

## 0의 탄생과 발전

허 양 순 (대전송강중학교)

김 원 경 (한국교원대학교)

0은 인류 문명의 발전에 가장 큰 영향을 미친 숫자이다. 그러나 0은 일반적인 숫자의 역할을 넘어 철학적인 의미를 가지고 있다. 이러한 철학적인 의미 때문에 그리스인들에게 알려져 있었지만 받아들여지지 않는 않았다. 수의 추상적 개념(抽象的概念)은 구체적인 물체의 취급에서 얻어지는 것이다. 따라서 산술적인 진리인  $2+1=3$  과 같은 것은 구체적인 물체를 조작하는 경험에서 얻어질 수 있는 반면, 우리의 경험상 존재하지 않는 0(영)의 개념은 쉽게 발견될 수 있는 성질이 아니었던 것이다. 그러나 모든 수학적 발견 중에서 0 이란 숫자만큼 인간 지성의 일반적 진전에 공헌한 것은 없다고 해도 과언이 아니다. 초기에는 0이 산술 계산의 편리성으로 인하여 널리 보급되었으나, 그 의미를 깨닫고 난 후 미적분과 무한의 개념과도 동전의 양면과 같다는 사실을 알게 되었다. 본 논문은 수학뿐만 아니라 인류문명에 거대한 진보를 이루게 한 0의 역사를 살펴보고, 이것이 왜 인도에서 나타나게 되었는가를 살펴보았다.

### I. 서론

오늘날의 과학문명은 0을 제외하고는 생각할 수조차도 없을 정도로 0은 수학뿐만 아니라 일상 생활에서도 중요한 자리를 차지하고 있다. 그러나 오늘날 우리에게 자연스러운 0이라는 숫자도 불과 천년 전만 하여도 사람들에게는 이질적이며 두려운 개념이었다.

사실상 우리가 일상생활을 할 때 0은 그리 필요하지 않다. 예를 들어, 같은 의미지만 “나는 아들이 하나도 없다”라고 말하지 “나는 아들이 0명 있다”고 말하는 사람은 없다. 따라서 사물에 대하여 깊이 생각할 필요가 없던 옛날에는 0이란 것은 필요가 없었기 때문에, 생기지 않았다고 말할 수 있다. 즉, 수의 추상적 개념(抽象的概念)은 구체적인 물체의 취급에서 얻어지는 것이다. 따라서 산수적인 진리인  $2+1=3$  과 같은 것은 구체적인 물체를 조작하는 경험에서 얻어질 수 있는 반면, 우리의 경험상 존재하지 않는 0(영)의 개념은 쉽게 발견될 수 있는 성질이 아니었던 것이다. 그러나 모든 수학적 발견 중에서 0 이란 숫자처럼 인간 지성의 일반적 진전에 공헌한 것은 없다고 해도 과언이 아니다. 특히 현대 물리학에 있어서 0의 개념은 말로 표현할 수 없을 정도로 깊은 의미를 가지고 있다.

수학에서 0은 두 가지 역할을 하고 있다. 즉, “자리의 원칙”과 “제로의 용법”이다. “자리의 원칙”은, 비록 60진법이었지만 기원전부터 바빌로니아에서 사용되었다는 것을 유물을 통해서 알 수 있다. 그러나 바빌로니아 사람들은 기원전 200년경의 기록에 제로를 사용하고 있지만 이것은 숫자가 결여된 곳에 사용한 것이고 계산에 사용한 것은 아니었다. 또한 서기 130 년경 프톨레마이오스는 그의 저서 알마게스트(Almagest)에서 숫자의 빈자리에는 오미크론( $\omicron$ )을 놓았지만 올바른 뜻의 제로로

는 사용하지 않았다. 따라서 바빌로니아 사람들은 자리의 원칙을 가지고 숫자의 빈자리에 제로를 재료로 삼았지만, 이 제로를 계산에 사용하지는 않았다.(정지호 역, 1977) 그러나 “제로의 용법”으로서 0은 5-6세기경 인도에서 사용되기 시작하였다.

0의 발견은 단순히 숫자 기호를 발견했다는 의미만 있는 것이 아니다. 0을 하나의 수로서 인식하고, 나아가 새로 발견된 0 이라는 수를 사용해서 새로운 계산법을 발명했다는 역사적인 대 사업을 의미한다. 그리고 이 역사적인 대 사업은 결국 인도사람들의 재능을 통해서 성취되었다. 본 논문에서는 수학뿐만 아니라 인류문명에 거대한 진보를 이루게 한 0의 역사를 살펴보고, 이것이 왜 인도에서 나타나게 되었는가를 살펴보았다.

## II. 본론

### 1. 0이 생명을 얻기까지

고대 문명에서 수학이 가장 많이 요구되는 것이 측량과 달력을 만드는 일이었다. 따라서 수학의 탄생도 고대 문명의 탄생과 궤를 같이 하는데, 이는 식생활의 기본이 되는 농사가 천문에 의존하고 있기 때문이다. 우리가 알다시피 세계에서 가장 오래된 문명은 이집트 문명과 메소포타미아 문명이다. 이렇게 독자적으로 발달한 이집트 문명과 메소포타미아 문명은 알렉산더 대왕의 동방원정으로 인하여 그리스 문화와 융합하게 된다.(민석홍·나종일, 1985)

태양력은 이집트인들에게서 만들어졌기 때문에, 0일 이나 0년이 없다. 달력에 0이 없기 때문에 21 세기의 시작이 2000년인지 2001년인지에 대하여 논쟁이 일어나고 있다. 이집트의 수학에 0이 없는 것은 이집트인들의 현실적인 성향에서 찾을 수 있는데, 측량과 달력을 만드는 일과 같이 실질적이 아닌 어느 것에도 그들은 수학을 사용하지 않았으며, 자신들의 수학체계에 근거하여 추상적인 논리 체계를 세우지 않았다. 따라서 이집트에서 수학의 싹이 시작되었지만 오늘날과 같이 수학의 황금시대를 구가할 수 있는 토대는, 추상적이고 철학적인 사변을 도입하여 수학을 하나의 학문으로 만든 그리스인들에 의해서 만들어 졌다.(양영호·조윤동 역, 2000)

만일 수를 표시하는데 ‘자리’라는 개념이 없다면 얼마나 불편할 것인가를 생각하면 ‘자리’의 중요성을 알 수 있다. 우리가 표기에서 많이 사용하는 로마숫자에는 ‘자리’가 없다. 따라서 우리가 큰 수를 표시할 때에는 계속적으로 새로운 표기법을 만들어야 한다. 다루는 숫자들의 크기가 별로 크지 않았던 옛날에는 이것이 큰 문제가 되지 않았을 수도 있지만, 요즈음 같이 숫자의 크기가 계속적으로 커지고 있는 상황에서 이는 심각한 문제를 발생시킬 것이다. 예를 들어, 천구백팔십삼을 나타내는 로마 숫자는 MCMLXXXIII 인데, 이 숫자를 현재의 표기법 1983과 비교해 보면 로마숫자가 얼마나 비실용적이고 복잡한 표기법인지 알 수 있을 것이다. (Michiel Guillen, 1998)

그러나 바빌로니아 인들은 위치기수법의 발명으로 어떠한 큰 정수라도 충분히 나타낼 수 있었다. 그들은 수를 표시할 때 상대적 위치에 대응한 값을 정하여 2배, 3배, 4배, 더욱이 몇 배라도 적을 수 있었다.

대부분의 고대인들과 마찬가지로 그리스인들도 천문학적 필요성에 의하여 0에 대하여 배웠다. 바빌론의 천문학과 함께 바빌론의 숫자도 왔다. 천문학적 목적에 의하여 그리스 사람들은 60진법 숫자 체계를 받아들였고, 한시간을 60분으로, 1분을 60초로 나누었다. 기원전 500년경 바빌론 문자에 자릿수 표시기 0이 나타나기 시작하였는데, 그것은 자연스럽게-그리스의 천문학자들에게로 전파되었다. 그러나 그리스인들은 0을 좋아하지 않았기 때문에, 가능한 한 그것을 사용하지 않으려고 했다. 그리스인들은 계산할 때는 0의 편리함을 잘 알고 있었으면서도, 여전히 0을 거부했다.

그리스인들이 0을 거부하게 된 것이 0에 대해 몰랐기 때문도 아니며 그리스의 경직된 수-도형 체계 때문도 아니었다. 그것은 철학 때문이었다. 0은 서양의 기본적인 철학적 믿음과 상충되었다. 0 안에는 서양의 교리에 유해한 두 가지 개념이 들어 있었던 것이다. 사실 훗날 오랜 동안 지배력을 행사한 아리스토텔레스 철학을 파괴한 것은 바로 이 개념들이었다. 이 위험한 개념들은 바로 무(無)와 무한(無限)이었다.

그리스인들은 무한히 크거나 작은 수를 수의 영역 안에 받아들이지 않았다. 이것은 그리스 수학의 가장 큰 오류이자, 그들이 미적분을 발견할 수 없었던 유일한 이유였다. 무한대와 극한값의 개념은 하나의 묶음으로 서로 연관되어 있다. 우리가 잘 알고 있는 제논의 역설은 이 묶음을 상징적으로 나타내고 있다. 그리스 철학자들은 이 묶음을 풀 수 없었고 따라서 제논의 수수께끼를 풀 수 있는 도구를 갖추지 못했다. 그렇지만 제논의 역설이 너무나 강력하여, 그리스 사람들은 그 무한대에 대해 설명해 보려고 노력에 노력을 거듭했다. 하지만 적절한 개념으로 무장하지 않았기 때문에 그들은 실패할 수밖에 없었다.(홍종도 역, 2000)

그후 고대 최대의 철학자라고 불리는 아리스토텔레스는 무한이나 진공 같은 이상한 개념을 제기하지 않고 지구를 중심으로 우주를 편안한 호두껍질 속에 집어넣어 버렸다. 이것은 훗날 알렉산드리아의 천문학자 프톨레마이오스(Ptolemy)에 의해 다듬어졌으며, 그것은 서양 세계의 지배적인 철학이 되었다. 그리고 0과 무한을 거부함으로써, 아리스토텔레스는 제논의 역설을 피해 지나갔다. 무한개의 점이란 실세계의 개념이 아니라 제논이 상상해 낸 허구에 지나지 않으므로 아킬레스는 부드럽게 거북이를 추월하여 달린다. 아리스토텔레스는 무한을 인간 생각의 산물에 불과하다고 선언함으로써 간단히 일축하였다.

## 2. 0의 탄생과 진파

기원 전 4세기에 알렉산더 대왕이 그의 페르시아 군대를 이끌고 바빌론으로부터 인도로 쳐들어갔다. 이 침략 덕분에 인도 수학자들은 바빌론의 숫자 체계와 0에 대해 배우게 되었다. 기원 전 2세기경 로마가 새로운 세력으로 부상하여 그리스를 점령하였지만, 로마의 힘은 과거 알렉산더 제국의 영토였던 동쪽까지는 미치지 못하였다. 그 결과, 멀리 떨어진 인도는 4-5세기 기독교의 등장과 로마 제국의 붕괴로부터 아무런 영향을 받지 않았다. 인도는 또한 아리스토텔레스의 철학으로부터도 영향을 받지 않았다. 알렉산더 대왕이 아리스토텔레스로부터 개인 교수를 받았고, 인도에 아리스토텔레스의 사상을 전파했다는 것은 의심의 여지가 없지만, 인도에는 그리스 철학이 뿌리를 내리지 못했다. 그리

스와는 달리 인도에서는 무한이나 무에 대한 공포가 전혀 없었다. 사실 인도는 그것들을 포용하고 있었다.

인도의 수학자들은 단순히 0을 받아들이기만 한 것이 아니었다 그들은 0을 변형시켜, 단순한 자릿수 표시기의 역할을 숫자의 역할로 바꾸어 놓았다. 이렇게 다시 태어남으로써, 0은 힘을 얻게 되었다. 인도 수학의 뿌리는 시간 속에 감춰져 있다. 로마가 멸망한 해(AD476년)에 씌어진 인도의 문헌을 보면, 알렉산더 대왕이 인도로 쳐들어올 때 그리스 이집트, 바빌론의 수학이 같이 들어와 그 영향이 남아 있음을 알 수 있다. AD 5세기경에, 인도 수학자들은 자신들의 숫자 방식을, 그리스와 비슷한 체계에서 바빌론 방식의 체계로 바꾸었다. 새로운 인도의 숫자 체계와 바빌론 방식의 중요한 차이점은 인도의 숫자들이 60진법이 아니라 10진법 체계라는 점이었다. 이 10진법은 5, 6 세기경 인도에서 처음으로 제로의 용법과 자리의 원칙과의 완전하고 계통적인 진전을 이룩했다.

인도 수학에서는 자리를 표시하는 기호로 기원전 200년경부터 0을 사용했다. 3 세기에 나온 Bakhshali 의 문헌 가운데는 최초로 수로서 0을 취급하고 있다. 숫자 체계 덕분에 인도인들은, 주판의 도움 없이도 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 환상적인 계산기술을 사용할 수 있었다(Sarton, 1927). 자릿수 체계 덕분에 그들은 큰 수의 덧셈과 뺄셈을 오늘날과 거의 비슷한 방법으로 할 수 있었다.

### 3. 인도사상과 체로

앞에서도 보았듯이 특유의 논리성으로 수학에서 탁월한 업적을 남긴 그리스인들이 0을 알면서도 사용하지 않은 것은 그들의 철학 때문이었다는 것을 알 수 있다. 그러나 인도에서 0은 단순한 기호가 아니라 당당한 수로서 연산구조에 편입됨으로써 십진법의 자리잡기 기수법으로 이어졌다. 이 결과, 수의 체계는 질서정연해졌고 0, 1, 2, ..., 9의 10개의 기호만으로 모든 수를 나타낼 수 있게 되었다. 아무리 그리스수학이 위대하다 해도 0이 없었음으로 수론(數論)이나 대수학(代數學)이 발달할 여지가 없었다.

그러나 0이 인도에서 발전되고 본격적으로 사용된 이유는 무엇인가? 앞에서 살펴보았듯이 알렉산더의 동방원정에 의하여 기원전 4세기 경 자릿수로서의 0의 개념이 바빌로니아로부터 전래되어 사용되었다. 초기의 인도 기수법은 수를 표시할 때 어떤 자릿수가 없으면 주판에서와 마찬가지로 그 자리를 비워 두었고, 나중에는 그 자리에다 어떤 기호를 메우기도 하였지만, 그것이 숫자로서의 0을 의미하지는 않았다. “용법으로서의 0”이 제자리를 찾기 시작한 것은 5-6 세기부터이며 7세기 이후 대체적인 0의 용법이 확립되었다고 보여진다. 그리고 서양에서 암흑시대가 끝날 무렵 사용하기 간편한 인도숫자 통칭 아라비아 숫자가 유럽에 들어가면서 계산하기 불편한 로마 숫자는 자연 도태되었고 유럽뿐만 아니라 전세계에 인도숫자가 자리를 굳히게 되었다(未河苑一, 1970). 이 시기는 인도가 문화적으로 성숙한 시기와 맞물린다. 이 시기의 인도는 과학사적으로 보아서도 세계과학의 선진지역이었다고 주목할만한 시기라고 볼 수 있다. 이에 관하여 일본의 사 세이키 교수는 다음과 같이 말했다(오진곤, 손영수 역, 1990).

“적어도 37 세기의 수백 년 동안 문학, 예술에 있어서 뿐만 아니라, 자연과학에 있어서도 인도의 시대가 있었다.”

0의 도입은 인도가 세계수학 뿐만 아니라 인류문화발전에 기여한 가장 큰 공헌이다. Husserl(1891)은 0의 도입을 수의 계산에 있어서 같은 자리의 것을 한 개의 종렬로 표시하는 인도의 계산법에 그 근거를 두고 있으며, Smith & Karpinski(1911)는 10진법에 가장 충실한 인도의 수체계에 의한 것이라고 생각하였다. 그러나 0의 발견을 단순히 이와 같이 기술적으로만 해석할 수는 없다. 왜냐하면 학문에 있어서 새로운 개념의 발견은 그에 선행하는 사상적 기반이 존재하기 때문이다. 따라서 0의 발견을 단지 기능적으로만 해석하는 것은 0이 만들어진 인도의 사상적 토대를 무시하는 것으로서 학문적인 무지의 소치라 할 것이다. 이는 전세기에 공(空)사상을 기반으로 삼고있는 대승불교가 아직 서양에 소개되지 않았고 수학자들이 이에 무지하였기 때문일 것이라고 생각된다(未河苑一, 1970).

0이 인도에서 최초로 10진법의 빈자리를 표시하기 시작하여, 완전히 자리를 잡은 것은 기원적 2세기부터 시작하여 5, 6 세기에 이르는 것으로서, 이 시기는 붓다가 불교의 교의를 확립한 후로서 불교의 전성기였다. 2-3 세기에 활약한 인도의 中觀哲學의 창시자 나가르주나(Nagarjuna:龍樹, 150-250)는 일체법은 자성이 없으므로 공이라고 하였다. 이 공사상이 0의 발견에서 가장 중요한 계기가 된 것이라고 생각하는 사람들이 많다(荒又秀夫, 1980). 그 후에 나타난 유식학은 공사상을 기반으로 논리적으로 엄밀하게 불타의 사상을 전개하였던 것이다. 이는 불교경전인 반약경의 핵심 사상인데, 공사상의 핵심은 사물은 모든 것이 다른 것에 의존하여 존재하므로 本體로서는 공이라는 緣起의 논리이다.

그러나 일체가 공이라는 연기의 논리도 이것이 확립되기까지는 많은 혼란이 있었다. 이는 마치 어떤 수를 0으로 나누었을 때, 초기의 수학자들이 겪은 혼란과 비슷하다. 그리스 사람들도 0의 개념을 이해하고 있었지만 결코 그것을 수로서 해석하려고 하지 않았다. 이는 0을 수로서 해석했을 때 파생되는 혼란을 두려워했기 때문이다. 그러나 인도인들은 0도 수로서 인정했다. 이는 단순한 일 같지만 뒤를 받치고 있는 무나 공에 대한 깊은 철학적 사색 없이는 불가능한 일이다. 칼 보이어 등은 “수학의 역사”(p. 358)에서 “0에 대한 인도인들의 공헌을 수학적 통찰력의 성과라고 하기보다 오히려 논리적 무지의 결과”라고 하였다. 그는 이 예로서 “일부의 인도 수학자들이 맞는 답과 틀린 답을 잘 구별할 수 없었으며, 약분가능량과 약분불가능량 사이를 뚜렷하게 인식하지 못했다.”는 것을 근거로 들고 있다. 그러나 이는 인도인들의 사유구조를 잘못 이해한데서 온 것이라 할 수 있다. 불교철학의 핵심적인 사상가운데 누구나 알고 있는 것으로 “色卽是空”이란 용어가 있다. 불교경전의 상당부분을 차지하는 “般若部”의 경전들은 여기에 대하여 상세하게 설명하고 있다. 그러나 이 설명을 잘 살펴보면 “물질(色)이 공 일 수 밖에 없는 이유를 설명한 것이지, 있는 것(色)에서 없는 것(空)을 유도한 것이 아니다. 이런 점에서 불교의 논리와 수학적 논리가 차이가 난다. 즉, 불교에서는 색즉시공 자체가 하나의 논리적 출발점으로 자리잡고 있는 것이지, 없는 것(空)에서 있는 것(色)을 이끌어 낸다거나, 역으로 있는 것에서 없는 것을 이끌어 낸 것이 아니다. 여기서 그리스인들과 인도인들의 사유체계는 명확한 차이가 난다. 아리스토텔레스는 4와 같은 수와 0의 비는 존재하지 않는다고 했다. 따라서 그리스에는 ”탕

빈 곳(空)이란 개념은 있었지만 0을 포함하는 산술 자체가 없었다. 그리고 그리스인들이 철학적인 공간과 숫자로서의 0의 관계에 대하여 깊이 고민하였지만, 인도인들에게서는 애초에 이것은 고민할 문제가 아니었던 것이다. 이는 피타고라스 학파가 피타고라스 정리를 발견하고 자축하였지만, 거기서 자신들의 철학인 “비례와 조화”를 파괴하는 “무리수”가 나온다는 것을 알고 고민한 끝에 이를 비밀에 부치려고 한 것과는 대비가 된다. 즉, 인도인들에게서는 “있는 것은 곧 없는 것(色卽是空)”이었지, 여기에 무슨 이유를 달 것이 아니었던 것이다. 즉, “色卽是空”자체가 하나의 논리였던 것이다.

### III. 결론

0은 자리의 원칙과 수로서의 제로의 용법 두 가지 역할을 하고 있다. 자리의 원칙으로서의 0은 기원전 200년 전부터 바빌로니아에서 사용되기 시작하였으나 수로서의 “0의 용법”은 3세기부터 인도에서 사용되기 시작하여 7-8세기경에 완전히 확립되어 아라비아를 통하여 유럽에 전해지게 되었다. 이 시기는 인도에서 불교가 널리 퍼진 전성기로서 용수 등에 의한 “공”사상이 확립된 것과 시기적으로 일치한다. 그리스인들이 0의 개념을 이해하고 있었지만 결코 그것을 수로서 해석하려고 하지 않은 것은 그들의 철학 때문인 것으로, 이는 숫자와 도형을 동일시한 것과 무관하지 않다. 따라서 0의 발견을 단지 기술적으로만 해석하는 것은 혁명적인 개념의 발견 뒤에 있는 철학적 개념을 무시한 것으로, 대승불교의 사상에 대하여 수학자들이 무지하였기 때문인 것으로 보인다.

### 참 고 문 헌

- 민석홍·나종일(1985). 서양문화사, pp.24-27. 서울대학교 출판부.
- 양영호·조윤동 역(2000). 수학의 역사, 경문사 pp.347-361. Boyer, C. B. *A History of Mathematics* 오진곤, 손영수 역, (1990), 과학사의 새로운 관점, 서울, 전파과학사, pp.64-67. 샤 세이키 지음
- 정지호 역(1977). 개조리수학사, 창원사 pp.35-43, p.358, Cajori, F.(1925). *A History of Elementary Mathematics*
- 홍종도 역(2000). 0을 알면 수학이 보인다. 나노미디어 p. 80. Seife, C. 지음
- Husserl, G.(1891), *Philosophie der Arithmetik* 1.
- Michiel Guillen (1998). *Bridge to Infinity*, Sobel Weber Associates, Inc.
- Sarton, G(1927). From Homer to Omer Khayyam, *Introduction to the history of Science I*, Carnegie Institute of Washinton.
- Smith & Karpinski(1911). *Hindu Arabic Numerals*.
- 未河苑一(1970). 數學과 數學史, 清水弘堂. pp. 63-77
- 荒又秀夫(1980). 數學通論 p.74