

근대 과학혁명과 천구의 음악

원 준 식*

- I. 들어가는 말
- II. 천구의 음악, 그 이념과 전통
 - 1. 근대 이전의 천문학
 - 2. 플라톤-피타고라스적 전통
- III. 근대 과학혁명기의 재해석
 - 1. 과학사-음악사적 지평
 - 2. 케플러의 천체 음악
- IV. 맺는 말

I. 들어가는 말

오늘날의 일반적인 관점에서, 음악은 주관적인 원리에 근거한 미적 영역으로, 수학적 합리성에 입각한 과학과는 질적으로 다른 것으로 이해된다. 그러나 과학혁명이 한창이던 17세기까지도 음악은 과학의 한 분과로서 산술, 기하학, 천문학과 함께 4과(quadrivium)에 속해 있었고, 당시 과학자들의 주요 탐구영역 중 하

* 대전대학교 교수

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음 (NRF-2013S1A5A8025231).

나였다. 이런 전통은 고대 그리스에서부터 시작되는데, 현의 길이와 음높이 사이의 관계에 관한 피타고라스학파의 발견은 음악과 과학을 결합시킨 최초의 사례로 기록된다. 이에 따르면, 진동하는 현의 길이와 음높이 사이에는 일정한 수학적 관계가 존재하며, 특히 협화음의 경우에는 그 관계가 간단한 정수비로 표현된다는 것이다. 이 때 협화음의 비율을 구성하는 정수들은 자연의 원리를 내포하는 형이상학적 상징으로 간주되었고, 그에 근거하는 협화음 역시 우주의 조화를 반영하는 것으로 이해되었다.

‘천구의 음악(Music of the Spheres)’ 혹은 ‘천구의 하모니(Harmony of the Spheres)’라는 개념은 천체들이 완벽한 수학적 비례를 이루면서 운동하며 그것이 음악적 하모니의 원형이라는 생각을 함축하고 있다. 이것은 천체들의 운동이 단순히 ‘조화롭게’ 보인다는 막연한 주장을 넘어, 명백히 음악적인 연관을 지니고 있었다. 즉, 지구 주위를 회전하는 천체들의 속력과 간격이 음악에서의 음정들과 동일한 비례를 이룬다는 것이다. 이처럼 지상 음악의 원형으로서 ‘천구의 음악’은 한편으로는 천체들의 조화로운 운동을 표현하고, 다른 한편으로는 협화음 체계를 우주의 보편적 원리에 근거한 것으로 절대화하는데, 이것이 피타고라스 음악이론의 신비주의적 특징이다. 그럼에도 ‘천구의 음악’ 교리에 구체화되어 있는 음악적 이론화는 일종의 원형적 과학(proto-science)이었으며, 그런 점에서 그것은 음악이론의 출발점인 동시에 우주론과 천문학의 출발점이기도 했다.

피타고라스의 이론은 근대 과학혁명을 거치면서 주제에 따라 각기 다른 방식으로 수용되었다. 협화음 체계에 대한 갈릴레이 부자와 메르센 등의 과학적 탐구가 음악에서의 신비주의 전통을 타파하고 음악의 합리화 과정을 촉진시킨 데 반해, 1) ‘천구의 음악’ 교리는 신비주의적 색채를 유지한 채 케플러와 뉴턴에 의해 새롭게 해석되었다. 특히 케플러는 전통적인 신플라톤주의적 관점을 유지하면서, 음악사와 과학사의 새로운 지평에서 그 교리를 재구성하고자 했다. 즉, 단성음악과 지구중심체계 대신, 다성음악과 태양중심체계에 근거해서 천체운동의 하모니

1) 이에 대해서는, 원준식, 「근대 과학혁명과 음악의 합리화」, 『미학·예술학연구』 37집(2013), 한국미학예술학회, 125-157쪽 참조.

를 밝히는 것이 그의 평생의 연구 프로그램이었다. 이 과정에서 그의 행성운동 법칙이 발견되었다는 점에서, ‘천구의 음악’은 그 신비주의적 색채에도 불구하고 근대 천문학의 기틀을 마련하는 중요한 계기를 제공했다고 할 수 있다. 따라서 이 논문에서는, ‘천구의 음악’ 전통과 이에 대한 케플러의 재해석을 통해 그것이 지닌 음악사적, 과학사적 의미를 조명해 보고자 한다.

II. 천구의 음악, 그 이념과 전통

1. 근대 이전의 천문학

고대 그리스 천문학의 기본 전제는 불완전한 지상계와 대비되는 완전한 천상계의 이념이었고, 이런 전제에서 지상계와 차별화된 천상계의 특징들을 상정했다. 예를 들면, 생성소멸을 반복하는 지상의 물체는 4원소(흙, 물, 공기, 불)로 이루어져 있는 데 반해 불변하는 천상의 물체는 에테르로 이루어져 있으며, 그 운동도 서로 다르다는 것이다. 아리스토텔레스에 따르면, 지상계에는 사물의 본성에 따른 자연운동과 외부 원인에 의한 강제운동이 존재하지만, 완전한 천상계에는 자연운동만이 존재한다. 자연운동도 지상에서와 천상에서가 다른데, 지상에서는 연기가 위로 올라가거나 돌이 밑으로 떨어지는 것처럼 상·하의 운동인 데 반해, 천상에서의 자연운동은 완전한 원운동이다. 즉, 천체들은 기하학적으로 완전한 원궤도를 따라 일정한 속력으로 운동하며, 이것이 완전한 천상계의 특징이라는 것이다. 근대 이전의 모든 천문학 이론은 이렇듯 완전한 원운동을 전제하고, 천체의 모든 운동이 원운동들의 조합에 의해 설명될 수 있다고 생각했다.

그런데 천체들의 운동은 오늘날 생각하는 것처럼 별 자체의 운동을 의미하는 게 아니었다. 고대인들은 별이 허공 중에 떠있는 것이 아니라 거대한 공 모양의 수정체 천구에 박혀 있으며, 이 천구들이 회전하면서 별을 운반한다고 생각했

다. 즉, 천체들의 원운동은 별 자체의 운동이 아니라 바로 이 천구들의 회전에 의한 것이었다. 당시의 지구중심체계에서는 지구를 중심으로 하는 8개의 동심구가 존재하는데, 항성들을 품고 있는 가장 바깥쪽 천구는 하루에 한 번씩 동쪽에서 서쪽으로 회전하고, 행성들을 품고 있는 안쪽의 7개 천구들은 각기 고유한 속력으로 반대 방향 즉 서쪽에서 동쪽으로 회전하면서 행성들의 공전을 만들어낸다는 것이다.

지구중심설이 고대 천문학의 지배적인 가설이기는 했지만, 다른 이론이 없었던 것은 아니다. 기원전 5세기에 필로라우스(Philolaus)는 태양뿐만 아니라 지구도 하나의 행성으로서 우리에게 보이지 않는 대지구(counter-earth)와 함께 ‘중심의 불’ 주위를 회전한다고 설명했고,²⁾ 기원전 200년경에는 지구의 자전과 공전을 주장한 아리스타르코스(Aristarchus)의 태양중심설도 등장했다. 지구중심설에 근거하는 체계들도 행성들의 위치에서는 서로 달랐다. 그리스 시대에는 중심의 지구로부터 달·태양·금성·수성·화성·목성·토성의 순서로 배열하는 체계가 일반적이었지만, 헬레니즘 시대를 지나면서 달·수성·금성·태양·화성·목성·토성의 순서로 배열해서 태양을 7개 행성들의 중앙에 위치시키는 체계가 우세해졌다.³⁾

지구중심설이 엄밀한 과학적 체계로 완성된 것은 2세기경 프톨레마이오스(Ptolemaeos)에 의해서다. 그는 천문학적 관찰과 기하학적 추론을 통해 지구가 구형이라는 것과, 그것이 움직이지 않고 정지해 있으며 그 주위를 태양과 달, 별들이 선회한다는 것을 논증하고, 이를 토대로 정밀한 체계를 구성함으로써 다양한 천체 운동을 거의 정확하게 설명해낼 수 있었다. 그의 체계는 천문학에서 거의 독보적인 지위를 차지했고, 그 지위는 근대에 이르기까지 별다른 도전 없이 유지

2) Aristotle, *On the Heavens*, trans. by W. K. C. Guthrie, Cambridge: Harvard Univ. Press, 1939, 293a17-b1. 아리스토텔레스는 이 체계를 막연히 피타고라스학파에 귀속시켰지만, 피타고라스 자신이나 그 학파 전체보다는 필로라우스 개인의 이론으로 보는 것이 일반적인 견해다. 이에 대해서는, W. Burkert, *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism*, trans. by Edwin L. Minar, Cambridge: Harvard Univ. Press, 1972, pp. 301-321, pp. 337-350 참조.

3) W. Burkert, *op. cit.*, p. 300, p. 318.

되었다. 도전은 16세기에 시작되는데, 코페르니쿠스(N. Copernicus)의 『천구의 회전에 관하여』(1543)는 태양중심적 가설에 입각한 새로운 천문학의 출발점이었다. 그러나 책 제목에서도 알 수 있듯이, 그는 별이 운동하는 게 아니라 천구가 회전하며 그 회전궤도가 완전한 원이라는 전통적인 관점을 고수하고 있었다. 그런 점에서 보면, 그의 천문학은 프톨레마이오스로 대변되는 전통적인 천문학을 근본적으로 혁신하지는 못했다. 근본적인 혁신은, 태양중심체계에 입각해서 천구의 개념을 해체하고 타원궤도를 도입한 케플러(J. Kepler)에 의해 이루어졌다.

2. 플라톤-피타고라스적 전통

4과 체제는 음악이 오랫동안 과학의 한 분과로 간주되어 왔음을 보여주는 데, 이 때 ‘과학’은 자연을 정성적으로(qualitatively) 설명하는 아리스토텔레스적 자연철학이 아니라, 정량적인(quantitative) 설명에 근거하는 수리적 과학을 의미한다. 산술은 정수와 같은 불연속적인 양(discontinuous quantity)을 다루고, 기하학은 유리수나 무리수 같은 연속적인 값으로 표현될 수 있는 양(continuous quantity)을 다루는 학문이다. 산술과 기하학이 그런 양들을 추상적으로 다루는데 반해, 음악과 천문학은 그런 양들로 표현될 수 있는 구체적인 물리적 실재를 다루는데, 음악이 산술적인 양에 근거한다면 천문학은 기하학적인 양에 근거한다. 이처럼 4과가 ‘수’에 근거하는 학문들로 구성된 것은 플라톤-피타고라스적 유산인데, ‘4과’라는 용어를 만든 사람은 1세기에 피타고라스의 음악이론을 정리한 보에티우스(Boethius)고, 그 이전에 산술, 기하학, 음악, 천문학을 ‘지혜로 상승하기 위한 4가지 단계’⁴⁾로 규정한 사람은 신플라톤주의자인 이암블리코스(Iamblichus)였다.

아리스토텔레스에 따르면, 수학적 학문들에 대한 최초의 연구는 피타고라스 학파에 의해 이루어졌다. 그들은 수의 원리가 존재하는 모든 것의 원리이고 그

4) Gene H. Anderson, “Pythagoras Musicus”, 『음악논단』 2집(1985), 한양대학교 음악연구소, 75쪽.

요소가 모든 것의 요소라고 생각했는데,⁵⁾ 실제 그들이 발견한 하모니의 수학적 원리는 서양 음악이론의 출발점이 되었다. 그들의 발견에 따르면, 진동하는 현의 길이가 간단한 정수비 즉 1:2, 2:3, 3:4의 비를 이룰 때 각각 옥타브와 5도, 4도 음정에 해당하는 협화음이 산출된다. 이를 음정비로 바꿔 하나의 수열로 표현하면 <1, 4/3, 3/2, 2>가 되는데,⁶⁾ 4도와 5도에 해당하는 4/3와 3/2은 옥타브 관계에 있는 1과 2의 조화평균과 산술평균이다.⁷⁾ 즉, 옥타브는 조화평균과 산술평균이 되는 지점에서 4도와 5도로 분할되는 것이다. 피타고라스 음계(Pythagorean scale)는 이런 협화음 체계에 근거한 것으로, 여기서 온음은 4도와 5도의 차이인 9:8, 반음은 256:243의 비를 이룬다.

C	D	E	F	G	A	B	C'
1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2
	(9/8)	(9/8)	(256/243)	(9/8)	(9/8)	(9/8)	(256/243)

[그림 1] 피타고라스 음계

피타고라스와 그의 학파는 “우주 전체가 하모니이자 수”⁸⁾라고 믿었고, 그런 점에서 음악과 천문학을 자매학문으로 간주했다.⁹⁾ 그들은 음악에서의 발견을 천체들의 운동과 연관시키는데, 천구들이 회전하면서 소리가 발생할 뿐 아니라 그 소리들이 조화로운 음악을 만들어낸다고 생각했다. 아리스토텔레스는 『천상에 관하여(De Caelo)』에서 이에 부정적인 입장을 취하면서 피타고라스학파의 주장을 전하고 있다.

5) Aristotle, *Metaphysics*, 『형이상학』, 조대호 옮김, 나남, 2012, 985b24 - 986a4.

6) 예를 들어 5도를 산출하는 현 길이의 비 2:3은 수학적으로는 2/3를 의미하지만, 진동수는 현의 길이에 반비례하기 때문에 5도의 경우 진동수의 비 즉 음정비는 3/2이 된다. 마찬가지로 4도와 옥타브의 음정비는 각각 4/3와 2/1가 된다.

7) a 와 b 의 조화평균은 $\frac{2ab}{a+b}$, 산술평균은 $\frac{a+b}{2}$ 로 구해진다.

8) Aristotle, *Metaphysics*, 986a4.

9) Plato, *Republic*, 『국가, 정제』, 박종현 옮김, 서광사, 1997, 530d.

피타고라스학파는 그렇게 큰 물체들은 그 운동에 의해 소리를 산출할 것이 분명하다고 주장했는데, 크기와 속력이 그에 훨씬 못 미치는 지상의 물체들도 그 운동에 의해 소리를 산출하기 때문이라는 것이다. 태양과 달, 그리고 수많은 거대한 별들이 무시무시한 속력으로 움직일 때, 엄청나게 큰 소리가 생기지 않는다는 건 믿을 수 없다는 것이다. 이런 전제에서, 그리고 그 거리에 의해 판단되는 별들의 속력이 음악적 협화음의 비율과 일치한다는 전제에서, 그들은 별들이 회전할 때 발생하는 소리들이 하모니를 이룰 것이라고 단언했다.¹⁰⁾

별들의 속력이 협화음의 비율을 이루기 때문에 그로 인해 발생하는 소리들이 하모니를 이루는 것이라면, 음높이를 결정하는 직접적인 요인은 별의 속력이라고 할 수 있다. 그런데 고대의 천문학적 전제에서는 별들이 ‘일정한 속력으로’ 원운동을 하기 때문에, 별들은 각기 자신의 속력에 따라 하나의 음을 산출하게 된다. 그리고 그 속력이 ‘거리에 의해 판단’된다는 점에서, 지구로부터 별까지의 거리 즉 천구의 반지름에 따라 음높이가 결정되는 셈이다. 이것은 고대의 여러 기록들이 전하는 바, 피타고라스가 천구들 사이의 거리를 음정에 대응시켰다는 점에서도 확인된다.¹¹⁾ 결국 피타고라스학파의 교리에 따르면, 천구들이 지구를 중심으로 회전하면서 그 반지름과 그에 상응하는 속력에 따라 각각 하나씩의 음을 산출하는데, 그 음들이 지상의 음악과 동일한 하모니를 이룬다는 것이다.

거대한 천구들이 빠른 속력으로 움직이면서 엄청나게 큰 소리를 만들어낸다면, 왜 그 소리가 우리에게 들리지 않는가? 이 문제에 대해서는, 우리가 태어날 때부터 그 소리가 항상 우리와 함께 했기 때문이라고 설명된다. 소리와 침묵은 서로 대조됨으로써 지각되는데, 천구 음악의 경우에는 그와 대조되는 침묵을 갖고 있지 않다는 것이다.¹²⁾ 오랜 기간 작업으로 인해 주변 소음에 무감각해진 구리세공인처럼, 우리는 소리가 없는 것을 경험하지 못했기 때문에 그것을 들을 수

10) Aristotle, *On the Heavens*, 290b15-23.

11) 예를 들면, 플리니우스(Pliny the Elder)와 센소리누스(Censorinus)의 기록이 있다.

12) Aristotle, *On the Heavens*, 290b24-29.

없다는 것이다.¹³⁾ 오직 피타고라스만이 그 소리를 들을 수 있었다고 전해지는데, 이처럼 천구의 음악은 피타고라스 같은 예외적인 인간만이 들을 수 있는 음악으로 이해되었다.

피타고라스주의의 많은 것이 그렇듯, ‘천구의 음악’ 교리도 플라톤과 그 제자들에 의해 재해석되어 플라톤화된 형태로 다음 세대에 전해졌다. 플라톤은 이 교리를 두 곳에서 다뤘는데, 그 두 구절이 이후 세대에게 천구 음악에 관한 가장 권위 있는 전거였다. 그 중 하나는 『국가』 10권에 나오는 에르(Er)의 신화다. 죽었다가 저승에서 되돌아온 에르는 영혼들이 심판받는 광경을 따라가면서 천상의 풍경을 묘사한다. 그 중 아낭케(Anankē) 여신의 방추에는 8개의 돌림추가 마치 포개져 있는 사발처럼 끼워져 있어 위에서 보면 8개의 동심원을 형성하는데, 방추의 회전에 따라 바깥쪽 원은 그와 같은 방향으로, 안쪽의 7개 원은 반대 방향으로 회전한다. 이 때, “각각의 원 위에 세이렌이 올라서 함께 회전하면서 한 가지 음으로 소리를 내고, 이 8개의 소리가 모여 하나의 하모니를 만들어낸다”¹⁴⁾는 것이다. 천구 음악에 대한 이 신화적 이미지는 피타고라스적인 관념을 형상화하고 있지만, 그에 대한 플라톤의 관심은 청각적인 소리가 아니라 추상적인 원리에 있었다.¹⁵⁾ 그는 피타고라스학파가 “협화음과 그 밖의 소리들을 대비해서 측정하는” 데 시간을 낭비한다고 지적하고,¹⁶⁾ 하모니의 원인으로서 그 수학적 관계를 파악할 것을 요구하면서 이를 『티마이오스』에서 수행한다.

『티마이오스』에서 천구의 음악은 우주 기원에 관한 신화적 설명을 통해 다뤄지는데, 여기서 음악과 천문학의 관계는 철저히 수학적인 측면에서 추적된다. 우주 제작자인 데미우르고스(Dēmiourgos)는 세계를 물질적인 형태로 만들기 전에 먼저 세계영혼을 만들었다. 그는 우선 형이상학적인 재료들을 섞어 혼합물을 만

13) 이에 대해 아리스토텔레스는 우리가 소리를 듣지 못하는 것은 단지 소리가 없기 때문이라고 반박하면서, 그 교리가 아름다운 인상은 줄지라도 결코 진실은 아니라고 단언한다. *Ibid.*, 290b30-291a28.

14) Plato, *Republic*, 617b.

15) 그런 점에서, 세이렌의 소리는 비물질적인 것으로 이해할 수도 있을 것이다. W. Burkert, *op. cit.*, p. 354.

16) Plato, *Republic*, 531a.

든 뒤 그것을 분할하는데, 처음에 한 부분을 떼어내고, 다음에는 그것의 2배와 3배가 되는 부분, 그 다음에는 4배와 9배, 그리고 마지막으로 8배와 27배 되는 부분을 떼어낸다.¹⁷⁾ 이 작업은 2배수 수열 <1, 2, 4, 8>과 3배수 수열 <1, 3, 9, 27>을 따라 진행되면서 <1, 2, 3, 4, 8, 9, 27>의 수열을 형성하는데, 이것이 세계의 구조를 결정하는 가장 중요한 것으로 설명된다. 다음 단계에서 데미우르고스는 혼합물을 더 떼어내 2배수 수열과 3배수 수열 각각의 간격들을 메우는데, 그 양은 인접한 두 수의 조화평균과 산술평균에 해당한다. 예를 들면, 1과 2 사이에는 $\frac{4}{3}$ 와 $\frac{3}{2}$ 이 삽입되어 <1, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, 2>의 수열이 만들어지는데, 그 수들 사이에 $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{9}{8}$ 의 간격이 생기고, $\frac{9}{8}$ 의 간격으로 $\frac{4}{3}$ 의 간격을 채워나가면 $\frac{256}{243}$ 의 간격이 남는다.¹⁸⁾ 이 간격들이 피타고라스 음계의 음정들을 의미한다는 것은 분명하다. 이런 방식으로 2배수 수열과 3배수 수열은 각각 <1, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, 2, $\frac{8}{3}$, 3, 4, $\frac{16}{3}$, 6, 8>과 <1, $\frac{3}{2}$, 2, 3, $\frac{9}{2}$, 6, 9, $\frac{27}{2}$, 18, 27>로 확장되는데, 이 수들 사이의 모든 간격은 피타고라스 음계의 3개의 협화음(옥타브, 5도, 4도)과 온음, 반음에 해당한다.

이처럼 혼합물을 음정으로 분할한 후에, 데미우르고스는 그 전체 구조를 길이 방향으로 둘로 나눠 'X'자 모양으로 교차시키고, 각 끈의 양쪽을 연결해서 두 개의 원을 만든다. 그리고 이 원들이 두 번 교차하는 구조를 만들어 회전하게끔 하는데, 오른쪽으로 회전하는 바깥쪽 원이 전체 운동에 대한 주도권을 갖는다. 반면 안쪽 원은 크기가 다른 7개의 원으로 나뉘어 각기 상이한 속력으로 동심원을 그리면서 회전하는데, 원들의 크기는 분할의 첫 단계에서 등장한 수열 <1, 2, 3, 4, 8, 9, 27>에 의해 결정되는 것으로 설명된다.¹⁹⁾ 그리고 이 원운동들이 천체의 운동을 규정하는데, 행성들은 안쪽부터 달·태양·금성·수성·화성·목성·토성의 순서로 위치해서²⁰⁾ 세계영혼의 수학적 질서에 따른 각각의 궤도를 운행한다는

17) Plato, *Timaeos*, 『티마이오스』, 박종현·김영균 옮김, 서광사, 2000, 35b-c.

18) *Ibid.*, 36a-b. 여기서 간격(interval)은 음정과 마찬가지로, 두 수의 차이가 아니라 비율을 의미한다.

19) *Ibid.*, 36b-d.

20) 이러한 배열이 고대 그리스의 일반적인 행성체계다.

것이다.

플라톤이 물리적인 세계에 앞서 세계영혼을 설정한 것은, 이 세계가 살아있는 완전한 전체이며 이성적인 질서에 따라 조화로운 운동을 한다고 말하기 위해서다. 세계영혼은 조화로운 음정들로 분할되어 온음계에 상응하는 구조를 갖게끔 만들어지고, 그 운동은 음악적으로 규정된 구조 안에서 통합된다.²¹⁾ 그리고 천체들의 배열과 운동은 세계영혼의 이런 음악적 질서에 맞춰져 있으며, 하모니의 수학적 원리에 근거하는 것으로 설명되는 것이다. 이처럼 음악적 우주에 관한 피타고라스학파의 개념을 수용함으로써 플라톤은 ‘천구의 음악’을 서양 자연철학의 중심으로 끌어들었고, 이러한 플라톤-피타고라스적 전통이 중세를 거쳐 르네상스까지 이어졌다.

천구 음악에 관한 초기의 이론들은 주로 천구들 사이의 간격(interval)과 음정(musical interval) 사이의 관계에 근거하고 있다. 이것은 피타고라스에서 직접 기인하는 전통으로, 플리니우스(Pliny the Elder)는 피타고라스가 지구에서 달까지의 거리를 온음으로 잡고, 이를 기준으로 천구들 사이의 상대적인 거리를 음정에 대응시켰다고 말한다. “피타고라스는 음악이론을 이용해서 지구부터 달까지의 거리를 온음, 달부터 수성까지는 반음, 수성부터 금성까지도 반음, 금성에서 태양까지는 한 개의 온음과 한 개의 반음, 태양에서 화성까지는 온음, 화성에서 목성까지 반음, 목성에서 토성까지 반음, 그리고 토성에서 황도까지는 한 개의 온음과 한 개의 반음으로 지정했다. 따라서 7개의 온음이 옥타브(diapason)라고 불리는 하모니 즉 우주의 하모니를 산출한다.”²²⁾ 그러나 이 설명에는 기본적인 오류가 있다. 옥타브는 7개의 온음이 아니라 6개의 온음으로 이루어지기 때문인데, 후에 켄소리누스(Censorinus)는 플리니우스의 서술을 반복하면서, 토성에서 황도까지의

21) A. Barker, *The Science of Harmonics in Classical Greece*, New York: Cambridge Univ. Press, 2007, p. 319.

22) Pliny the Elder, *Natural History*, in: *The Harmony of the Spheres: A Sourcebook of the Pythagorean Tradition in Music*, ed. by Joscelyn Godwin, Rochester: Inner Traditions International, 1993, p. 8. 플라톤의 경우와는 달리 여기서는 태양이 7개 행성들의 중앙에 위치하는데, 이는 헬레니즘 시대 이후 달라진 행성체계를 반영하고 있다.

거리를 반음으로 수정해서 6개의 온음이 옥타브를 구성하는 것으로 정정했다.²³⁾ 이처럼 천체들 사이의 거리가 음정으로 환원됨으로써, 천체들의 배열은 하나의 음계로 표현될 수 있었다.

천구의 음악을 행성들의 배열이 아니라 그 운동에 근거시키는 이론들도 있었다. 이 때 음높이의 차이는 회전비율의 차이에 기인하는 것으로 간주되는데,²⁴⁾ 키케로(Cicero)는 『스키피오의 꿈(*Dream of Scipio*)』에서 이런 관점을 보여준다.

나는 물었다. “제 귀를 가득 채우고 있는 이 크고 즐거운 소리가 뭐죠?” 할 아버지께서 대답하시길, “그것은 친구들 자체의 빠른 운동에 의해 생겨나는 것으로, 서로 다르지만 신중하게 비율이 맞춰진 간격들에 의해 분리되는 소리들의 화음이란 다. 높고 낮은 음들이 서로 뒤섞여 여러 하모니들을 만들어 내는 것이지. [...] 별들을 품고 있는 바깥쪽 친구는 빠른 운동을 하면서 높은 음을 산출하고, 반대로 가장 느린 달의 친구는 가장 낮은 음을 갖는단 다. [...] 물론 지구는 우주 중앙에 같은 위치를 고수하고 있지. 8개의 친구들이 7개의 서로 다른 음을 만들어내는데, 그건 수성과 금성이 같은 속력으로 움직이기 때문이란 다.”²⁵⁾

부르케르트(W. Burkert)는 키케로의 마지막 문장이 천체들의 음계를 구성하기 위한 일종의 미봉책이라고 주장한다.²⁶⁾ 즉, 천체들의 운동을 옥타브 안에 7개의 음을 갖는 온음계로 번역하기 위해, 수성과 금성이 같은 음을 갖도록 해서 8개의 친구를 7개의 음에 대응시켰다는 것이다. 그는 친구 음악에 관한 가장 오래된 전거들이 7개가 아니라 8개의 음을 이야기하고 있다는 점을 들어,²⁷⁾ 천체들의

23) Censorinus, *On the Day of Birth*, in: *The Harmony of the Spheres: A Sourcebook of the Pythagorean Tradition in Music*, pp. 44-45.

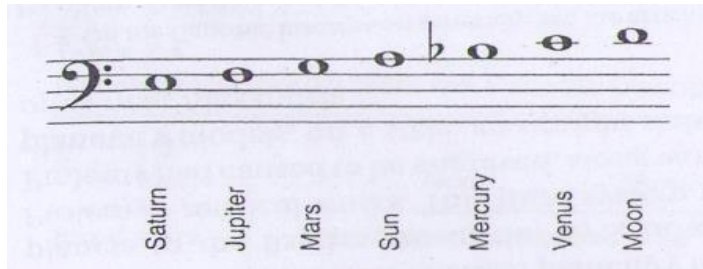
24) J. Godwin, *Harmonies of Heaven and Earth: The Spiritual Dimension of Music from Antiquity to the Avant-Garde*, Thames and Hudson, 1987, pp. 130-131.

25) Macrobius, *Commentary on the Dream of Scipio*, trans. with intro. and notes by William H. Stahl, New Yoik: Columbia Univ. Press, 1990, pp. 73-74.

26) W. Burkert, *op. cit.*, p. 353.

27) 예를 들면, 아리스토텔레스의 설명에서는 피타고라스가 우주의 오케스트라에 항성들의 천

온음계에 대한 어떤 설명도 그 근거가 불확실하다고 주장한다. 그러나 근거의 확실성 여부와는 별개로, 중요한 것은 천체들의 배열과 운동을 온음계로 번역하는 설명들이 고대 후기의 전통 속에 자리 잡고 있었다는 점이다. 키케로의 경우에는, 그의 책이 불완전한 형태로 전해졌기 때문에 이를 분명하게 확인할 수 없지만, 그의 설명은 보에티우스(Boethius)에 의해 음계로 번역되기도 했다.²⁸⁾ 또한 니코마코스(Nicomachus)는 항성들의 천구를 제외하고 행성들의 천구만으로 7개의 음을 구성했는데, 이러한 행성 음계는 그 일관성과 단순한 패턴으로 인해 이후 천구 음악의 전통 속에 중요하게 남아 있었다.



[그림 2] 니코마코스의 행성 음계²⁹⁾

III. 근대 과학혁명기의 재해석

1. 과학사-음악사적 지평

천체들의 운동에서 음악적 하모니를 발견하려는 마지막이자 가장 열정적인 시도는 케플러(J. Kepler)에 의해 이루어졌다. 그는 천문학자로서 몇 개의 행성이

구를 포함시킨 것으로 기술되고, 플라톤은 『국가』에서 8개 음의 하모니를 이야기했다는 것이다. *Ibid.*, p. 352.

28) J. Godwin, *op. cit.*, pp. 130-131.

29) B. Stephenson, *The Music of the Heavens: Kepler's Harmonic Astronomy*, Princeton: Princeton Univ. Press, 1994, p. 27.

나 수천 개 별들의 운동을 설명하기보다 그 운동을 지배하는 원리를 찾으려 했고, 그 원리가 음악에서 발견되는 것과 동일한 수학적 관계로 표현될 수 있다고 믿었다. 이처럼 그는 ‘음악적 하모니에 의해 지배되는 우주’라는 플라톤-피타고라스적인 개념을 고수하고 있었지만, 그것이 소리를 산출한다고 믿지는 않았다.³⁰⁾ 소리의 실재는, 고대 이후 스콜라 철학자들과 르네상스 이론가들에게는 중요한 문제였지만, 케플러가 생각하는 천체 음악의 필수적인 요소는 아니었다. 그에게 있어 천구의 음악은 ‘귀가 아니라 지성에 의해’ 파악되는 음악이었다.

케플러는 ‘천구 음악’의 열렬한 지지자였지만, 과학사와 음악사 모두에서 이 전과는 다른 지평 위에서 있었다. 과학사의 측면에서는, 코페르니쿠스의 태양중심체계가 기존의 이론들이 근거하고 있던 지구중심체계를 대체했다는 점이다. 새로운 체계에서는 행성들이 태양을 중심으로 회전하기 때문에 그 배열과 운동이 기존 체계에서와는 다르게 설정된다. 따라서 기존에 지구중심체계에 근거해서 행성들의 거리와 속력을 측정하고 그 안에서 협화음의 비율을 찾았던 이론들은 새로운 체계에서 그대로 유지될 수 없었다. 또한 태양중심체계에서는 6개의 행성만이 존재하기 때문에, 행성들의 운동이 각각 운음계의 7개 음을 구성한다는 설명은 더욱이나 수용될 수 없는 것이었다.

타원궤도의 발견 이후에는 행성들에 각각 하나씩의 음을 지정하는 것도 불가능해졌는데, 하나의 행성이 하나의 음을 산출한다는 생각은 등속원운동을 전제하기 때문이다. 즉, 행성들이 중심으로부터 일정한 거리를 유지하는 궤도(원)를 일정한 속력으로 움직인다는 전제에서만, 거리나 속력에 근거하는 음높이가 일정하게 유지될 수 있는 것이다. 케플러의 타원궤도에서는, 태양으로부터 행성까지의 거리가 변할 뿐만 아니라 행성들의 속력도 계속 변하기 때문에, 동일한 음높이를 유지한다는 가정 자체가 성립할 수 없다.

음악사의 측면에서는, 다성음악(polyphony)의 발전과 함께 협화음 체계가 변했다는 점을 들 수 있다. 전통적인 피타고라스 체계에서는 옥타브 이외에 4도와 5

30) J. Kepler, *The Harmony of the World*, trans. by E. J. Aiton, A. M. Duncan & J. V. Field, American Philosophical Society, 1997, p. 423, p. 449.

도 음정만을 협화음으로 인정했지만, 다성음악의 발전과 함께 3화음이 지배적인 지위를 차지하게 되면서 3도와 6도 음정도 협화음으로 받아들여지게 된 것이다. 그 결과 전통적으로 ‘천구의 음악’이 근거하고 있던 피타고라스 음계가 3도와 6도까지 협화음으로 포함하는 순정률(just intonation)에 의해 밀려났다. 피타고라스 음계에서와는 달리, 순정률에서는 장3도와 단3도가 5:4와 6:5, 장6도와 단6도는 5:3과 8:5의 비를 이룰 뿐더러, 온음과 반음도 그 비율이 달라진다.³¹⁾ 이처럼 달라진 협화음 체계는 천체 하모니에 대한 새로운 해석을 요구했다.

C	D	E	F	G	A	B	C'
1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2
	(9/8)	(10/9)	(16/15)	(9/8)	(10/9)	(9/8)	(16/15)

[그림 3] 순정률

또 다른 문제는 천구의 음악이 하나의 음계로 구성된다는 점이다. 고대의 단성음악에서 하모니는 연속적으로 이어지는 음들 사이의 조화로운 관계를 의미했고, 이러한 선율적 하모니는 음계 안에서 표현될 수 있었다. 그러나 다성음악의 근대적인 하모니는 하나의 음계만으로 표현될 수 없다. 이제 하모니는 연속적인 음들이 아니라 동시에 울리는 음들 사이의 조화로운 관계를 의미하기 때문이다. 천구 음악의 지지자로서, 케플러는 코페르니쿠스의 새로운 천문학을 받아들였을 뿐 아니라 다성음악의 열렬한 옹호자이기도 했다. 그는 다성음악을 새로운 천문학에 비견될 만한, 음악에서의 중요한 진전으로 간주했다. 그에 따르면, 천구 음악에 관한 전통적인 이론들의 실패는 지구중심 천문학뿐 아니라 다성음악의 부재에도 기인한다. 즉, 지구중심체계가 천체 운동에 대한 부적합한 설명이듯이, 단성음악은 천체 하모니에 대한 부적합한 표현이라는 것이다. 케플러는 태양중심체계와 다성음악이라는 새로운 지평 위에서 ‘천구의 음악’을 재구성하고자 했는데, 이것이

31) 순정률에서는 온음이 9:8과 10:9 두 가지로 나뉘고, 반음은 16:15로 피타고라스 음계에서의 256:243에 비해 더 커진다.

그의 천문학과 음악이론의 중심적인 모티브였다.

2. 케플러의 천체 음악

케플러는 신플라톤주의자의 경외심을 갖고 하늘을 바라봤지만, 그것은 근대 과학자의 냉철한 시선이기도 했다. 그는 ‘천구의 음악’을 전제하고 그것이 관측을 통해 경험적으로 입증될 것을 요구했는데, 이처럼 형이상학적인 관념에서 출발하면서도 관측된 사실에 어긋나는 어떤 선형적 이론도 거부할 만큼 과학적이었다. 그가 행성들의 원운동을 타원운동으로 대체함으로써 ‘완전한 천상계’라는 뿌리 깊은 관념을 해체한 것도 이런 이유에서다. 코페르니쿠스처럼 그도 화성에 대한 연구를 시작할 때는 일정한 원운동을 전제했다. 그러나 관측결과들이 그 전제를 입증하길 거부함에 따라, 그는 경험적인 증거들을 쫓아 “행성들이 태양을 하나의 초점으로 갖는 타원궤도를 따라 운동한다”는 것을 발견한 것이다.

남은 일은 타원들이 그렇게 존재하는 근본적인 이유를 밝히는 것인데, 그것은 그러한 운동에서 표현되는 음악적 하모니를 발견함으로써 이루어지는 것이었다. 원운동과는 달리, 타원운동에서는 태양과 행성 사이의 거리가 가변적이기 때문에 최대 거리와 최소 거리가 존재한다. 그리고 그의 두 번째 법칙인 면적속도의 법칙에 따르면, 행성들의 속력은 최소 거리를 갖는 근일점(perihelion)에서 가장 크고, 최대 거리를 갖는 원일점(aphelion)에서 가장 작다. 케플러가 이런 극점에서의 거리와 속력에 주목한 것은, 의미 있는 하모니는 무수히 많은 중간 지점에서가 아니라 양 극단 사이에 존재한다고 생각했기 때문이다. 그는 행성들이 갖는 이런 거리와 속력들에서 협화음의 비율을 발견하고자 했지만, 많은 시도들이 무위로 끝났다.³²⁾

그가 그 비율들을 발견한 것은, ‘마치 태양에서 바라보는 것처럼’ 근일점과 원일점에서의 운동을 비교했을 때였다.³³⁾ 즉, 태양에 있는 관찰자의 시각에서 행

32) B. Stephenson, *op. cit.*, pp. 145-148.

33) J. Kepler, *op. cit.*, p. 424.

성들이 24시간 동안 움직이는 호(arc)의 길이를 산정한 것인데, 그 길이는 궤도상의 거리가 아니라 태양에서 바라보는 각도의 차이이고, 따라서 각속도(angular velocity)에 해당한다. 예를 들어, 태양에서 바라보면, 토성은 근일점에서는 하루에 135", 원일점에서는 106"만큼 움직이는 것으로 보인다. 이 때 135와 106은 근사적으로 5:4의 비율을 이루는데,³⁴⁾ 그것은 순정률에서 장3도에 해당한다. 그는 이런 방식으로 양 극단에서의 각속도를 비교함으로써, 다른 행성들에서도 근사적으로 순정률에 일치하는 비율들을 발견할 수 있었다. 이처럼 양 극단의 각속도가 비교됨으로써 각각의 행성에는 하나의 음이 아니라 음정이 대응되는데, 목성은 단3도(6:5), 화성은 5도(3:2), 지구는 반음(16:5), 금성은 Diesis(25:24), 수성은 옥타브+단3도(12:5)의 음정을 갖는다.

행성들의 운동이 각각 하나의 음정에 대응되기는 하지만, 그 하모니는 한 순간에 지각될 수 없다. 이는 하나의 행성이 근일점과 원일점에 동시에 존재할 수 없기 때문인데, 그런 점에서 그 하모니는 선율적이다. 이에 반해, 행성들 사이의 하모니는 한 순간에 지각될 수 있으며, 그런 점에서 다성적이라고 할 수 있다. 케플러는 인접한 행성들 사이의 하모니를 발견하기 위해, 우선 한 행성의 근일점과 다른 행성의 원일점을 택해 그 각속도를 비교했다. 이는, 한 행성의 하모니가 근일점과 원일점 사이에 존재하듯이, 두 행성 사이의 하모니는 그것들이 가장 멀리 있을 때와 가장 가까이 있을 때 산출된다고 생각했기 때문이다. 결과는 6개의 완벽한 협화음과 4개의 근사적인 협화음으로 나타났다.³⁵⁾ 그리고 이 결과는 인접한 두 행성 모두 근일점에 있거나 원일점에 있을 때의 값을 통해 보완되는데, 비교적 오차가 컸던 지구-금성의 관계가 완벽한 장6도(5:3)와 단6도(8:5)로 대체될 수 있었다. 이렇게 해서 인접한 행성들 사이의 하모니가 구성된다. 토성과 목성 사이에는 옥타브+5도(3:1)와 옥타브(2:1)의 음정이 존재하고, 목성과 화성 사이에는 3옥타브(8:1)와 2옥타브+단3도(24:5), 화성과 지구는 옥타브+단3도

34) 135:106의 정확한 값은 5:3.9259이지만, 그 수치를 약간 수정해서 135:108로 만들면 5:4가 된다.

35) J. Kepler, *op. cit.*, pp. 426-427.

(12:5)와 5도(3:2), 지구와 금성은 장6도(5:3)와 단6도(8:5), 그리고 금성과 수성사이에는 2옥타브(4:1)와 장6도(5:3)의 음정이 존재한다는 것이다.³⁶⁾

인접한 행성들의 하모니		시운동		각 행성들의 근사적 하모니		
Diverging	Converging	행성	각속도	조정	음정	
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	토성(원)	1' 46"	1' 48"	$\frac{4}{5}$	장3도
		토성(근)	2' 15"	2' 15"		
$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{24}$	목성(원)	4' 30"	4' 35"	$\frac{5}{6}$	단3도
		목성(근)	5' 30"	5' 30"		
$\frac{5}{12}$	$\frac{2}{3}$	화성(원)	26' 14"	25' 21"	$\frac{2}{3}$	5도
		화성(근)	38' 1"	38' 1"		
$\frac{3}{5}$	$\frac{5}{8}$	지구(원)	57' 3"	57' 28"	$\frac{15}{16}$	반음
		지구(근)	61' 18"	61' 18"		
$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{5}$	금성(원)	94' 50"	94' 50"	$\frac{24}{25}$	Diesis
		금성(근)	97' 37"	98' 47"		
		수성(원)	164' 0"	164' 0"	$\frac{5}{12}$	옥타브
		수성(근)	384' 0"	394' 0"		+ 단3도

[표 1] 행성들의 극점에서 시운동(apparent movement)³⁷⁾

극점 운동들 사이의 음정을 발견한 후에, 케플러는 이를 토대로 두 개의 음계를 구성했다. 그 중 하나는, 가장 느린 토성의 원일점 운동(1' 46")을 기본음 G로 해서 나머지 운동들의 음높이를 정하고, 이를 한 옥타브 안에 배열한 것이다. 이 때 지구의 원일점 운동(57' 3")은 1' 47"로 환산되어 토성과 함께 G에 대응되

36) *Ibid.*, pp. 429-430. 여기서 토성과 목성사이의 옥타브+5도(3:1)와 목성과 화성사이의 3옥타브(8:1)는 그 음정에 근사적으로 일치하는 비율을 갖는다.

37) B. Stephenson, *op. cit.*, p. 150. 원 자료는 J. Kepler, *op. cit.*, p. 424 참조.

는데, 그 정도 오차는 충분히 허용할 만했다. “누가 감히 토성의 원일점 운동에서 1”에 대해 시비를 걸겠는가?”³⁸⁾ 그는 지구의 원일점 운동을 한 옥타브 위에 놓고, 금성과 지구의 근일점 운동을 제외한 10개의 운동으로 G-B-C-C[#]-D-E-F[#]-G’의 음계를 만들었다. 이 음계에는 A가 없는 대신 C[#]이 포함되고 F[#]이 F를 대신하고 있는데, 케플러는 당시 음악에서 F[#]이 종종 F대신 사용된다는 점을 지적한다.³⁹⁾ 또한 토성의 근일점 운동(2’ 15”)을 기본음으로 하면 G-A-B^b-C-D-D[#]-E-G’의 음계가 만들어지는데, 이 음계는 9개의 행성운동에 대응되는 음들로 구성되며 F는 빠져있다.⁴⁰⁾ 이처럼 모든 음을 포함하거나 그 음들에 모든 행성운동이 대응되는 것은 아니지만, 이 음계들은 거의 순정률에 상응하는 형태를 보여준다.

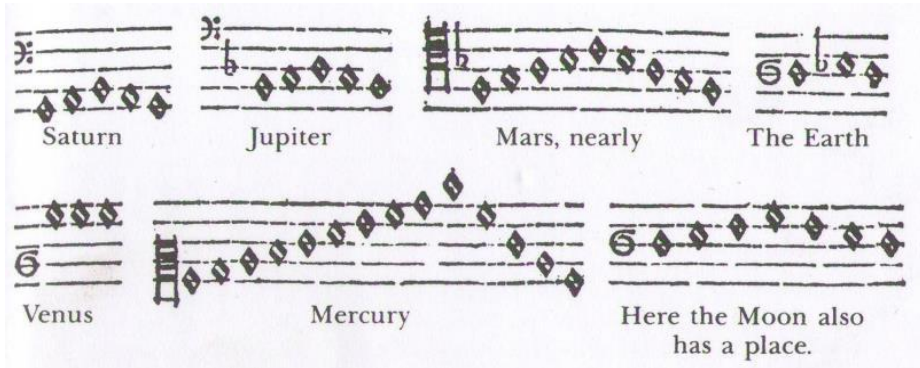
행성들의 운동이 순정률에 상응하는 비율을 이룬다는 점에서 그 하모니는 다성음악에 부합되지만, 그 자체가 다성적인 것은 아니다. 이제 케플러는 행성들에 각각 고유한 음계를 부여하고, 그 운동들이 만들어내는 다성음악으로 나아간다. 사실상 각각의 행성운동에 대응되는 음은 두 개만이 아니다. 행성의 속도는 최고속도와 최저속도 사이에서 계속 변하기 때문에, 양 극점 사이의 모든 음을 통과하는 것이다. 예를 들어, 토성은 원일점에서 근일점으로 움직일 때, 그 속도가 106”에서 135”까지 점진적으로 변하면서 그 음이 G에서 G[#], A, B^b를 거쳐 B로 올라간다. 물론 속도의 변화는 연속적이기 때문에, 이 과정은 분절된 음만이 아니라 무수히 많은 음들을 거치면서 일종의 글리산도를 만들어낸다.⁴¹⁾ 이처럼 각각의 행성은 자신의 고유한 음역 내에서 속도의 변화에 따라 다양한 음들을 산출하는데, 그것들이 함께 6부의 다성음악을 만들어낸다는 것이다.

38) J. Kepler, *op. cit.*, p. 433.

39) *Ibid.*, p. 434.

40) 여기서는 토성과 금성의 원일점과 화성의 근일점 운동이 제외된다. 이 음계들에 대한 상세한 설명은, B. Stephenson, *op. cit.*, pp. 155-163 참조.

41) 워커(D. P. Walker)는 이를 공습경보를 알리는 사이렌 소리에 비유한다. D. P. Walker, “Kepler’s Celestial Music”, in: *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, Vol. 30(1967), pp. 247-248.



<그림 4> 행성들의 음계⁴²⁾

각 행성들의 음계는 그 각속도와 운동궤도의 이심률(eccentricity)⁴³⁾에 따라 결정되는데, 각속도가 클수록 음역이 높아지고 이심률이 클수록 음역이 넓어진다. 즉, 가장 느린 토성이 가장 낮은 음역을 차지하는 데 반해, 가장 빠른 수성은 높은 음역에서 움직이는 것이다. 또한 이심률이 큰 수성이 가장 넓은 음역을 갖는 데 반해, 지구의 음역은 반음에 불과하고, 금성의 경우에는 훨씬 더 작아 25:24의 음정에 걸쳐 있어 거의 단음으로 나타난다. 이런 특성에 근거해서, 케플러는 행성들을 각 성부에 대응시키는데, 수성은 소프라노, 지구와 금성은 알토, 화성은 테너, 토성과 목성은 베이스에 배정한다. 이런 대응은 단순히 음역의 높이에만 근거한 것이 아니라, 음역의 폭과 관련된 음악적인 근거를 갖고 있다. 가장 빠르고 이심률이 큰 수성은 소프라노에 적합한데, 그 목소리가 가장 넓은 음역에서 자유롭게 빠르게 움직이기 때문이다. 또한 지구와 금성은 좁은 음역에 제한되는 알토에, 화성은 자유롭지만 부드럽게 진행되는 테너에, 그리고 지구와 금성은 깊고 느린 베이스의 목소리에 어울린다는 것이다.⁴⁴⁾

42) J. Kepler, *op. cit.*, p. 439.

43) 이심률은 타원의 일그러진 정도를 나타내는 값으로, 그 값이 작을수록 원에 가깝고 클수록 직선에 가까운 형태를 갖는다.

44) J. Kepler, *op. cit.*, pp. 449-450. 또한 J. James, *The Music of the Spheres: Music, Science, and the Natural Order of the Universe*, New York: Copernicus Springer Verlag, 1993, p. 154.

이런 유비에도 불구하고, 케플러는 행성들의 운동이 실제로 소리를 산출한다고는 생각하지 않았다. “그 운동들은 절대적으로 고요하기 때문에, 천상에는 목소리나 소리가 존재하지 않는다.”⁴⁵⁾ 이것은 단순한 추정이 아니라 그 이론의 논리적 귀결인데, 그가 행성들의 운동에서 발견한 하모니가 궤도상의 실재 운동이 아니라 태양에서 바라본 시운동(apparent movement)에 근거하기 때문이다. 소리는 물리적인 운동에서 발생한다. 따라서 조화로운 소리가 존재하려면, 태양에서의 시운동이 아니라 행성들의 실재 운동이 조화롭게 이루어져야 한다. 그런데 케플러는 그 실재 운동에서는 조화로운 음악적 비율들을 발견하지 못했다. 결국 그에게 있어, 천상의 음악은 청각적이 아니라 시각적이고, 따라서 귀에 의해서가 아니라 사유를 통해 파악되는 것이다.

천체 음악의 또 다른 특징은, 그것이 지상의 음악과는 달리 일련의 불협화음으로 이루어진다는 점이다. 행성들이 각자 자신의 궤도를 따라 움직이다가 서로 협화음을 이루는 지점에 동시에 도달하는 것은 매우 드문 일이기 때문이다. 인접한 두 행성 사이에서도 그런 일은 흔치 않은데, 특히 느리게 움직이는 바깥쪽 행성들에서는 수백 년이 걸리는 일이다. 3개나 4개의 행성들이 하모니를 이루기 위해서는 훨씬 더 오랜 시간이 필요하고, 5개 행성의 하모니는 “수만 년에 걸쳐 퍼져나간다.”⁴⁶⁾ 더욱이 6개 행성들이 하모니를 이루기 위해서는 영겁의 시간을 기다려야 할지도 모른다. 케플러는 6개 행성 모두가 일치하는 위대한 하모니가 창조의 순간에 존재했고, 그 후로는 이루어지지 않았을 거라고 생각한다. 이처럼 천체들의 음악은 태초의 위대한 하모니에서 출발해서 거대한 불협화음을 통해 진행되는데, 그런 점에서 그것은 ‘불협화음을 통해 지속되는 영원한 하모니’⁴⁷⁾라고 할 수 있다. 이렇듯 천상의 음악과 지상의 음악은 결코 유사하지 않다. 케플러에게 있어서, 두 음악은 동일한 신적 원형(archetype)의 독립적인 산물로서, 그 근원에서 실제적인 연관을 갖고 있는 것이다.⁴⁸⁾ 즉, 근대의 다성음악은 이런 원형에

45) J. Kepler, *op. cit.*, p. 449

46) *Ibid.*, pp. 441-442.

47) *Ibid.*, p. 446.

48) D. P. Walker, *op. cit.*, pp. 59-62 참조.

따라 천상의 하모니를 음악적으로 구현함으로써, 창조의 비밀을 유비적으로 표현하고 있다는 것이다.

고대인들에게는 알려지지 않았던, 여러 성부로 노래하는 이런 방식이 결국 창조주를 본 딴 인간에 의해 고안돼야 했다는 것은 더 이상 놀라운 일이 아니다. 그는 여러 목소리로 구성된 인공적인 심포니를 통해, 세계가 지속되어 온 시간의 영원함을 아주 짧은 시간 동안에 연주해 내는 것이다.⁴⁹⁾

IV. 맺는 말

음악이 자연법칙의 토대가 되는 수학적 원리를 구현하고 있다는 것은 고대 사회의 일반적인 믿음이었다. 피타고라스학파는 음악에서 발견한 협화음의 비율을 천체들의 운동에 적용함으로써 그 믿음을 ‘천구의 음악’ 교리로 구체화했고, 그것이 이후의 천문학적 탐구와 음악이론의 기본 전제를 구성했다. 천문학자들은 협화음의 비율에 근거해서 천체들의 조화로운 운동을 설명했고, 음악의 협화음 체계는 천상계의 조화로운 원리에 근거하는 절대적인 것으로 간주되었다. 이처럼 ‘천구의 음악’은 음악의 하모니와 천체의 조화로운 운동을 동일한 수학적 관계에 기인하는 것으로 전제함으로써, 수-신비주의(number-mysticism)의 전형적인 형태를 보여준다.

이런 신비주의적 성격에도 불구하고, ‘천구의 음악’ 교리는 케플러에 의해 재해석되면서 근대 과학혁명에 중요한 영향을 미쳤다. 그는 음악사와 과학사의 새로운 지평에서 그 교리를 재구성하고자 했는데, 그의 궁극적인 목적은 새로운 조건들 즉 다성음악과 태양중심체계에 근거해서 천체 운동의 하모니를 밝히는 것이었다. 그의 행성운동 법칙들은 이 과정에서 발견된 것인데, 공전주기에 관한 3번째 법칙에 그가 붙인 이름은 ‘조화 법칙(harmonic law)’ 즉 ‘하모니의 법칙’이었

49) J. Kepler, *op. cit.*, pp. 446-447.

다. 비록 ‘천체의 하모니’라는 그의 구상은 지속적인 과학적 산물로 귀속되지 못했지만, 그 과정에서 발견된 행성운동 법칙들은 과학혁명의 중요한 성과였다. 더욱이 과학혁명을 완성한 뉴턴의 만유인력 법칙이 그의 ‘조화 법칙’에서 도출된 가설에서 출발했다는 점에서 보면, ‘천구의 음악’ 교리의 과학사적 의미가 더 크게 느껴질 수밖에 없다.

* 논문투고일: 2014년 4월 30일 / 심사기간: 2014년 5월 28일-6월 9일 / 최종게재확정일: 2014년 6월 10일.

참고문헌

- Anderson, Gene H., “Pythagoras Musicus”, 『음악논단』 2집(1985), 한양대학교 음악연구소, 75-106쪽.
- Aristotle, *On the Heavens*, trans. by W. K. C. Guthrie, Cambridge: Harvard Univ. Press, 1939.
- _____, *Metaphysics*, 『형이상학』, 조대호 옮김, 나남, 2012.
- Barker, Andrew, *The Science of Harmonics in Classical Greece*, New York: Cambridge Univ. Press, 2007.
- Burkert, Walter, *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism*, trans. by Edwin L. Minar, Cambridge: Harvard Univ. Press, 1972.
- Caleon, Imelda & Subramaniam Ramanathan, “From Music to Physics: the Undervalued Legacy of Pythagoras”, in: *Science & Education*, Vol. 17(2008), pp. 449-456.
- Coelho, Victor(ed.), *Music and Science in the Age of Galileo*, London: Kluwer Academic Publishers, 1992.
- Dickreiter, Michael, “The Structure of Harmony in Johannes Kepler’s *Harmonice mundi*(1691)”, in: *Number to Sound: The Musical Way to the Scientific Revolution*, ed. by Paolo Gozza, London: Kluwer Academic Publishers, 2000, pp. 173-188.
- Godwin, Joscelyn, *Harmonies of Heaven and Earth: The Spiritual Dimension of Music from Antiquity to the Avant-Garde*, Thames and Hudson, 1987.
- _____(ed.), *The Harmony of the Spheres: A Sourcebook of the Pythagorean Tradition in Music*, Rochester: Inner Traditions International, 1993.
- Heninger, S. K., “Some Renaissance Versions of the Pythagorean Tetrad”, in: *Studies in the Renaissance*, Vol. 8(1961), pp. 7-35.

- James, Jamie, *The Music of the Spheres: Music, Science, and the Natural Order of the Universe*, New York: Copernicus Springer Verlag, 1993.
- Kepler, Johannes, *The Harmony of the World*, trans. by E. J. Aiton, A. M. Duncan & J. V. Field, American Philosophical Society, 1997.
- Mason, Stephen F., *A History of the Science*, 『과학의 역사』, 박성래 옮김, 까치글방, 1993.
- Macrobius, *Commentary on the Dream of Scipio*, trans. with intro. and notes by William H. Stahl, New York: Columbia Univ. Press, 1990.
- Plato, *Republic*, 『국가, 정치』, 박종현 옮김, 서광사, 1997.
- _____, *Timaeos*, 『티마이오스』, 박종현 · 김영균 옮김, 서광사, 2000.
- Pont, Graham, “Philosophy and Science of Music in Ancient Greece: The Predecessors of Pythagoras and their Contribution”, in: *Nexus Network Journal*, Vol. 6, no. 1(2004), pp. 17-29.
- Stephenson, Bruce, *The Music of the Heavens: Kepler’s Harmonic Astronomy*, Princeton: Princeton Univ. Press, 1994.
- Walker, D. P., *Studies in Musical Science in the Late Renaissance*, London: The Warburg Institute, 1978.
- _____, “Kepler’s Celestial Music”, in: *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, Vol. 30(1967), pp. 228-250.
- Westfall, Richard S., *The Construction of Modern Science*, 『근대과학의 구조』, 정명식 외 옮김, 민음사, 1992.
- 서인정, 「피타고라스의 우주의 음악론」, 『미학 · 예술학연구』 18집(2003), 한국미학예술학회, 167-186쪽.
- 원준식, 「근대 과학혁명과 음악의 합리화」, 『미학 · 예술학연구』 37집(2013), 한국미학예술학회, 125-157쪽.

국문 초록

오늘날의 일반적인 관점에서, 음악은 주관적인 원리에 근거한 미적 영역으로, 수학적 합리성에 입각한 과학과는 질적으로 다른 것으로 이해된다. 그러나 과학혁명이 한창이던 17세기까지도 음악은 과학의 한 분과로서 산술, 기하학, 천문학과 함께 4과(quadrivium)에 속해 있었다. 음악과 과학의 연관은 진동하는 현의 길이와 음높이 사이의 관계에 대한 피타고라스학파의 발견에서 비롯되는데, 그들은 자신들의 발견을 천체의 운동으로 확장함으로써 ‘천구의 음악’ 교리를 만들어냈다. 이에 따르면, 지구를 중심으로 선회하는 행성들의 거리와 속력이 음악에서의 음정들, 특히 온음계의 음정들과 동일한 비례를 갖는다는 것이다. ‘천구의 음악’ 교리에 구체화되어 있는 이런 음악적 이론화는 일종의 원형적 과학(proto-science)이었으며, 그런 점에서 그것은 음악이론의 출발점인 동시에 우주론과 천문학의 출발점이었다.

천구의 음악 교리는 우주의 법칙을 탐구하는 데 있어 다음 시대의 과학자들에게 큰 영향을 주었다. 천체들의 운동에서 음악적 하모니를 발견하려는 마지막이자 가장 열정적인 시도는 케플러에 의해 이루어졌다. 그는 행성들의 운동을 지배하는 원리가 음악에서 발견되는 것과 동일한 수학적 비율로 표현될 수 있다고 믿었다. 이처럼 그는 ‘음악적 하모니에 의해 지배되는 우주’라는 피타고라스학파의 개념을 고수하고 있었지만, 과학사와 음악사 모두에서 이전과는 다른 지평 위에서 있었다. 그는 코페르니쿠스의 태양중심 천문학을 받아들였을 뿐 아니라, 다성음악이 발전한 시대에 살고 있었다. 따라서 행성들의 운동도 다성적이어야 했다. 그는 이 새로운 지평에서 ‘천구의 음악’ 개념을 재구성했는데, 태양중심체계에 근거해서 행성들의 각속도를 비교하고 이를 순정률의 음정으로 표현함으로써, 다성음악에 부합되는 천체 하모니를 발견한 것이다. 비록 케플러의 이런 구상은 지속적인 과학적 산물로 귀속되지 못했지만, 그 과정에서 발견된 행성운동 법칙들은 과학혁명의 중요한 성과였다. 더욱이 과학혁명을 완성한 뉴턴의 만유인력 법칙이 그의 행성운동 법칙에서 도출된 가설에서 출발했다는 점에서, ‘천구의 음악’ 교리의 과학사적 의미는 매우 크다고 할 것이다.

핵심어

과학혁명, 천구의 음악, 천구의 하모니, 음악과 과학, 예술과 과학, 피타고라스, 케플러

ABSTRACT

The Scientific Revolution and the Music of the Spheres

Jun-Sik Won*

Music is today considered as an aesthetic discipline based on the subjective principles, clearly distinct from science having mathematical rationality. But it was a branch of science and held a place among the quadrivium beside arithmetic, geometry and astronomy until the 17th century of the Scientific Revolution. The connection between music and science forged by the Pythagorean school's discovery of the relation between the length of a vibrating string and pitch. By extending the discovery to the motions of the celestial bodies, they invented the celebrated doctrine of 'music of the spheres'. According to this, the velocities at which the planets circle the Earth, as well as the distances from the Earth to them, are in the same ratios as various musical intervals, especially those of the diatonic scale. This musical theorizing which was crystallized in the conception of the music of the spheres was a kind of proto-science, and thus the starting point of cosmology and astronomy as well as music theory.

The doctrine of 'music of the spheres' has served as a strong impetus for the next generations of scientists in their exploration of the laws governing

* Professor of Daejeon University

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government(NRF-2013S1A5A8025231).

the universe. The last and the most earnest attempt to find musical harmony in the motions of the heavens was that of Kepler. He believed that the principles governing the motions of the planets could be expressed in the same ratio as found in music. He held firmly the Pythagorean conception of 'the universe governed by musical harmony'. But he was confronted by a new circumstance in aspect of science and music. He accepted the Copernican heliocentric astronomy, and lived in an age when polyphony was the musical norm, and thus the planetary music must therefore be polyphonic, too. He tried to reconstruct the conception of 'music of the spheres' on the basis of musical polyphony and heliocentric astronomy. He compared the angular velocities of the planets based on the heliocentric system, and expressed these ratios as musical intervals in just intonation, not Pythagorean scale, that is, the harmonies which he found are polyphonic.

Key Words

Scientific Revolution, Music of the Spheres, Harmony of the Spheres, Music and Science, Art and Science, Pythagoras, Kepler