한국수학사학회지 제22권 제1호(2009년 2월), 41 - 52

시몬 스테빈(Simon Stevin)의 십진 소수체계 : 기하학과 산수의 본격적인 융합 시도

서울대학교 과학사 및 과학철학 협동과정 정원
wanny1@snu.ac.kr

1583년 네덜란드의 수학자 시몬 스테빈은 그의 대표작 『십분의 일』*(De Thiende)*을 출판했다. 이 책에서 스테빈은 모든 수를 동일하게 표현할 수 있는 십진 소수체계를 최초로 제안했다. 이 논문에서는 스테빈이 명시적 목표와 숨겨진 목표를 가지고 새로운 체계를 제안했음을 주장할 것이다. 명시적 목표는 실용 수학자들이 원활하게 사용하기를 바란다는 것이었다. 반면 『십분의 일』에서는 명확히 드러나지 않지만 그의 다른 저술들을 통해 파악되는 숨겨진 목표는 16세기까지 영향을 미치던 아리스토텔레스적인 불연속적인 수와 연속적인 크기의 구분을 철폐하려는 것이었다.

주제어 : 스테빈, 십진 소수체계, 실용 수학, 수와 크기의 구분

0. 머리말

16세기 말과 17세기 초에 걸쳐 활동했던 네덜란드의 수학자 스테빈(Simon Stevin, 1548-1620)은 십진 소수체계의 발명자로 과학사 및 수학사에서 주목을 받아온 인물이다. 지금은 벨기에에 속하지만 당시에는 남부 네덜란드의 일부였던 프랑드르 지방의 브리쥬(Bruges)에서 1548년에 태어난 스테빈은 젊은 시절 브리쥬와 앤트워프(Antwerp)에서의 생활을 마감하고 33세가 되던 1581년에 북부로 이주했다. 이 당시 네덜란드는 스페인으로부터 독립 전쟁을 벌이던 중이었고, 스페인의 지배를 받아들였던 남부와 독립을 선언한 북부로 분리된 상태였다.[1]([5]) 북부로 이주해 레이덴(Leiden)에 정착한 스테빈은 그 후 다양한 수학 저술들을 출판하며 수학자로서의 명성을 쌓아나갔으며, 그 명성을 바탕으로 1590년대에는 당시 북부 네덜란드 군의 총사령관 직을 맡고 있던 마우리츠(Maurits van Nassau, Prince of Orange, 1567-1625)의 후원을 획득하는 데 성공했다. 그 이후 스테빈은 1620년에 사망할 때까지 마우리츠의

1) 네덜란드의 독립 전쟁의 전반적인 전개 상황에 대해서는 헤일의 저술이 비록 오래되긴 했지만 매우 자세한 설명을 제공하고 있다.

측근에서 그를 보좌하는 장교로, 또 수학을 교육하는 개인 수학자로의 삶을 지속해 나갔다. 스테빈은 평생에 걸쳐 매우 다양한 분야에 대한 많은 저술을 남긴 수학자였다. 그가 남긴 저술들로부터 확인해 볼 수 있는 그의 관심 영역은 기하학, 산수, 천문학, 정역학, 광학, 투시법, 상업 수학 등의 분야에서부터 전차 제작술, 풍차 제작술, 교량과 수로 건축술, 제방 축조술과 같은 공학 분야를 포괄하고 있고, 그는 또한 축성술, 병참술, 진지 구축, 병력 배치 등의 주제와 관련된 군사 기술에도 깊은 조예를 보였다. 이렇게 다양한 스테빈의 저술들 중 그가 십진 소수체계를 제시한 『십분의 일』(*De Thiende, The Tenth*)은 현재 사용되고 있는 소수 표기법의 효시가 되는 표현법을 최초로 제안했다는 점에 있어서 역사가들의 관심을 받아왔다.[2] 초창기 과학사학자인 사튼(George Sarton)에서부터 시작된 십진 소수체계의 발명에 대한 관심은 몇몇 네덜란드 출신 과학사 학자들에게 의해 계승되었고, 이들의 연구를 통해 『십분의 일』의 내용과 특징에 대해서는 비교적 상세한 분석이 제시되었다.[3]([7], [8], [9])

하지만 스테빈에 대한 연구는 주로 그의 십진 소수체계에만 집중되어 왔고, 이로 인해 당시의 수학의 전반적인 상황과 그 상황 속에서의 스테빈의 위치에 대해서는 아직까지 제대로 이해가 되지 못하고 있다. 뿐만 아니라 그의 소수체계와 『십분의 일』에 대해서도 다른 저술들과의 관련성은 고려하지 않고 독립적인 저술인 것처럼 다루어짐으로 인해 정확한 이해에 도달하지 못하고 있다. 이러한 문제의식에서 출발하여 이 논문에서는 스테빈의 초기 저술들과 관련지어 소수체계를 살펴봄으로써 스테빈이 어떠한 동기와 목적을 가지고 소수체계를 제시했는지를 고찰할 것이다. 이를 통해 스테빈의 소수체계는 실용적으로 사용할 수 있는 수학을 추구한다는 그의 목표와 고전적인 수학의 산수/기하 구분을 타파하려는 목표를 동시에 만족시키려는, 다시 말해서 실용적 목표와 개념적인 목표를 연결하려 했던 결과물이었음을 주장할 것이다.[4]

1. 스테빈의 소수체계 소개

스테빈의 소수체계는 1585년 레이덴에서 출판된 『십분의 일』(*De Thiende*)에서

2) 현재 사용되고 있는 십진 소수체계의 효시란 것은 스테빈의 소수 표현법이 현재에 사용되고 있는 것과는 다르다는 점을 의미한다. 현재는 소수를 표현함에 있어 점(.) 기호를 사용하지만 스테빈은 ⓪을 사용했다. 하지만 십진 소수의 의미를 최초로 설명하고 그 사용을 제안했다는 점에 있어서 스테빈은 발명자로 인정받는다.

3) 현재 과학사학계에서 가장 영향력 있는 학술지로 인정받고 있는 *Isis*를 창간한 사튼은 1930년대부터 50년대까지 스테빈과 관련된 일련의 논문을 출판했다.

4) arithmetic에 대한 번역어로는 '산수'외에 '산술'이 적절한 경우도 있다. 하지만 스테빈의 의도를 밝히고 있는 이 논문에서는 스테빈이 이 단어를 사용한 맥락을 중시하여 '산수'라는 번역어를 선택해서 사용했다. '산술'로 번역할 경우 계산술의 의미만이 강조될 수 잇기 때문이다. 스테빈은 arithmetic이란 용어를 계산술은 물론이고 수론, 그리고 초보적인 대수학적 내용을 포괄하는 용어로 사용했고, 이러한 이유로 산수라는 번역이 더 적절하다고 판단된다.

최초로 소개 되었다.([13]) 『십분의 일』은 당시 출판업계에서 최고의 명성을 떨치고 있던 크리스토펠 플랑탱(Christoffel Plantijn, 1520-1589) 출판사에서 인쇄된 36쪽의 비교적 짧은 분량의 저술이었다. 이 저술의 본문은 십진 소수체계의 개념을 소개하는 정의부분과 소수체계의 사칙연산을 소개하는 두 부분으로 나누어져 있고, 끝에 6가지 정도의 실제적인 계산 영역에서 소수체계가 어떻게 사용될 수 있는지를 보여주는 부록을 덧붙이고 있다.

먼저 정의 부분에서 스테빈은 보통의 수를 지칭하는 개념으로 'commencement, ⓪'을 제시하고 364의 경우 364⓪이라 표현했다. 이어서 그는 'prime, ①'을 commencement의 10분의 1로 정의하고, 'second, ②'는 prime의 10분의 1로 정의했다. 이러한 정의를 바탕으로 스테빈은 다음과 같이 수를 새롭게 표현했다.5)

8⓪9①3②7③ : 8 commencements, 9 primes, 3 seconds, 7 thirds

각각은 8, $\frac{9}{10}$, $\frac{3}{100}$, $\frac{7}{1000}$과 같고, 전체는 $8\frac{937}{1000}$과 같다.

새롭게 수를 표현하는 방식을 정의한 후 스테빈은 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈을 수행하는 방식을 4개의 정리를 통해 설명하고 있는데, 특히 보통의 수에 대한 4칙 연산과 동일한 방식으로 계산이 가능함을 강조하고 있다. 새로운 표현 방식에 의한 계산 중 곱셈과 나눗셈의 경우에는 자리수의 문제가 생기기 때문에 조금 더 자세한 설명이 제시되어 있는데, 한 예로 서로 자리수가 다른 3④7⑤8⑥과 5①4②의 곱셈의 예를 소개하자면 다음과 같다. 두 수를 곱하기 위해서는 보통의 378과 54를 곱할 때와 마찬가지로 두 수를 배열한 후 일상적인 계산을 수행한다. 이렇게 계산된 결과는 20412 인데, 이 수의 자리수는 원래 3④7⑤8⑥과 5①4②의 마지막 자리수에 해당하는 ⑥과 ②의 합인 ⑧을 끝자리부터 역순으로 배열하면 결정된다. 나눗셈의 경우에는 자리수가 반대로 마지막 자리수들의 차로 결정됨이 설명되고 있다.

		④	⑤	⑥	
		3	7	8	
			5	4	②
	1	5	1	2	
1	8	9	0		
2	0	4	1	2	
④	⑤	⑥	⑦	⑧	

2. 소수체계의 명시적인 의미 : 실용성의 추구

그렇다면 스테빈의 십진 소수체계는 어떠한 의도를 가지고 제안된 것이었을까? 먼저 생각해 볼 수 있는 것은 스테빈이 그의 첫 번째 저술에서부터 이미 명확히 주장하

5) 이 글에서 사용되고 있는 용어들은 독자가 이해하기 쉽도록 편의상 『십분의 일』의 영어 번역본인 1585년 출판된 *The Tenth*의 용어를 사용할 것임을 밝혀둔다.

고 있었던 실용성의 추구라는 의도이다. 스테빈은 1582년 앤트워프에서 출판한 그의 최초의 저술인 『이자율 표』(*Tafelen van Interest, Tables of Interest*)에서 단리와 복리 계산에 모두 사용될 수 있는 22개의 이자율 표를 발표하면서 "만약 이자 표가 없었다면 거의 무한한 노력이 있어야만 해결 가능했을 문제들을 쉽게 해결하는 것을 돕기 위해서"라는 목표를 분명히 제시했다.([11, p. 108]) 한편 스테빈은 실제 문제를 해결하기 위한 지식, 즉 실용적인 지식은 공개되어 여러 사람에게 공유될 때 더욱 힘을 발휘한다는 견해 역시 피력하고 있었는데 이는 다음의 인용문에서 잘 드러나고 있다.

> 저는 홀란드에서도 몇몇 사람들이 이자 표를 작성했지만 그들이 표를 자기들끼리만 알고 있는 귀중한 비밀로 숨기고 있다는 것, 매우 비싼 값을 치루어야만 표를 구할 수 있다는 것, 그리고 표를 제작하는 방법은 아주 소수의 사람들에게만 전수되고 있다는 사실을 잘 알고 있습니다. 물론 그 사람들에게 있어서 표와 관련된 지식이 매우 소중하다는 점은 저도 인정하는 바입니다. 그러나 이 표들을 비밀스럽게 간직하는 것은 학문보다는 눈앞의 이익을 더 중요시하는 행동입니다. … 이러한 상황을 잘 이해하고 있는 저는 공동체 전체에 도움을 주고자 당신들의 보호 아래 이 표들을 출판하고자 합니다. (이 어려운 시기에 공동의 목표를 보호하고 달성하기 위해 힘쓰시는)당신들께서 긍정적인 방향으로 공동체에 유용한 도움을 선사하고자하는 저의 바람을 들어주시리라고 믿어 의심치 않습니다.([11, p. 28])

실용적 지식을 추구하는 스테빈의 태도는 『십분의 일』에서 더욱 명확하게 이어지고 있다. 이러한 태도는 가장 먼저 이 저술의 헌정사에서부터 드러난다. 이 당시 보통의 저술들의 헌정 대상이 권력자들이었던 것과는 달리 스테빈은 천문학자, 토지 측량가, 직물 측정자, 일반 측량가, 포도주 검시관, 환전상 등의 실제 작업자들의 건강을 기원하며 자신의 저술을 헌정하고 있다.([13, p. 3]) 스테빈이 자신의 저술이 헌정사에서 거론된 사람들에 의해 실제적으로 활용되기를 원했다는 점은 『십분의 일』의 저술 언어와 분량에서도 드러난다. 『십분의 일』은 독자들이 쉽게 접할 수 있도록 당시의 학술 언어였던 라틴어가 아닌 네덜란드어로 집필되었으며 내용도 36쪽의 짧은 분량 안에 이론적인 논의는 거의 배제한 채 기본 개념과 계산법에 대한 설명으로만 채워져 있었다. 이는 복잡한 논의에 익숙하지도 않고 그러한 논의에 대한 필요성도 느끼지 않는 독자의 지적 수준과 비싼 돈을 지불하고 책을 구입할 수 없는 경제적 수준을 고려하여 자신의 새로운 체계가 더 널리 사용되기를 원하는 스테빈의 의도가 반영된 결과였다.

하지만 스테빈은 자신의 새로운 체계에 대해서 매우 큰 자부심을 가지고 있었고, 그의 자부심은 다름 아닌 실용성에서 비롯된 것이었다. 스테빈은 새로운 체계를 잘 배워서 사용할 경우 "다른 방법을 사용했으면 낭비해 버렸을 소중한 시간을 아낄 수 있을 뿐만 아니라, 계산의 어려움으로 인한 고통, 논쟁, 계산의 오류, 그로 인한 손실

과 그 밖의 다양한 불편함들로부터 벗어날 수 있음"을 강조했다.([13, p. 7]) 스테빈은 이미 『이자율 표』에서 이자를 계산하는 과정에서 $397\frac{1039615363808}{1600000000000}$과 같은 매우 복잡한 수를 가지고 사칙 연산을 수행한 경험이 있었는데, 그는 이렇게 복잡한 분수로 계산을 하는 경우 계산 과정에서 오류가 발생할 가능성이 매우 높고 그 결과가 실제로 적용될 경우 금전적인 피해까지 볼 수 있다는 점을 인식하고 있었다. 스테빈은 자신의 체계를 도입할 경우 매우 복잡한 분수 계산을 단순한 사칙연산으로 전환할 수 있고, 결과적으로 실제적으로도 매우 유용하다는 점에 큰 의미 부여를 하고 있었다. 그는 자신의 저술을 겉모양만 보고 판단할 사람들에 대해 "많은 사람들이 이 책의 짧은 분량을 보고, 그리고 헌정받은 사람들의 직업을 보고 별 볼일 없는 책이라고 생각할 수도 있겠지만 … 이 책에서 발명된 체계는 매우 유용한 것이고, 그러한 점에서 지금껏 내가 발견한 것 중 가장 최고의 발명이라고 생각한다"고 반박하며 실용성에 기반해 가치 평가를 내렸다.([13, p. 3])

헌정사와 스스로의 가치 평가를 통해 드러난 스테빈의 실용성의 추구는 책의 내용에서도 드러나고 있다. 『십분의 일』의 끝부분에는 십진 소수체계를 실제로 어떻게 사용하는가를 보여주는 6개의 사례들이 부록으로 덧붙여져 있는데, 이를 통해 스테빈은 자신의 새로운 발명이 단순한 지적인 유희가 아니라 실제로 사용하기 위해 고안된 것임을 보여주고 있는 셈이다. 스테빈이 제시하고 있는 각각의 사례는 토지 측량, 천 길이 측정, 포도주와 액체의 깊이 측정, 일반적인 부피 측정, 천문학 계산, 그리고 마지막으로 환전상과 상인들이 행하는 계산이었다. 이는 앞서 지적했던 책이 헌정된 6가지 직업의 사람들이 수행하는 실제적인 문제라는 것을 알 수 있다. 이 사례들에서 스테빈은 그 당시 기준이 되고 있던 측정단위(예를 들어 천 길이 측정에서는 당시 사용되던 단위 ell)를 commencement로 놓고 그것의 1/10을 ①, 이의 1/10을 ②로 생각하여 길이나 부피를 측정하고 계산을 수행하는 방법을 보여주고 있다. 이와 더불어 스테빈은 새로운 체계에 대한 이해의 부족으로 인해 야기될 혼란과 계산 값을 실제로 적용하는 과정에서 나타날 문제에 대해서도 친절한 설명을 덧붙였다. 부피 측정 부분에서 스테빈은 각 변의 길이가 3①2②, 2①4②, 2⓪3①5②인 육면체의 부피가 1①8②4④8⑤인 것을 들어 각 변의 길이가 1①인 정육면체가 180개나 들어가는 육면체인데도 부피가 1①을 조금 넘는 정도 밖에 안 되는 것은 부피와 길이에서 사용하는 단위가 다르기 때문에 발생하는 현상이니 어려워하지 말라고 충고하고 있으며, 화폐 환산과 관련한 경우에 ②나 ③정도의 값까지만 고려해서 반영하는 것이 현실적이라는 조언도 해주었다.([13, p. 30])

십진 소수체계에서 보이는 실용성의 추구라는 스테빈의 의도는 저술 속에서 제시된 예제로만 그치지는 않았다. 스테빈은 모든 단위를 십진수를 기반으로 하여 재정비할 것을 제안하고 있는데, 그는 이러한 단위의 통일이 새로이 건설되고 있는 네덜란드 사회에 더 큰 이익을 줄 수 있을 것이라고 주장했다. 그리고 그의 주장은 이후 그가

저술했던 천문학, 축성술 등의 다양한 분야의 서적들에서 실제적으로 사용되었다.

3. 소수체계의 숨겨진 의미 : 산수와 기하학의 통합

앞서 살핀 실용성의 추구라는 목표가 비교적 명시적으로 제안되고 있는데 반해 『십분의 일』에는 그의 전후 저술들과 연관시켜서 이 저술을 이해할 때에만 드러나는 또 다른 목표가 숨겨져 있었다. 그것은 바로 수와 크기의 구분을 무너뜨리겠다는 수학의 개념적인 혁신이었다. 『십분의 일』에서 제시된 소수체계는 기하학과 산수의 구분을 타파하고 당시에는 다른 종류의 양으로 여겨졌던 크기와 수를 동일하게 취급해야 한다는 스테빈의 목표가 실제로 구현된 결과물이었던 것이다.

16세기의 수학을 살펴볼 때 염두에 두어야 문제 중 하나는 다른 과학 분야에서와 마찬가지로 수학에서 역시 아리스토텔레스의 영향이 지속되고 있었다는 점이다. 우리는 16, 17세기 천문학, 역학 등에 일어난 변혁이 아리스토텔레스의 체계를 넘어서려는 노력들에 의해 이루어졌다는 점을 너무나 잘 알고 있다. 하지만 이러한 지적은 16세기 서양 수학의 변화를 설명하는 과정에 있어서도 동일하게 성립된다. 수학 분야에서 역시 16세기까지 많은 수학자들을 지배하고 있던 아리스토텔레스의 기본 원리로부터 탈출하려는 시도가 행해지고 있었던 것이다. 그리고 스테빈은 그러한 인물 중 한 명이었다.6)

아리스토텔레스의 길이와 수를 구분해서 다루어야 한다는 주장은 그의 저술 중 하나인 『카테고리』(*Category*)에서 제시되고 있다. 아리스토텔레스는 수학이 다루는 대상이 크게 보면 양(qunatity)이라는 카테고리 속에 포함되지만 양은 다시 서로 다른 성격을 지니는 이산적인 수(discrete number)와 연속적인 크기(continuous magnitude)로 분류된다고 주장했다. 아리스토텔레스가 수와 크기를 구분하는 데에 사용했던 기본적인 기준은 그것이 무한히 나뉘어질 수 있는가 그렇지 못한가였다. 아리스토텔레스에 따르면 수는 무한히 나뉘어질 수 없는 양이며 나누다보면 언젠가는 더 이상 나뉘어지지 않는 기본 단위(unit)에 도달하게 되는 양이다. 아리스토텔레스가 수의 기본 단위로 생각한 것은 1(unity)이었다. 따라서 수는 기본 단위들의 합, 즉 1들의 합에 의해 구성되는 양이었다. 반대로 크기는 무한히 나뉠 수 있는 양이고 그렇기 때문에 더 이상 나뉠 수 없는 기본 단위에 의해 구성된 것이 아닌 연속적인 양이었다. 아리스토텔레스는 크기의 예로 길이, 넓이, 부피, 시간 등을 들었다.([1, pp. 8-10])

아리스토텔레스의 수의 불연속성과 크기의 연속성, 그리고 이에 기반한 수와 크기의 구분에 대한 주장은 다른 글들에서도 재차 반복되었다. 『형이상학』(*Metaphysics*)에서 아리스토텔레스는 수학의 두 분야인 산수와 기하학은 따로 분리되

---

6) 과학혁명기의 천문학, 역학 등의 분야에서의 아리스토텔레스 체계의 영향과 그 극복 과정에 대해서는 김영식, 『과학혁명: 근대과학의 출현과 그 배경』(아르케, 2001)을 참고하라.

어 있는 대상을 혼동해서 다루면 안 된다는 점을 다시 강조했다. 그는 이러한 주장과 더불어서 모든 것은 '수'라 주장했던 피타고라스을 비판하기도 하였다. 아리스토텔레스에 따르자면 세상에는 불연속적인 수로 만들어질 수 없는 연속적인 대상인 크기가 분명히 존재했기 때문이었다.([2, pp. 1703-1704, 1708-1709])

한편 이러한 주장과 더불어 아리스토텔레스는 『형이상학』에서 후대에 수학에 있어서 중요한 원칙으로 수용될 중요한 주장을 한 가지 더 덧붙였다. 그는 수의 특징을 설명하는 과정에서 수는 단위(measure 혹은 unit)의 모임으로 이루어진다고 했고, 단위에 대한 자세한 설명을 제시했다. 그러한 설명의 결론 중 하나는 "단위는 단위들이 아니므로(for the measure is not measures), 수의 단위인 1이 수가 아닌 것은 당연하다"라는 주장이었다.([2, p. 1719]) 이 주장을 받아들인다면 수는 기본 단위 1을 제외한 2부터 시작되는 자연수를 지칭하게 될 것이다.

수학과 관련해서 지적할 수 있는 아리스토텔레스의 주장은 그의 여러 저술 속에서 부분적으로 등장하고 있는데, 그것이 정형화된 형태로 제시되어 후대 수학자들에게 직접적인 영향을 미치게 된 것은 유클리드의 『원론』(*Elements*)을 통해서였다.([16]) 유클리드가 체계화시킨 아리스토텔레스의 수학에 대한 주장은 바로 '수와 크기에 대한 명확한 구분'이었다. 아리스토텔레스에 의해 제안되었던 수와 크기의 구분은 유클리드에 의해 수용되어 수를 다루는 산수와 크기를 다루는 기하학이라는 구분으로 표출되었다. 유클리드의 저작에서 기하학과 산수가 명확하게 구분되어 있었다는 점은 크게 세 가지 면에서 찾아볼 수 있다. 먼저 전체 저술의 권(Book) 구성에서 이러한 특징이 명확히 드러난다. 『원론』의 각 권의 내용을 살펴보면 다음과 같다.

1-6권 : 평면 기하학

7-9권 : 산수

10권 : 비교 불가능한 양에 대한 논의 (지금의 무리수 관련)

11-13권 : 입체 기하학

쉽게 확인할 수 있듯이 기하학 부분과 산수 부분은 명확히 구분되어 서술되고 있으며, 실제로 산수를 다루는 7-9권에서는 앞 권의 내용들이 전혀 언급되고 있지 않다. 이는 두 분야가 전혀 별개의 것이라는 유클리드의 인식이 반영된 구성방식이라고 평가할 수 있을 것이다.[7)]([6], [15])

두 번째로 지적할 수 있는 면은 각각의 연산 과정에서 보이는 차이이다. 『원론』에서 수의 경우에는 덧셈, 뺄셈뿐만 아니라 곱셈까지도 가능한 연산으로 이용되고 있

7) 유클리드의 기하학과 산수의 명확한 구분과 관련해서 20세기 초 몇몇 수학사가들은 유클리드의 1-6권이 사실은 기하학의 모양을 띄고 있으면서 내용은 대수를 다루는 기하대수학적 저술임을 주장했었다. 그러나 1960년 이후로 이러한 주장은 여러 반박 증거들이 제시되며 힘을 잃었다. 최근의 해석은 유클리드가 기하학과 산수를 명확히 구분하고 있었다는 쪽으로 확실히 기울고 있다. 이 논쟁과 관련된 내용은 그라탄-기네스의 논문에 잘 정리되어 있다. 또한 한경혜의 논문 역시 이 주제에 대해 잘 정돈된 논의를 소개해주고 있으며, 특히 다양한 역사적 관점 및 간학문적 접근에 대한 저자의 주장은 매우 경청할 만하다.

으나, 크기의 경우에는 덧셈과 뺄셈, 그리고 상수 배만 가능하고 크기끼리의 곱셈은 가능하지 않은 연산으로 소개되고 있다.[8] 마지막으로 비례 이론의 경우에도 비례식을 세울 수 있는 대상은 같은 영역에 포함되는 것끼리만 가능한 것으로 설명되고 있다. (길이:길이)나 (수:수)는 가능한 비례 관계이지만 (길이:수)는 불가능한 비례관계라는 것이다. 이와 같이 그 연산 과정과 비례 이론에 있어서도 기하학 부분과 산수 부분, 다시 말해 크기와 수는 명확한 차이를 보이고 있다.

『원론』에서 산수 부분은 앞서 지적한 바와 같이 7-9권이다. 산수 부분의 첫 권인 7권의 서두에서 유클리드는 수와 산수에 대한 22개의 정의를 제시했다. 그 중 눈에 띄는 것은 정의 1과 2이다. 정의 1은 수의 기본 단위(unit)에 대한 것인데, 유클리드는 수의 단위로 1을 정의했다. 이에 대한 논의는 잠시 후에 스테빈의 기본 단위에 대한 설명을 살필 때로 잠시 미루기로 하자. 정의 2는 '수'에 대한 정의였다. 유클리드는 "수는 기본 단위들의 배수이다"로 정의했다.[9]([10, p. 277]) 즉 수의 기본단위는 바로 1로 여겨졌고, 모든 수는 1의 배수로 표현되는 것으로 생각되었던 것이다. 이에 따르면 1보다 작은 수는 존재할 수 없고, 1 역시 수의 단위일 뿐 수 자체는 아닌 것으로 생각되었다. 이와 더불어 기하학이나 비례 이론에서 편의상 사용되고 있던 무리수나, 분수 역시 1의 배수로 표현될 수 없기 때문에 엄밀한 의미에서는 수가 아니라고 여겨졌고 불완전한 수(broken number)나 이상한 수(absurd(혹은 surd) number)라 불렸다.

이러한 상황에서 1보다 작은 양 뿐만 아니라 분수나 무리수까지 동일한 방식으로 표현할 수 있는 방법인 십진 소수의 도입은 16세기 당시로서는 매우 새로운 변화였다. 스테빈은 『십분의 일』의 출판을 전후해 지속적으로 주장했던 모든 수학적 대상을 동일하게 취급함으로써 수와 크기의 구분을 없애고 결과적으로 기하학과 산수의 구분을 허물겠다는 목표를 십진 소수체계라는 가시적인 성과물을 통해 보여주었던 것이다.

기하와 산수를 융합하려는 스테빈의 의도는 『십분의 일』에 2년 앞서 출판되었던 『기하학 문제들』에서 최초로 본격적으로 제시되었다. 책의 2부 첫머리에서 스테빈은 자신은 기하학에 산수적 방식을 사용할 것임을 다음과 같이 선언했다.

> 우리는 기하학을 산수의 방법과 비슷한 방법을 사용하여 다룰 것이다. 그리고 이러한 방식의 채택은 연속적인 양과 불연속적인 양 사이에 큰 유사성이 있다는 점을 고려해 볼 때 자연의 규칙을 따르는 셈이다. 여기에서 우리는 선, 평면도형, 입체와 같은 모든 종류의 크기를 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 사칙연산을 통해 다룰 것이다.([12, p.206])

8) 잘 알려져 있듯이 크기끼리의 곱셈을 최초로 제안한 수학자는 바로 데카르트였다. 데카르트는 그의 저서 『기하학』에서 기하학과 산수의 통합을 추구했는데, 그 책의 첫 번째 정리는 길이끼리의 곱에 대한 내용을 담고 있다.

9) 유클리드 『원론』 7권 정의 2는 "A number is a multiple composite of units"이다.

『기하학 문제들』에서 스테빈은 크게 두 가지 방식을 동원해 기하학과 산수가 크게 다르지 않고 서로 교환할 수 있는 방법임을 보이고 있다. 먼저 스테빈은 주어진 문제를 일단은 도형의 비례를 이용한 기하학적인 방법으로 풀어낸 후 이를 다시 산수적인 방법으로 해결하는 방식을 택했다. 이러한 과정을 거치면서 그는 "처음에 연속적인 양을 사용해 증명된 결과가 숫자를 사용해서 훨씬 더 명징하게 증명되었다"고 주장하며 기하학을 사용하건 산수를 사용하건 결과에는 차이가 없음을, 다시 말해 기하학문제에 산수를 적용하는 것이 아무 문제가 없음을 주장했다.([12, p. 328])

스테빈이 택한 두 번째 방식은 이전까지 산수 문제를 풀 때에 사용되던 거짓 가정법(regular falsi)을 기하학 문제를 푸는 과정에 적용하는 것이었다. regula falsi는 방정식을 풀 때 임의의 값 두 개를 해라고 예상하여 주어진 방정식에 대입한 후 나온 결과를 조작해 방정식의 해를 구하는 방법으로 전적으로 산수에서만 사용되던 방법이었다. 스테빈은 "연속적인 양과 불연속적인 양의 대응관계를 더욱 확실하게 보이기 위해서 (이미 산수 분야에서는 regula falsi 라는 방법을 사용하고 있기 때문에) 새로 도입할 방법을 연속적인 양의 Regula Falsi라고 부르겠다"고 말하며 기하학과 산수가 서로 대응관계에 있음을 주장했다.[10]([12, p. 206])

『기하학 문제들』에서의 논의가 기하학에 산수가 적용될 수 있음을 보임을 통해 기하학과 산수의 구분을 허무는 데 집중되어 있었다면, 『십분의 일』과 같은 해에 출판된 『산수』(*L'arithmetique*)에서는 기하학과 산수의 구분 근거 중 하나였던 수는 불연속적인 양이고 모든 수는 기본단위 1의 배수로만 표현된다는 주장에 본격적인 비판을 가하고 있다. 먼저 그는 "수의 단위로 생각되어온 1역시 수이다"라고 책의 서두에서 분명히 밝히고 있다.([14, p. 495]) 그는 한 물체에서 부분과 전체는 당연히 같은 물질로 이루어져 있는 것이 당연하듯 전체 수를 이루는 1 역시 수인 것이 자연스럽다고 말하며, 1이 수가 아니라고 주장하는 것은 빵 조각이 빵이 아니라고 우기는 것과 같은 오류를 범하는 것이라고 설명했다.

1이 수의 기본 단위가 아니라는 주장은 다른 수도 반드시 1의 배수가 될 필요가 없음을 의미했다. 다시 말해 이제 수는 꼭 자연수일 필요가 없고, 자연수 사이를 채우고 있는 분수나 무리수도 같은 수일 뿐만 아니라, 더 나아가 두 자연수 사이에는 무수히 많은 다른 수들이 빼곡히 채워져 있음을 의미하는 것이었다. 이러한 생각을 바탕으로 스테빈은 결국 "수는 연속적인 양이다"라고 상징적으로 선언하며 수와 크기의 구분을 부정했다.([14, p. 501])

스테빈의 십진 소수체계는 『기하학 문제들』과 『산수』에서 추구되고 있었던 기하학과 산수의 구분, 연속적인 크기와 불연속적인 수의 구분을 타파하겠다는 목표를 실제적으로 구현한 산물이었다. 십진 소수 체계를 제안한 스테빈의 실제 의도는 자연수, 분수, 무리수 등으로 표현되던 모든 양을 동일한 방법으로 표현할 수 있는 통일된

10) 이 인용문에서 스테빈은 대소문자만 틀릴 뿐 동일한 용어를 제안함으로써 산수에서 사용되는 방법이 기하학에서도 동일하게 적용될 수 있음을 강조하고 있는 셈이다.

체계를 제안하고자 하는 것이었다. 스테빈은 자신의 체계를 정의하며 "분수나 불완전한 수(broken number)를 쓰지 않고 모든 수를 동일하게 표현하는 방식"이라고 말했으며 실제 계산 예를 설명할 때에도 이와 같은 내용을 자주 지적했다.([13, p. 402])

즉 스테빈에게 있어서 소수체계는 1보다 작은 수도 표현할 수 있을 뿐만 아니라 크기를 나타낼 때 사용되던 다른 종류의 표현도 모두 동일하게 나타냄으로써 수의 연속성을 확보하고 수와 크기의 구분을 무너뜨릴 수 있는 실제적인 무기였다.[11] 그리고 이를 통해 스테빈은 『십분의 일』이 출판될 즈음에 다른 이론적인 저술들을 통해 추구하고 있었던 기하학과 산수의 구분타파라는 개념적인 혁신을 현실적으로 구체화시켰던 것이다.

4. 맺음말 - 소수체계 이후

스테빈의 소수체계에 덧붙여져 있던 실용성 추구와 개념 혁신이라는 목표는 비교적 빠른 시간 안에 다양한 효과를 산출해 내었다. 먼저 소수체계 자체는 『십분의 일』이 얼마 지나지 않아 불어, 영어 등의 언어로 번역되어 전 유럽으로 퍼지게 되면서 점차 인정을 받은 것으로 보이며 특히 스코틀랜드의 네이피어가 1617년 자신의 로그표에서 스테빈식의 소수체계를 도입함으로써 더욱 급속히 확산되게 되었다.

소수체계의 급속한 확산은 스테빈 개인적인 지위의 상승에도 적지 않은 영향을 미치게 된다. 초기에 수학적 저술만을 남겼던 스테빈은 소수체계를 통해 자신의 이름을 알리게 되고, 높아진 명성은 결국 그를 마우리츠의 군사 조언자 및 궁정 학자로, 그리고 결국에는 네덜란드의 대표 수학자로까지 지위를 향상시키는 데에 영향을 주었다. 물론 이 과정에서 스테빈이 플랑탱이라는 당대 최고의 출판업자와 작업을 수행했다는 점, 스스로 독립전쟁 중인 네덜란드의 상황에 큰 관심을 보이고 국가에 유용한 지식을 산출해 내려고 노력했다는 점도 긍정적으로 작용했을 것이다. 그리고 이렇게 상승된 지위와 명성이 그의 주장이 더욱 힘을 얻게 되는 과정에 긍정적으로 작용했음은 쉽게 예상할 수 있다.

한편 기하학과 산수의 구분 타파라는 개념상의 혁신은 곧바로 가시적인 변화를 이끌어 내지는 못했지만 시간이 지나면서 매우 중요한 영향을 미치게 된다. 네덜란드의 수학자 아이작 비크먼(Isaac Beeckman, 1588-1637)과 스넬(Willebrord Snellius,

11) 『십분의 일』에서의 십진 소수체계가 실제적으로 활용할 수 있는 도구를 제시한 반면 『산수』에서 스테빈은 매우 치밀한 논증을 통해 유클리드의 『원론』의 수와 산수에 대한 정의들을 반박하는 주장을 제시했다. 그는 아리스토텔레스적인 수와 크기의 구분을 부정하고 새로운 방식으로 수학의 대상인 '양'을 3가지로 분류했는데, 그것은 산술적 수, 기하적 수, 대수적 수였다. 십진 소수체계는 바로 이 3가지 수 모두를 표현하는 데에 사용될 수 있는 새로운 수였고, 이러한 점에서 십진 소수체계는 수와 크기의 구분을 무너뜨리는 실제적인 도구이자 무기였다고 평가할 수 있다.

1580-1626)은 스테빈과 개인적, 학문적 교류를 가지게 되는데, 스테빈의 주장에 많은 면에서 공감을 했으며, 때마침 네덜란드를 찾았던 데카르트와 친분을 쌓게 된다. 바로 이러한 연결 고리를 통해 스테빈의 목표는 데카르트에게 전해지게 되고, 결국 데카르트는 자신의 기하학에서 기하학과 산수의 구분 타파라는 원대한 목표를 달성한 해석 기하학을 발표하게 된다.

참고 문헌

1. Aristotle, *Category* in Jonathan Barnes ed., *The Complete Works of Aristotle* Vol. 1, Princeton: Princeton University Press, 1984.
2. Aristotle, *Metaphysics* in Jonathan Barnes ed., The Complete Works of Aristotle Vol. 2, Princeton: Princeton University Press, 1984.
3. Devreese, J. T. and G. Vanden Berghe. *'Magic Is No Magic', The Wonderful World of Simon Stevin*, Boston: WIT Press, 2008.
4. Dijksterhuis, E. J. *Simon Stevin. Science in the Netherlands around 1600*, Hague: Martinus Nijhoff, 1970.
5. Geyl. Peter, *The Revolt of the Netherlands, 1555-1609*, London: Ernest Benn, 1966.
6. Grattan-Guinness, Ivor, "Numbers, Magnitude, Ratios, and Proportions in Euclid's Elements: How did He Handle Them?," *Historia Mathematica* 24-4 (1996), pp. 355-375.
7. Sarton, George, "Simon Stevin of Bruges (1548-1620)," *Isis*, 21-2 (1934), 241-303.
8. Sarton, George, "The first Explanation of Decimal Fraction and Measures (1585). Together with a History of the Decimal Idea and a Facsimile of Stevin's Disme," *Isis* 23-1 (1935).
9. Sarton, George, "Decimal System Early and Late," *Osiris* 9 (1950) pp. 581-601.
10. Heath, Sir Thomas L., *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, New York: Dover Publication, Inc, 1956.
11. Stevin, Simon, *Tafelen van Interest*, Antwerpen: Christoffel Plantijn, 1582, reprinted in D. J. Struik ed. *The Principal Works of Simon Stevin* Vol. Ⅱ-A , Amsterdam: C.V. Swets & Zeitlinger, 1958.
12. Stevin, Simon, *Problemata Geometrica*, Antwerp: Ioannes Bellerus, 1583, reprinted in D. J. Struik ed. *The Principal Works of Simon Stevin* Vol. Ⅱ-A, Amsterdam: C.V. Swets & Zeitlinger, 1958.

13. Stevin, Simon, *De Thiende*, Leyden: Christoffel Plantijin, 1585, reprinted in D. J. Struik ed. *The Principal Works of Simon Stevin* Vol. II-A, Amsterdam: C.V. Swets & Zeitlinger, 1958.
14. Stevin, Simon, *L'arithmetique*, Leyde: Christophle Plantin, 1583, reprinted in D. J. Struik ed. *The Principal Works of Simon Stevin* Vol. II-B, Amsterdam: C.V. Swets & Zeitlinger, 1958.
15. 고정화, 자연수 개념의 역사에 관한 분석적 고찰, 한국수학사학회지 18 (2005) No. 2, 9-22.
16. 한경혜, 수학사 연구 방향의 두 갈래와 '기하학적 대수학', 한국수학사학회지 20 (2007) N. 2, 33-46.

Simon Stevin's Decimal Fraction System : An Effort for the Unification of Geometry and Arithmetic

Program in History and Philosophy of Science, Seoul National University **Won Jung**

Dutch mathematician Simon Stevin published *De Thiende*(The Tenth) in 1583. In that book Stevin suggested new numerical notation which could express all numbers. That new notation was decimal fraction system. In this article I will argue that Stevin invented new decimal fraction system with two main purposes. The explicit purpose was to invent a new system which could be used easily by practical mathematicians. The implicit purpose which cannot be found in *De Thiende* alone but in his other writings was to break the Aristotelian tradition which separated geometry and arithmetic which dealt continuous magnitude and discrete numbers respectively.

Key Words : Stevin, decimal fraction system, practical mathematics, separation of number and magnitude

2000 Mathematics Subject Classification : 01A40

ZDM Subject Classification : A40, F30

접수일 : 2009년 1월 10일 수정일 : 2009년 2월 10일 게재확정일 : 2009년 2월 20일