 있다는 것이었다. 이야기는 의미와 예술적인 표현을 만들어 낸다. ‘수학(mathema:고대 불어)’이라는 말은 ‘의식하다; 깨어

<sup>1</sup> Bamford C (Ed): *Homage to Pythagoras, Rediscovering Sacred Science*. Hudson, NY: Lindisfarne Press, 1982.

.....

나다'를 의미하는 더 오래된 고대 불어인 'mathein'에서 유래된 것이다.

예술은 데이터의 '이야기를 말하는 것'이다. 예술은 '수학적(mathic)'일 뿐 만 아니라 '신화적(mythic)'이다. 합리적인 만큼 확신할 수 있는 것은 분자 내부로 깊숙이 들어가 보면 아름다움이 중요한 문제로 떠오른다는 사실이다. 그 아름다움은 다른 모든 별과 행성과 자연의 과정에서도 찾아 볼 수 있다. 꽃이 자라고 강물이 흘러가는 것에서도 발견되는데 DNA에 이 아름다움이 없을 수 있을까? 다른 차원에서 볼 때 인체가 자신을 소리로 인식한다면, 이것은 건강과 관련하여 중요한 의미를 갖거나 아니면 적어도 상상력을 고무시키고, 환경이나 지속적인 자극에 적응하도록 도움을 주지 않을까?

과정을 통해서 나타나는 아름다움에 관해 실제로 우리가 알아야 하는 사실은 “내가 과연 이 소리를 좋아할 것인가?”라는 것이다.

## 미분음의 세계

DNA의 적외선 스펙트럼으로부터 만든 이 60개의 음조를 처음으로 들어보고 실망할 수 밖에 없었다. 이 음조로 만들어진 음계와 자음군(群)은 너무나 이상하고 생소하게 들렸으므로 처음에는 그것들로부터 아름다운 예술 작품을 만든다거나 어떤 식으로든 '의미'있는 것을 만들어 낼 수 있으리라는 가망이 없어 보인다. 하지만 전체적으로 묘사한다면 “견고한 관계... 기이한 움직임들로 뻑뻑이 채워진 미분음들”이라고 할 수 있다.

네 개의 각 염기-아데닌, 시토신, 구아닌, 타이민에 있어서 비율관계나 각 염기의 '음조'사이의 거리는 매우 유사하다. 이 네 염기들을 가장 낮은 주파수에서 가장 높은 주파수까지 음계로 배열한다면 모든 염기에 장 6도/단 7도라는 주목할 만한 차이 또는 거리를 유지하면서 약 2.5 옥타브 정도가 된다. 건반 악기의 음정은 장/단 2, 3, 6, 7도라고 불리는데 각기 시작하는 음 또는 으뜸음으로부터 얼마나 많이 떨어져 있느냐에 따라 달라진다. C음계의 장6도는 위 으로 여섯 번째 음 또는 A음이 될 것이다. 그리고 단 7도는 Bb(b플랫)이 된다. (단 7도를 노래부르려면 번스타인의 웨스트 사이드 스토리(West Side Story) 가운데 나

---

오는 ‘There’s a Place For Us’를 불러 보라) 장, 단의 간격 외에도 완전 4도(C에서 F), 완전 5도(C에서 G), 3전음(tritone C에서 F#), 음계를 완벽하게 절반으로 나누는 음정도 있을 수 있다.

음정이나 비율이 매우 작거나 간격이 미세하면 귀에 들릴 때 서로 마찰을 일으키게 되어 비트(beats)를 만들어 내는 경향이 생긴다. 비트는 두 개의 주파수가 254 와 257헤르츠 정도로 거의 비슷한 경우에 생긴다. 이 두 개의 주파수는 똑같은 피치(소리높이)의 C로 들리겠지만 조화롭지 않다는 것을 알 수 있을 것이다. 이 둘이 동조하면 때때로 큰 소리가 나거나 “와-와”비트를 만들어 낸다. 이러한 소리가 우리 귀에 들리면 어떤 생물체의 과정에서도 찾아 볼 수 있는 ‘생기 발랄함’이나 유기적 운동의 특징과 매우 유사한 소리로 들린다.

미분음을 전자음향 합성장치를 통해 계속 듣게 되면 인상적일 만큼 아름다운 결합이 나타나기 시작하는데 이를 어떻게 할 것인가?

## 작곡 연구

미분음은 연주자에게는 말할 것도 없고 작곡가에게도 엄청나게 복잡한 문제를 야기시킨다. 우선, 미분음을 보통 건반 악기로 연주하기란 실제로 불가능하다. 미분음계(microtonal scales)는 연습하면 숙달될 수도 있다. 즉 어떤 피치(음높이)라도 보기만 하면 연주할 수 있는 첼로나 바이올린 같은 현악 연주자들은 이 미분음을 쉽게 마스터할 수 있다. 그러나 미분음은 클라리넷과 트럼펫 같이 ‘음높이가 고정된’ 악기를 연주하는 사람들에게는 너무나 어렵다. 미분음을 다루기에는 인간의 목소리가 최적적이다. 성악가는 미분음을 들으면 그대로 소리를 낼 수 있다. 물론 타악기 연주자들도 잘 해낼 수 있다.

미분음의 경우에 음을 만들어 내는 어려움이 있지만 주된 음(key)이나 종결음(tonality) 개념도 무효화된다. 얼핏보면 음에 순서나 조직도 전혀 없는 것 같은 ‘마구잡이’ 소리만 가지고 연주를 하는 것 같다. 그러나 매우 흥미로운 일이 생기기 시작한다. 전자음향 합성장치로 여러 가지 소리를 결합시켜 보면서 여러 주에 걸쳐 실험해 본 결과, 소리의 중심이 생기기 시작했다. 하나의 음조가 다른 음



조들을 끌어당기는 것 같더니 소리 전체에 일관성이 보이기 시작했다. 이 음높이는 모든 엮기에 공통된 C#과 같은 종류임이 드러났다.

아데닌 : 545.6 헤르츠  
구아닌 : 550  
티 민 : 543.4  
시토신 : 537.8  
평균 헤르츠 = 544.2

피아노는 대부분 554헤르츠 정도를 C#으로 조율한다. 청각력이 예민한 사람은 554와 544헤르츠의 차이-거의 1/4 음-도 구별할 수 있다. 중요한 것은 이러한 발견이 처음에는 데이터에 의해서가 아니라 인간의 귀에 의해서 작곡에 확실한 것으로 사용되었다는 사실이다. 위에서 말한 숫자들은 단지 그 후에 발견된 것들이다. 음높이 도표 ( P.118 그림 2)를 보면 이 C#은 거의 정확하게 네 개의 엮기에서 각 기둥의 중앙에서 발견된다는 사실을 알게 된다. 또한 거의 정확하게 흡수율의 중앙에 자리 잡은 평균치로 나타나 있다. 이 C#은 전 주파수 스펙트럼을 위한 평형을 잡아주는 역할을 하는 것 같다.

가장 빈번하게 등장하면서 으뜸음 또는 음 센터 역할을 해야만 하는 음조는 F#이다. 이 F#은 각 엮기에서 3회 이상이나 발견되기는 하지만, 조직력을 행사하는 것은 5도음인 C#이다. 첫 작품인 'Sequencia'는 C#에 조율된 드럼과 함께 타블라(인도의 작은북) 혹은 조율된 드럼을 위해 쓴 곡이었다. 드럼은 전 곡을 통해 지속적인 리듬을 유지한다. 전자음향 합성장치가 오스티나토(ostinato: 일정한 음형을 같은 음높이로 반복하기)나 반복 패턴을 주파수의 원래 소리로 연주하는 동안, 다른 악기들-바이올린, 첼로, 목소리-은 이 중앙 부위를 맴돌면서 조화를 이루어 안정되기도 하고 음과 멜로디를 결합시킨다.

흥미로운 일은 대부분의 징, 벨, 드럼과 같은 동양 악기들은 이 주음에 조율되어있다는 사실에 주목하면서, 아마 우리도 하나의 행성으로서(인체로서는 말할 필요도 없이) 집합적으로 어떤 것에 조율하고자 애쓰고 있음을 시사하는 것이

다. 한 이론에 의하면, 최근에 발견된 펄사(pulsar)는 Vela X(PSR 0833)라고 불리는데 11000년 전에 펄사 상태로 붕괴되었다고 주장한다. 펄사는 현재 지구를 향해 11.24 헤르츠나 이와 동일한 F#으로 라디오파를 방사하고 있다.<sup>2</sup> 그것의 5도나 C#은 16.88이나 539.52 (×25)의 파장인 것으로 밝혀졌는데 이는 놀라울 정도로 DNA의 헤르츠인 544헤르츠에 근사한 수치다. 방사는 회전과 강한 자력장이 결합하면서 생긴다고 과학자들은 생각한다. 이와 같은 규칙적인 방사와 주기가 우리의 에너지장에 미칠 영향에 관해서는 아무도 모른다.

### DNA 염기의 파장은 조화롭게 질서를 유지하는가?

확실히 그렇다. 60개의 음조를 모두 비교해 보면 처음 16개의 배음(倍音)에 정확한 비율이 있음을 알 수 있다. 즉 옥타브, 95th, P4ths, 장 1단 3도, 장 1단 2, 7도 심지어는 '7도 b(플랫)'도 발견되었다. 수학적으로 이렇게 기이한 일이 우연히 발생하기란 있을 수 없는 것이다. 본 펄사는 더 높은 음은 측정할 수 없었지만 캘리포니아 압토스의 랜디 마스터즈가 이 과정을 연구하고 있다.<sup>3</sup> 그는 모든 DNA 주파수를 배음으로 만들어 낼 수 있는 기본 원리를 알아내려고 한다. 이것이 밝혀지면 과학자와 예술가뿐만 아니라 소리와 관련된 모든 사람들, 질병을 치료하는 사람들에게도 매우 가치 있는 일이 될 것이다.

작곡할 때 더 단순하면서 완벽한 비율을 특별히 사용하지는 않았다. 하지만 모든 미세한 관계가 그렇듯이 비율은 존재하였고 자신의 일을 해내고 있었다. 더욱 중요한 것은 원음(raw sound)이다. 예를 들면 'Eikos'(곡명, CD 녹음의 경우에만 해당)는 바이올린이 어떻게 통합된 소리로 시작해서 진행하다가 떠나야 하는지에 지나칠 정도의 관심을 기울인다. 'Eikos'의 에너지는 선(禪)과 같은데; 은밀하며, 장난스런 중간부(middle section)를 가지고 있다.

이 비율에 어떤 정보가 들어 있는지는 아직까지 아무것도 모르고 있지만 그림 3(각 염기 분자의 DNA 주파수를 건반 악기로 '저음'부터 '고음'까지 배열함)을

2 Encyclopedia of Science & Technology. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 1997.

3 Masters R: Personnel communication PO box 64, Aptos, CA, 95001, 831-662-294.

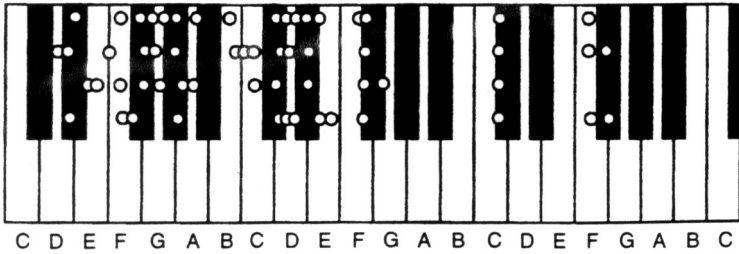


그림 3: 각 염기 분자의 DNA 주파수를 건반 악기로 '저음'부터 '고음'까지 배열함

보면 네 개의 모든 염기에서 신기한 움직임이 생겨나는 것을 알 수 있다. 대충 말하면 장 6도/단 7도인 F#에서부터 위로 D#으로 도약하는 것이다. (그림3의 맨 오른 G)에서 D 사이의 간격에는 측정할 만한 주파수가 전혀 없다. 그 반대쪽(그림3의 왼쪽 첫째 G) 옥타브의 G에서 D 사이에는 긴밀하게 짜여진 22개의 주파수가 있으며 이들 가운데 1/3 이상은 측정되었다. 이러한 '그림자'와도 같은 갭(gap)의 기능은 어떤 것일까? 우연의 일치일까? 아니면 4차원의 반물질 세계를 들여다보는 것일까? 우리는 점점 사물들이 그 내부에 자신의 다른 짝(극이 되는 것)을 내포하고 있다는 것을 발견하고 있다. 이것은 우주의 '법칙'이다. 이 '간격'은 특히 D#-F# 간격으로 두 음이 최저와 최고에서 균형이 맞춰질 경우에는 중요하다. 아래쪽 군(群)에서 9개 음과 위에서 10개의 음정이 균형을 이루는 경우 즉 거의 완벽한 균형이다.

### DNA 코드를 통해 나타낼 수 있는 생리학적인 현상들

비결은 바로 우리의 인체 음악을 듣는 것이다. 그럴 수만 있다면 인체의 의미는 달라질 수 있다. 인체는 더 이상 볼 수 없고 말 못하는 불운한 기계가 아니라 영광스러운 작품으로서 신에 의한 결과품의 일부분인 '위대한 음(音)'이다.

- 『의미와 의학』, 래리 도씨, 의학박사-

수학은 이 과정을 가시화시킨다. 의미를 해독하기도 한다. 우주에는 스스로 조직하는 힘이 있음을 알 수 있다. 우주는 하나의 커뮤니티로서 끊임없이 서로간에 의사전달을 하고 있다는 사실도 알 수 있다. 그렇다면 DNA가 내는 소리는 우리에게 무엇을 전달하고 있는 것일까?

『Sequencia』(저자가 작곡한 DNA뮤직)는 처음에 개념을 통해 의사를 전달하기 시작하며, 우리는 생명의 숨겨진 아름다움을 들을 수 있다. 이를 통해 우리는 하나의 새로운 전망을 갖게 된다. 즉 '위대한 음'에서 우리의 위치를 알게 된다는 것이다. 이 말은 고대 그리스인들이 교육에 관해 내린 정의에서 직접 유래된 것이다. 과학과 자연을 연구하는 목적은 자연 속에서 우리가 차지하는 적합한 위치가 무엇인지 알게 하여 더 큰 형태 속의 우리 역할을 성취하도록 하는 것이다. 참으로 '학생 중심의 학습'이며 자연은 훌륭한 교육자가 된다. 자연으로부터 직접 옮겨진 예술은 존재의 깊은 차원을 경험하게 만든다. 그러므로 예술은 하나의 찬양이다.

『Sequencia』가 의사를 전달하는 두 번째 방법은 단지 그것이 음악이라는 점이다. 여기에는 일상적인 것 이상의 의미가 있다. 나방이 불꽃에 이끌리듯이 우리는 음악에 이끌린다. 작곡된 음악은 생명 자체를 은유한다고 할 수 있다.

음악, 또는 조직화된 소리라는 것은 생명을 은유하기에 거의 완벽한 것이다. 태어나고 진화와 변형의 과정을 경험하며, 자신을 복제하거나 새로운 생명의 길을 창조하고는 죽는다.(우리가 정말로 주의깊게 잘 듣는다면 음악이 끝난 후에도 소리가 계속 들릴 것이다.) 음악의 구성 요소는 모두 균형을 갈망하고 있음을 보여준다. 에너지는 앞을 향해 움직이기 위해 함께 모였다가는 다시 풀어놓아진다. 작은 맥동들(주파수), 좀 큰 맥동들(리듬), 더 큰 맥동들(악구)은 모두가 함께 행동한다. 관계들은 끊임없이 새로운 음(tone), 리듬, 사건들이 나타나고 사라짐에 따라 관계들이 끊임없이 형성되고, 재형성되곤 한다. 음악은 우리가 삶을 살아가는 적극적인 방식이며, 곧 우리가 삶을 살아가고 싶어하는 방식이다. 그것은 바로 생명의 과정 자체다. 만일 음악이 흐르지 않는다면 대단히 짜증이 날 것이다. 당신이라면 하나로 고정된 녹음소리를 얼마나 오래 견딜 수 있겠는가?

---

여기에 물리학을 도입하면 더 나은 비유가 된다. 음악은(말 그대로) 혼돈과 수학의 형태로 자연 자체의 본질을 모방한다. 음악이라는 조수(潮水)의 흐름을 특징짓는 수학 공식이 동일하게 자연에 널리 존재하고 있다는 사실이 밝혀지고 있다. 강물의 흐름, 인간의 심장 박동, 지축의 흔들림과 같은 것에도 음악에서와 똑같은 수학 공식이 적용된다. 이것은 단순한 진동이 아니다. 해안선이나 구름, 산맥이나 그 밖의 자연 풍경이 불규칙적인 형태를 이루고 있어도 리듬과 매우 유사한 것이 존재한다. 어떤 차원에서 보면 두뇌는 틀림없이 자신의 실체를 한 폭의 복잡한 음악으로 된 풍경화로 인식할 것이다. 이 점에 주의를 돌리면 우리가 듣는 음악은 마치 고향과 같이 느껴질 것이다. 우리가 그 음악을 좋아하는 것은 조금도 이상한 일이 아니다.

분광 음악(spectral music)의 결합과 비율을 통해 뭔가 예사롭지 않은 일이 직접 교통되고 있는 것 같다. ‘마음을 누그러뜨린다, 편안하다, 넓은 느낌, 확대의 느낌’ 같은 것들이 이 분광 음악을 들어 본 사람들이 묘사할 때 가장 많이 사용되는 말이다. 『Sequencia』는 ‘뉴에이지’나 시위 음악(demonstration music)도 아니고 누구를 ‘치료’하기 위해 작곡된 것도 아니다. 그 음악이 작곡된 것은 음악을 작곡하는 것이 음악가의 일이기 때문이었다. 그러나 10년 동안 동일한 반응만 들려 올 뿐 실제로 어느 누구도 불평하는 소리를 들어보지 못했다는 것은 참으로 놀라운 일이 아닐 수 없다. 음악을 듣고 있으면 ‘자신의 머리에서 진행되는 것이 간섭을 받거나 음악이 너무나 침투해 들어와서’ 전혀 (아니면 거의) 들을 수 없다고 고백하는 이들도 있다. 그러나 그들도 이 DNA 음악을 좋아하고 심지어는 열광한다. 네, 다섯 명 가운데 한 명은 심오하고 거의 경건에 가까운 반응을 나타낸다. 운동 교사들도 학생들이 적극적으로 반응을 한다며 이 음악을 좋아한다. 우연히 만들어진 미세음의 조합으로 작곡한 60가지 음악에 사람들은 동일하게 반응할 것인가? 아무도 모를 일이다. 확실히 동일한 음악적 자료를 가지고 시작하더라도 음을 배열하는 데는 수 없이 다양한 스타일이 있다. 그러나 빛의 근원인 이 특별한 DNA 비율은 귀로 들으면 대단한 흥미를 일으킨다. 처음에는 신경계가 깨어나면서 정신이 차려진다. 소리의 연결이었던 것이 이제는 더 깊은 차원에 있는 정신세계로 진입한다. 연계성의 느낌, 친숙함을

---

호소하는 사람들의 보고도 있다. “편안함을 느껴요.”라고 말한다.

인체가 자신을 인지하고 또 인체가 인지한 것을 정신에 전달하고 있다는 사실을 숙고해 보면 우리는 황홀해진다.

## 소리가 인체에 미치는 영향

음악창작의 원 재료인 소리가 우리의 존재 즉, 우리의 의식에 어떻게 영향을 미치는지 아무도 모른다. 신비롭게도 소리 전달 파동을 통해 우리에게 전해지는 의미를 해독함으로써 이 파동을 다만 귀로만 듣는 것이 아니라 뼈와 조직과 인체를 이루고 있는 물질을 통해 직접 전신으로 경험할 수 있는 파동으로 인식할 수 있다. 우리의 몸은 소리를 압력으로 느낀다. 몸이 압전기를 띄고 있으므로 압력을 전기적인 신호로 바꾼다는 것은 우리가 이미 알고 있는 사실이다. 마치 내부의 귀가 신호를 뇌로 보내는 것과 같다. 이렇게 소리는 분자 세계의 많은 영역에 직접 영향을 미치기 때문에 어떻게 해서든 의미를 만들어 내는 인체의 기관에 전달된다.

많은 의료기관의 연구 결과를 통해 소리가 인체의 호르몬과 다른 생리학적 시스템에 영향을 미친다는 것이 확실해졌다. 캘리포니아 말리브 비취의 발레리 헌트 박사<sup>4</sup>는 소리가 오라, 즉 몸을 둘러싸고 있는 에너지장에 미치는 강력한 영향력을 측정하고자 방대한 연구를 했다. 이 연구의 대부분은 헌트 박사가 UCLA에서 교수로 재직 중일 때 이루어졌다. 의심할 여지없이 공명에 관한 깊이 있는 지식으로 인해 전 세계의 많은 의사와 연구자들이 소리를 여러 가지 방법으로 사용하는데 성공하였다. 몇몇 연구자들은 환자의 목소리나 기계를 사용하여 소리 주파수를 직접 인체 몸에 닿게 한다. 그들의 방법은 대개 환자의 자연 치유력이 되살아나도록 할 수 있을 만큼 일관성이 있다. 바로 이렇게 상태가 조화롭게 되면서 혼돈과 정지된 상태가 사라진다. 생리적, 감정적 모든 차원에서 의사소통이

---

4 Hunt V: Infinite Mind: The Science of Human Vibrations, Malibu, CA: Malibu Publishing Co., 1989.

이전보다 맑고 밝아지면서 더욱 건강해진다. 자연은 이러한 공명 상태를 좋아하므로 이때는 에너지가 거의 소모되지 않는다.

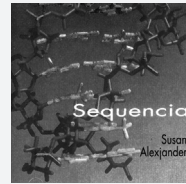
우리의 정신과 생리는 소리의 공명에 의해 생명의 적외선 패턴인 빛을 인식할 수 있다고 믿을 만한 이유는 많다. 이 정보를 가지고 우리가 무슨 일을 할 것인지는 누구나 추측할 수 있다.

## 결론

DNA의 스펙트럼 음을 연구하는 동안 숨겨진 아름다움과 질서에 관한 새로운 사실들을 알게 되었다. 이 질서는 매트릭스 안에서 표현하고 즉흥적인 작품을 만들 수 있는 자유를 암시한다. 주파수 데이터에 화성학의 비율이 존재한다는 사실은 생명의 다른 부분도 우주와 연결되어 있을 가능성을 암시하며 또한 그러해야 한다. 왜냐하면 우리의 세계가 거의 대부분 그러한 질서 속에 존재하기 때문이다. 음악과 건축, 그림, 춤의 경우에도 조화로운 비율과 여러 가지 다른 형태를 통해 창의적으로 표현한다. 심지어 작가는 카드의 디자인에서도 양변이 파이 관계인 황금분할 직사각형(Golden Rectangle)을 이용한다. 자유롭게 표현하고 즉흥적인 작품을 만드는 인간의 능력이 수 천년 동안 인간을 하나의 종으로서 구원할 수 있었던 것은 틀림없는 일이다. 음악은 항상 두 가지 요소, 즉 질서와 자발성을 나타내 왔다. 생명의 화학현상인 DNA의 음악을 들으면 자연스럽게 편안해지는 것 같다. 왜

『Sequencia』(카세트와 CD) 수잔 알렉산더가 작곡한 세 개의 독창적인 음악으로 아테닌, 구아닌, 타이민, 시토신의 적외선 스펙트럼으로부터 만든 미세음계를 사용하여 목소리, 타블라, 바이올린, 첼로, 전자 음향 합성장치로 연주한다.

(주: 'Eikos'는 1994년에 작곡되었으며 CD로만 나와 있다.)



『DNA 조곡』: D.W. 디머 박사가 만든 음악으로서 카세트로 나와 있다. 인간의 인슐린 유전자에 있는 뉴클레오타이드 연속체와 두 개의 위성 DNA 그리고 놀랍게도 인간 게놈의 1/10 이상을 차지하는 연속체를 반복하는 300 뉴클레오타이드인 Alu Consensus를 건반악기로 직접 옮겨 적은 것이다.


『분자 명상』: 데이빗 디머가 항체 유전자에 있는 뉴클레오타이드 연속체를 전자 음향 합성 장치로 옮겨 놓은 것으로 카세트로 나와 있다.

구입 문의: xjander@got.net

.....

나하면 우리의 내적인 존재는 음악을 들을 때처럼 항상 커다란 열망을 품고 있기 때문이다. 그 열망은 곧 우리 자신이 바로 음악이라는 깨달음이다. 신비가이며 수피 시인인 루미는 이 점을 다음의 시에서 가장 잘 표현했다.

낮이나 밤이나, 음악이 흐르네,  
고요하고 밝은 리드음악이 흐르네,  
음악이 사라지면 우리가 사라지네.

- 『4행시』, 루미 - 

## 감사의 글

아주 소중한 도움을 주신 것에 대하여 데이빗 디머 박사께 감사드리고 싶다. 과학 부분은 직접 그가 직접 집 했거나 편집하였다.

### ■ 저자 : 수잔 알렉산더(Susan Alexander) · 데이빗 W. 디머(David W. Deamer)

수잔 알렉산더는 산 호세 대학교에서 작곡과 이론 전공으로 석사 학위를 받았다. 전에는 대학교에서 가르쳤지만, 현재는 캘리포니아 샌크라멘토에 있는 유니온 학원에서 보조 교수로 재직하고 있다. 그녀의 작곡 창작품은 미국 전역에서 연주되었고 무용단과 함께 합작을 만들기도 하였다. 『Sequencia』는 세계적으로 알려진 곡이며 CNN, BBC Radio, Wisconsin Public Radio에서도 방송되었고 보스턴 과학 박물관, 샌프란시스코 현대미술 박물관, 산타 바바라 미술관 등에서 인기 프로그램으로 다루어졌다. 1995년에 미시간 미드랜드에 있는 알덴 B. 다우 창조성 센터로부터 장학금을 받아서 음악 데이터로서 살펴본 광물계의 기하학을 연구하고 있다. 현재 데이빗 디머 박사가 설립한 회사인 “과학과 예술”의 국장으로 있다. 이 회사는 ‘음악적’ 주파수의 세계에 대한 연구를 계속하고 있다. 또한 “진화 2000”이라 불리는 멀티미디어 프로젝트를 위한 음악을 작곡하고 있다. 조율 은행(tuning banks)으로서 그녀는 펄사 파장, 원자핵의 자력에 의한 회전(라모르 파장), 기타 자연 현상들을 사용한다.

데이빗 W. 디머 박사는 산타 크루즈에 있는 캘리포니아 대학교 교수로서 화학과 생화학을 가르치고 있다. 노스 캐롤라이나 더럼의 듀크 대학교에서 받은 학사 학위는 화학 분야에서였다. 박사학위는 오하이오 주립대학교 의과 대학에서 생리화학 분야로 받았다.(1965) 레스터 펙커와 다네일 브랜튼과 함께 포스트 닥터를 한 후, 그는 1967년에 UC 데이빗에서 교수가 되었다. 1994년에는 실험실과 교육 장비를 UC 산타 크루즈로 옮겼다. 디머 박사가 NASA로부터 지원을 받아 하는 연구는 세포의 기원으로 거슬러 올라가는 진화적 사건에 있어서 막(membranes)이 하는 역할에 관한 것이다. 그의 실험실은 1985년부터 외계 생물학 프로그램의 지원을 지속적으로 받아 왔다. 디머 박사가 미국 보건성(NIH)로부터 후원을 받아 하고 있는 연구는 외가닥인 RNA 나 DNA가 박테리아의 독소 통로를 통해 움직이며 그 결과로 이온의 흐름이 방해 받을 수 있음을 발견한 것과 관련이 있다.