대한수학교육학회지 수학교육학연구 제 21 권 제 2 호
Journal of Educational Research in Mathematics
Vol. 21, No. 2, 121-134. May 2011

Stevin의 <소수>의 수학사적 의의와 수학교육적 함의[1)]

장 혜 원*

소수는 자연수와의 유사성 덕분에 교수-학습시 용이함과 곤란함을 동시에 지니는 초등 수학의 지도 내용이다. 소수의 창시자로 언급되는 Stevin과 소수 개념을 소개한 그의 저서 <소수(La Disme)>는 소수의 역사에서 빼놓을 수 없는 수학자이고 수학책이다. 그러나 대부분의 수학적 개념들의 발달 과정과 마찬가지로 소수 개념에 대한 인식 및 사용은 Stevin 이전 시대에 이미 있어 왔다. 본 연구에서는 그럼에도 불구하고 Stevin이 소수의 창시자로 언급되는 이유를 <소수>가 수학사에서 지니는 의미와 관련하여 고찰하였다. 구체적으로 표기적 측면, 책의 전개 방식, 개념적 혁명, 실용적 목적 등의 측면에서 의의를 찾을 수 있었다. 그리고 책의 명성에 비해 원전의 상세한 내용은 잘 알려져 있지 않은 <소수>에 대한 상세한 검토를 통해 초등수학교육에서 소수가 지도되는 방법과 관련한 몇 가지 시사점을 논의하였다.

I. 서론

소수는 자연수를 표현하는 십진 체계의 연장이다. 이미 소수의 구성 원리를 충분히 파악하고 있는 사람의 시각에서는 자연수가 큰 자리로 끝없이 확장되는 것과 마찬가지로 자연수의 십진 체계가 1보다 작은 자리로 확장되는 것이 더 이상 자연스러울 수 없다. 이러한 특성 덕분에 학교 수학에서 소수 지도는 자연수에의 유추를 통한 용이함과 동시에, 다른 한편 자연수와의 유사성에서 기인하는 오류를 유발시킬 수 있다는 곤란함의 양면성을 지닌다. 구체적으로 말하자면 전자는 연산과 관련하여 자연수에서의 계산 법칙을 그대로 확장 적용할 수 있기 때문이며, 후자는 크기 비교시 자릿수가 많을수록 큰 수라는 오개념, 0.2=0.20과 같은 소수의 이중 표기에 대한 수용의 어려움, 3.25와 3.26 사이의 소수를 찾지 못하는 소수의 위상적 관계에 대한 방해(Brousseau, 1998, p.132) 등 소수를 소수점을 갖는 자연수로 이해함으로써 자연수에서만 성립되는 법칙을 소수에 그대로 확장하는 인식론적 장애와 관련된다.

소수 지도를 어렵게 만드는 인식론적 장애는 그것의 특성 중 하나인 상대성[2)] 때문에 개념 및 이론 발달상의 각 단계와 관련하여 설명될 수 있을 것이다. 이와 같은 의미에서 인식론적 장애의 본질을 드러내는 데 도움이 되는 것이 지식의 발달 과정을 제시하는 수학의 역사이고 따라서 소수와 관련한 역사를 고찰하는 것은 학생들의 소수 인식을 이해하고 적절한 지도 방법을 고안하는 데 도움이 된다는 생각에 큰 무리가 없다. 소수의 역사는 현행 교육과정에 따른 교과서에서도 발견된다. 소수가 학교 수학

* 진주교육대학교 수학교육과, hwchang@cue.ac.kr
1) 본 연구는 2010학년도 진주교육대학교 학술연구과제 연구비 지원을 받아 수행되었음.
2) 인식론적 장애가 상대적이라 함은 준거를 어떻게 정하느냐에 따라 장애일 수도, 아닐 수도 있음을 뜻한다.

으로 처음 지도되는 초등학교 수학에서 교사를 위한 지도서는 물론 학생을 위한 익힘책에서도 소수와 관련한 수학사가 소개된다. 흔히 소수의 창시자로 언급되는 Stevin에 대한 소개이다. 전자에서는 Stevin의 책 <소수(La Disme)>를 소개하면서 '화폐 단위, 측도, 중량에 대한 십진법의 도입과 각도, 원호의 십진 분할의 도입을 동시에 제안하였다(교육과학기술부, 2010d, p.240).'고 하였다. 한편 후자에서는 '이야기마당'이라는 코너를 두어 학생들을 위한 여러 가지 관련 내용을 소개하는데 그 한 가지 유형이 수학사와 관련된 이야기이고, 3학년 2학기와 4학년 1학기의 소수 단원에서 각각 '소수의 발견(교육과학기술부, 2010b, p.103)'과 '소수의 탄생(교육과학기술부, 2010c, p.131)'이라는 제목으로 제공된다. 양쪽에서 모두 Stevin의 일화를 다루어 소수의 탄생 배경으로서 복잡한 이자 계산을 간단하게 하기 위해 분수 아닌 수 표기의 필요성과 그 대안으로서 소수 표기법에 대해서 설명하고 있다. 좀 더 구체적으로 말하면, 전자는 Stevin이 이자 계산을 간단하게 할 방법을 찾다가 분모가 10, 100, …인 분수로 고쳐 나타내면 편리하다는 아이디어를 떠올린 것과 그때 분모에 있는 0의 개수와 분자가 몇 자리 수인지 쉽게 알아보기 위한 표기법을 고안한 사실을 소개하고 있으며, 후자는 소수를 처음 만든 사람을 소개하면서 독일의 루돌프(Ludolph van Ceulen, 1540~1610)가 소수의 시초를 마련했지만 지금처럼 다양하게 소수를 이용한 것은 Stevin에서 비롯된다고 하면서 책 <소수에 관해서>[3]까지 소개하고 있다. 그 책에는 소수의 체계와 실제적인 사용 방법이 제시되었다고 소개하는데 물론 초등학생용 교과용 도서이므로 그 상세한 내용은 드러나 있지 않다.

실제로 다수의 수학사 서적이나 수학사를 활용한 수학교육 분야의 논문에서 소수에 관한 내용을 다룬다면 Stevin의 <소수>에 대한 언급이 빠지지 않는 것을 볼 수 있지만(변희현, 2005; Struik, 1959, 1987; Smith, 1958 등), Sanford(1921)의 연구에서 비교적 자세히 소개한 것을 제외하면 책의 명성에 비해 책에 포함된 구체적인 내용에 대한 소개는 미흡하다. 국내 연구에서의 상황은 더욱 그러하다.

이 논문에서는 소수의 개념이 Stevin 이전에 이미 출현하였고 여러 수학자들에게 인식되어 왔지만 Stevin을 소수의 창시자로 언급하는 의미를 확인하고, 소수의 역사에서 중요한 출발이자 전환점으로 간주되는 원전 <소수>의 내용에 대한 상세한 고찰을 통해 <소수>의 관점에서 본다면 초등학교에서 다루어지는 소수 지도와 관련하여 어떠한 교수학적 시사점을 제공하는지에 대해 생각해보고자 한다.

II. Stevin의 <소수> 발간의 수학사적 의의

모든 수학적 아이디어가 수학사에 갑자기 출현한 것은 아니며 오랜 동안의 태동기를 거쳐 탄생하는 것이 자연스럽다. 수학적 개념이 정의되기에 앞서 우선 오랜 시간에 걸쳐 사용되는 시기가 있었음은 다양한 수학적 개념에서 확인되며 예컨대 음수의 개념이 하나의 사례이고(Arcavi, 1985), 소수 역시 예외가 아니다. Smith(1958, vol.II)는 소수 개념의 출현 근거를 인쇄술의 발달에 두고 있다. 인쇄술이 발달하기 이전에는 분자, 분모가 큰 수인 분수는 인쇄의 불편함 때문에 사용을 꺼렸다. 그러나 인쇄술 발명 후에는 분자, 분모가 큰 수들을 사용하고자 하는 고의적인 시도로 인해 어떠한

3) 본고에서 <소수>라고 번역한 Stevin의 책 <La Disme>이 그와 같이 번역되었다.

실제적인 필요 이상으로 복잡한 분수를 사용하기도 하고 더욱이 수학자들은 분자, 분모가 열자리 이상인 수까지도 사용하게 되면서 그러한 정교한 분수를 나타내기 위한 표기로 소수가 등장했다는 것이다. 한편 중국으로부터 비롯된 동아시아 수학의 역사 속에서는 소수가 형식적인 표기의 문제가 아니라 완전히 개념적인 산물이었다. 자연수 아래의 작은 수(소수)를 지칭하기 위한 분(分), 리(厘), 호(毫), 사(絲), 홀(忽), 미(微), … 등의 자릿값의 사용은 자연수에서 상용된 십진기수법의 원리를 1보다 작은 수로 확장하는 소수 개념의 파악을 말해준다(장혜원, 2006, p.44). 아라비아 수학에서는 al-Kashi(15세기)가 원주율을 보다 정확하게 구하는 과정에서 정수 부분과 구별하여 소수가 충분히 설명되었고, 유럽 대륙에서도 무리수의 근사해를 구하는 과정이나 이자계산 등에서 Adam Riese(1522), Christoff Rudolff(1530) 등에 의해 십진기수법의 원리를 일의 자리 아래로 확장시킨다는 아이디어가 이미 시도되었었다(NCTM, 1989; Smith, 1958, vol.II, pp.236-240 재인용).

여타의 많은 수학적 개념들과 마찬가지로 소수 역시 수학의 역사를 볼 때 역사상 최초로 그 개념을 파악한 것이 누구인지 불명확함에도 불구하고, 네덜란드의 수학자 Stevin(1548~1620)은 십진 소수체계의 발명자로 수학사에서 그 위상을 차지하고 있다. 수학 이외의 분야에서도 다양한 저술을 남긴 그의 관련 분야는 천문학, 역학, 광학, 투시법, 상업 수학 등의 과학은 물론 전차와 풍차 제작술, 교량과 수로 건축술 등 공학, 군사 기술도 포함한다(정원, 2009, p.42). 우리의 관심인 수학 분야에서는 <소수>를 집필하여 오늘날의 소수점 표현은 아니지만 ⓪, ①, ②[4] 등과 같이 정수자리, 소수 첫째 자리, 소수 둘째 자리를 뜻하는 기호를 써서 소수를 나타내고 십진 분수로서의 소수의 의미를 최초로 형식화하여 설명하고 그 적극적인 사용을 제안한 것으로 알려진다.

Stevin의 의도가 그보다 앞선 소수의 사용과 어떤 측면에서 차이가 있는지 주목하는 것은 소수의 역사를 이해하는 데 도움이 될 것이다. 중국 수학에서 소수는 1보다 작은 수라는 의미로, 그러한 수를 나타내기 위해 보다 큰 수를 읽는 방식과 동일하게 자릿값을 써서 읽어낸 표기 방식이지만 Stevin의 소수표기 체계는 작은 수뿐만 아니라 모든 수를 동일한 방식으로 나타낼 수 있는 통일된 수 표기 방식의 제안이라는 관점의 차이가 있다. Stevin의 소수 개념이 고대 그리스 천문학자로부터 시작하여 중세에 널리 쓰인 60진법 분수에서 기인한 것으로 보는 Sanford(1921)와 같은 맥락에서, 오늘날도 시간이나 각도를 나타내기 위해 사용되는 60진법 분수는 분모가 60일 때는 별 문제가 없지만 더 높은 차수의 분모를 필요로 하는 근사해 풀이나 곱셈과 나눗셈 계산시에는 불편함을 야기하게 되고(Smith, 1958, vol.II, p.232), 이러한 불편함이 Stevin으로 하여금 모든 계산에 적용 가능한 편리한 계산법의 가능성에 착안하도록 했다고 할 수 있다.

한편 유럽에서 십진기수법의 원리의 확장과 비교하면 정의로써 형식적 도입을 시도했다는 차이에 주목해야 한다. III장에서 자세히 보겠지만 Stevin은 <소수>를 집필하면서 소수를 정의하고 소수의 연산을 정리로 제시하여 그 타당성을 증명하는 형식을 취하여 전개하였다. 이러한 형식은 수학에서뿐만 아니라 그가 주력했던 천문학, 광학, 축성술, 항해술 등 다양한 내용을 다루는 가운데 일관되게 유지되는 유클

4) Stevin의 또 다른 책 <산술(L'Arithmetique)>에서는 ①, ②, …가 문자항의 차수를 표시하는 데도 사용되어, 3②+4는 $3x^2+4$를 나타낸다(Smith, 1958, vol.II, p.430). Smith(1958, vol.I, p.247)가 언급한 <소수>의 기호 체계의 빈약함은 바로 이와 같은 기호의 이중적 사용에 대한 해석으로 보인다.

리드적인 논증 방식의 채택이라는 특징으로 설명될 수 있다(정원, 2008, pp.45~46). 이렇듯 소수를 형식적으로 정의하고 일반적인 수 체계의 한 부분으로 소수를 도입했다는 사실은 그 이전까지의 사용에도 불구하고 소수의 발명을 Stevin에게 돌리도록 하는 하나의 요인이 된다. Smith(1958, vol.I, p.343)도 이러한 측면을 부각시켜 Stevin의 이 저작의 의미를 '한 세기 동안 천천히 발달해 온 주제인 소수에 대한 이론을 확실하게 제시한 최초의 것'이라는 사실에 두었고, Brousseau(1998) 역시 고대 중국에서 연구 대상이나 도구로 인식되지 못한 상태인 원시수학적(protomathematical) 개념과 중세 아랍에서 도구로 사용되었지만 연구 대상으로 취급되지 못한 상태인 범수학적(paramathematical) 개념과 구분하여 Stevin에 의해 소위 수학적(mathematical) 개념의 위상을 갖게 된 소수에 대해 말하고 있다.

이상과 같은 표기적 측면이나 책의 전개 방식의 차이와 함께 또 한 가지 주목해야 할 것이 개념적 측면이다. Stevin의 집필 의도는 고전적인 수학이 지닌 수와 양의 구분 및 대수와 기하의 구분을 타파하려는 개념적 혁명의 측면에서 이해되어야 한다(정원, 2009, pp.46~50). 정원(2009)에 따르면 <소수>의 집필 목적 중 하나는 암묵적인 특성의 것으로, 산술과 기하의 통합이었다. 이는 아리스토텔레스의 기본 체계로부터의 탈출이 빚어낸 16, 7세기의 과학적 변혁이 수학 분야에서 발생한 것으로, 이전까지의 서양 수학은 무한분할가능성에 근거하여 이산량으로서의 수와 연속량으로서의 크기를 구분해 온 아리스토텔레스의 생각을 기본 사상으로 삼고 있었고, 이는 대수와 기하를 양분한 채 적어도 데카르트의 해석기하학 발생에 이르기까지 이어졌다. 그러나 데카르트보다 더 먼저 통합을 의도한 네덜란드의 수학자가 바로 Stevin인 것이다. 그는 <소수>에서 설명한 표기법을 이용하여 이전까지 단위 1의 배수로서 불연속성을 지닌 수로 여겨졌던 자연수와 그 사이에 위치한 분수, 무리수 등의 그 밖의 모든 연속적인 양을 동일한 방식으로 표기함으로써 수와 양을 구분 없이 동일하게 다룰 수 있는 근거를 마련한 것이다. 결과적으로 Stevin의 소수 정의는 모든 크기를 수치화할 수 있도록 할 뿐만 아니라 무리수 아이디어 발생에 결정적인 역할을 하였다(변희현, 2005, p.29)는 수학사적 의미를 되새길 필요가 있다.

이와 같이 모든 수를 동일한 방식으로 표기할 수 있게 됨으로써 수와 양, 대수와 기하의 통합을 이룰 수 있었고, 그러한 아이디어를 전개한 책의 형식 또한 소수에 수학적 개념의 위상을 부여하기에 충분하였다고 할 수 있다. 여기에 마지막으로 한 가지를 첨부한다면 책의 곳곳에서 확인되는 실용적 목적이다. Stevin이 소수를 통해 수학의 실용적 목표를 추구하고자 했고 소수를 필요로 하는 사람들에게 널리 알림으로써 실용적으로 사용할 것을 기대하였음은 책의 부제인 '사업가가 당면하는 모든 계산을 예외 없이 자연수로 쉽게 하는 법을 지도'에 뿐만 아니라 책의 구성에도 나타나 있다. 어떤 구성과 내용인지 책의 구체적인 내용에 대해 살펴보기로 한다.

III. <소수>의 구성 및 내용

<소수>는 저자가 '천문학자, 토지측량가, 옷감측량가, 와인통측량가, 일반적으로 입체측량가, 화폐주조가, 모든 상인들에게 하는 인사'라고 소개한 '서문'에 이어 '본문'과 '부록'으로 이루어져 있다. 소수의 실용적 목적이 저자의 주요 집필 의도임은 계산할 때 어려움이 많은

사람들에게 자신의 발명품[5]인 소수를 소개하면서 그 유용성을 강조한 서문에서 명백하게 드러나며, 더욱이 부록에서는 각 사용자의 사례에 맞게 용도를 예시하는 내용이 주를 이룬다. 그러나 본문의 전개 방식은 이와 대조적이다. 부록의 적용 사례를 제시하기에 앞서 자신이 발명한 수 개념에 대한 명확한 설명을 위해 정의와 정리 및 그에 대한 증명이 이어지는 유클리드의 논증 방식을 따른다. 소수를 정의하고 소수의 연산을 정리로 제시하여 증명하는 본문의 형식은 소수에 대한 이론을 공고히 한다는 점에서 의미가 있다. 논증적 이론화와 실용적 사례 제시의 양면적 특성을 띤 책의 전개 방식은 다루는 주제인 소수 지도의 양면성만큼이나 흥미롭다.

<표 III-1> <소수>의 구성 및 내용

서문		소수와 그 유용성 소개
본문	정의	소수 표기 및 계산법
		시작
		첫째자리, 둘째자리 등
		소수
	연산	가, 감, 승, 제
부록		여섯 가지 적용 사례

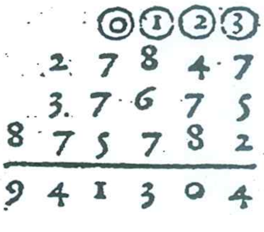
이론화의 실제는 소수를 정의하고, 소수의 연산을 정리로 제시하여 연산 결과의 타당성을 증명하는 방식이다. '정의'에서는 모두 네 개의 용어를 정의하는데, 소수 표기 및 계산법(disme), 시작(commencement), 첫째자리(prime)와 둘째자리(seconde) 등, 그리고 소수(nombre de disme)이다. 여기서 발견되듯이 'disme'은 소수 자체가 아니라 소수에 의한 표기 및 계산법을 의미하는 것이다. 그의 정의에 따르면, 십진 전개에 따라 숫자를 사용하여 어떤 수도 나타낼 수 있고 사업가가 처리하는 어떤 계산도 정수로 가능한 일종의 산술을 뜻한다. 예로서 2387에서 7의 단위는 8의 단위의 $\frac{1}{10}$인 것, 즉 자릿값의 $\frac{1}{10}$배 관계를 들어 설명한다. 그리고 시작, 첫째자리, 둘째자리 등을 정의함으로써 결국에는 소수를 정의하기에 이른다. 시작은 정수 부분을 뜻하는 것으로 기호 ⓪을 써서 나타낸다. 364를 364⓪으로 나타내는 것이다. 첫째자리는 시작의 단위의 $\frac{1}{10}$부분을, 둘째자리는 첫째자리의 단위의 $\frac{1}{10}$부분을 나타내며 각각 기호 ①, ②를 써서 나타내고, 나머지 자리도 마찬가지로 앞자리의 $\frac{1}{10}$부분으로 계속됨을 설명한다. 예컨대 3①7②5③9④와 같이 무한히 나아갈 수 있으나 그 크기를 말하기 위해서는 정의에 의해 $\frac{3}{10}\frac{7}{100}\frac{5}{1000}\frac{9}{10000}$, 즉 $\frac{3759}{10000}$를 알아야 한다고 설명한다. 그리고 정수 부분을 제외하고는 어떤 자리의 수도 9를 넘어서는 안 된다는 사실을 주의시킨다. 예를 들어 7①12②는 같은 크기의 8①2②로 써야 한다는 것이다. 십진 기수법의 기본 원리일 따름이다. 이제 자릿값에 대한 이해가 갖추어졌으므로 '앞의 세 가지 정의를 만족하는 수'를 일반적으로 소수의 정의로 제시한다.

한편 '연산'에서는 정의된 소수에 대한 사칙연산 규칙을 명제로 제시한다. 각 연산마다 명제가 주어지고 주어진 것, 구해야 할 것, 계산, 증명, 결론, 주의점의 공통된 형식을 따른다.

먼저 덧셈을 보자. 27⓪8①4②7③과 37⓪6①7②5③과 875⓪7①8②2③을 더한다고 하자. 자릿값에 맞춰 주어진 수를 놓고 자연수를 더하

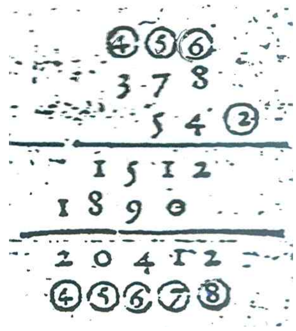
5) Stevin(1585)은 자신의 아이디어에 대해 발명품이라는 이름을 붙일 자격이 없을 정도로 간단한 것이라고 겸손하게 말하지만, 그 유용성에 있어서만큼은 자신 있다고 하여 역설적으로 소수의 실용적 특성을 강조하고 있다.

는 것과 똑같이 더하면 된다. 합은 941304가 되어 곧 941⓪3①0②4③이 된다([그림 III-1]). 자연수와 같은 방식을 따르되, 자릿값이 중요할 뿐이다. 이에 대한 증명은 분수로의 계산에 의존하여, 주어존하여, 주어진 세 수는 각각 $27\frac{847}{1000}$, $37\frac{675}{1000}$, $875\frac{782}{1000}$이고 그 합은 $941\frac{304}{1000}$가 되므로 결과의 타당함이 증명된 것이다. 이어서 제시된 주의할 점으로, 더하는 수가 8⓪5①6②와 5⓪7②일 때 후자는 ①의 자리가 비어있기 때문에 그 자리에 0①을 채워 5⓪0①7②로 해야 한다는 자릿값을 맞추는 중요성을 설명하였다.

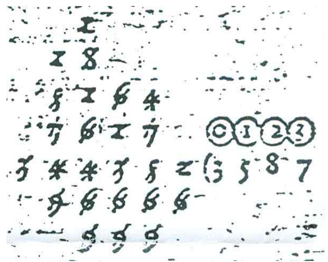

[그림 III-1] 소수의 덧셈

다음으로 뺄셈은 덧셈과 마찬가지 설명이다. 주어진 두 수에 대해 덧셈과 동일한 절차에 따라 자연수를 빼는 보통의 방식을 소개하고 분수를 통한 증명을 덧붙였다.

곱셈은 32⓪5①7②와 89⓪4①6②의 곱을 예로 들어 역시 정수의 곱셈 방법으로 하여 곱 29137122를 얻은 후 두 수의 마지막 자리 기호인 ②와 ②를 더하여 ④를 곱의 마지막 자리 기호로 한다는 규칙을 설명하였다. 그리하여 구하는 곱은 2913⓪7①1②2③2④가 된다. 그에 대한 증명은 역시 분수에 의존하여 $32\frac{57}{100}\times 89\frac{46}{100}=2913\frac{7122}{10000}$로 설명된다. 그런데 곱의 마지막 자리 기호는 왜 곱하는 두 수의 마지막 자리 기호의 합인지, 즉 ②와 ②의 곱은 ④이고, ④와 ⑤의 곱은 ⑨이고, ⓪과 ③의 곱은 ③인지에 대한 이유를 설명하여 바람직한 교육적 측면을 보여준다. 2①과 3②의 곱은 규칙에 따라 6③이고, 수를 분수로 하면 $\frac{2}{10}\times\frac{3}{100}=\frac{6}{1000}$이므로 성립한다는 것이다. 곱셈에서의 주의점은 세로셈에서 수의 배열에 관한 것으로 [그림 III-2]와 같이 곱하는 두 수의 마지막 자리 기호가 다르더라도 숫자는 오른쪽 열에 맞추어 배열함을 설명하였다.


[그림 III-2] 소수의 곱셈

나눗셈 역시 정수의 방법과 마찬가지이다. 다른 연산과 달리 나눗셈은 자리 기호를 생략하고 수행하며, [그림 III-3]에서 보는 바와 같이 16세기 당시의 나눗셈 방법에 따라 오늘날의 세로나눗셈이 아닌 '갤리법'을 따르고 있다. 예제는 3⓪4①4②3③5④2⑤를 9①6②로 나누는 것이며 각각을 정수로 간주한 나눗셈에 의해 3587을 얻고 결과적으로 구하는 몫은 3⓪5①8②7③이다. 이때 자릿값을 정하는 방법으로, ⑤와 ②의 차인 ③을 맨 끝자리의 자리 기호로 함을 설명한다.


[그림 III-3] 소수의 나눗셈

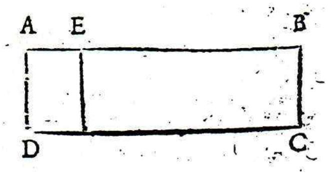
그리고 나눗셈에서는 주의할 점이 두 개나 제시된다. 하나는 제수의 자리 기호가 피제수의 자리 기호보다 클 때 피제수에 0을 붙이는 것이다.[6] 예를 들어 7②를 4⑤로 나눈다면 7000처럼 7 옆에 몇 개의 0을 놓아 몫 1750⓪

6) Stevin은 피제수의 자리 기호가 제수의 자리 기호보다 작은 나눗셈의 경우에 피제수에 0을 몇 개 붙이는지에 대해서는 정확하게 언급하지 않았다. 곱과 몫의 자릿값을 정하는 명료한 규칙과 마찬가지로 피제수의 자리 기호와 제수의 자리 기호의 차만큼 0을 붙인다고 할 수 있을 것이다.

을 얻는다. 때로는 4①을 3②로 나누는 것처럼 몫이 정수가 아닌 경우가 있다. 3이 무한히 계속되고 $\frac{1}{3}$이 남는 것이다. 그러한 경우에는 원하는 만큼 실제 몫에 가까운 근삿값을 구하고 나머지를 생략할 수 있다. 13⓪3①3$\frac{1}{3}$② 또는 13⓪3①3②3$\frac{1}{3}$③ 등은 정확한 답인 것이 사실이지만 상거래에서 곡식 낟알의 $\frac{1}{1000}$ 부분은 고려하지 않고 수학자나 천문학자들도 지나치게 정확한 결과를 추구하지 않는 것과 같이 어느 정도의 근사가 정확함보다 더 유용하다는 입장에서 근사적 접근을 취함으로써 <소수>에서는 각 자리에 정수만을 사용한다는 의도를 밝히고 있다.[7)]

다른 하나는 거듭제곱근에 관한 것이다. 예를 들어 5②2③9④의 제곱근을 구한다면 보통의 방법으로 제곱근을 구하여, 주어진 수의 마지막 자리 기호의 반을 제곱근의 마지막 기호로 하여 구하는 제곱근은 2①3②이다. 만약 마지막 기호가 홀수라면 거기에 1을 더한 짝수(즉 0의 첨가)를 만든 다음 위와 같이 하면 된다. 세제곱근에서도 마찬가지로 주어진 마지막 기호의 $\frac{1}{3}$을 잡으면 되고 모든 거듭제곱근이 그와 같은 방식임을 설명한다.

이상이 본문의 내용이고 이어지는 부록에서는 저자가 서문에서 책의 대상으로 삼았던 사람들에게 소수의 용도를 예시하기 위해 여섯 가지의 적용 사례를 제시한다. 그 첫째가 토지 측량의 경우를 통한 사칙연산의 적용에 대한 예시이다. 이 사례는 나머지 다섯 가지 사례에서도 공통적으로 해당되는 내용을 다수 포함하기 때문에 여섯 용례 중 가장 긴 내용을 담고 있다. 소수의 개념부터 시작하는데, 측정 단위를 이용한 예시이다. 토지 측정 단위인 *verge*가 1, 그것을 10등분한 각각이 0.1[8)], 다시 0.01, 0.001 등 더 작게 나누어 작은 단위를 표시한다. 보통 토지 측량에는 0.01 정도면 충분하지만 더 정확해야 한다면 0.001까지 나눌 필요가 있다. 이러한 단위가 마련되면 *pied*나 *doigt*[9)] 없이 계산할 수 있는 것이다. 그리고 삼각형의 넓이를 더하고 빼거나 변을 곱하고 나누는 것을 본문의 연산 법칙에 따라 보여준다. 특히 나눗셈에 관해서는 [그림 III-4]의 ‘직사각형 ABCD에서 변 AD는 26.3이다. 직사각형으로부터 367.6을 잘라내려면 A에서 얼마나 떨어진 곳을 잘라야 하는가?’라는 문제를 통해 $367.6 \div 26.3$의 상황을 보여준다. 구하는 길이를 위한 몫으로 13.97을 얻고, 원한다면 본문에서 나눗셈의 첫째 주의점에 따라 더 정확한 근삿값을 얻을 수 있음을 설명함으로써 실제로 필요로 하는 근삿값의 정확도에 따라 구할 수 있음을 설명한다.



[그림 III-4] 나눗셈의 적용

둘째는 옷감 측량과 관련되는데, 소수의 ‘시작’, 즉 1의 자리가 단위 *verge* 대신 *aulne*인 것을 제외하고는 토지 측량의 경우와 동일한 것으로 설명된다.

셋째는 와인통 모양의 측정과 관련되는데, 들이의 단위 1*ame*(100*pot*)을 1로 할 때 앞의 두

7) Stevin은 여러 저작에서 무한소수, 통약불가능성에 대해 언급하였지만 경험적인 측정 활동에서 근사적 처리로 만족하였고, 본고의 논의도 소수의 기본 개념 범위에서 그 이상은 다루지 않을 것이다.

8) 원문에는 물론 ⓪, ①, ② 등의 기호를 써서 나타낸 수이지만 본고의 이후부터는 편의상 오늘날의 방식대로 소수점을 써서 나타내기로 한다.

9) 발과 손가락을 뜻하는 길이 단위로, 문맥상 verge보다 작은 단위 길이임을 알 수 있다. 이후 책에 소개되는 aulne, ame과 pot, marc와 livre는 당시 상용된 길이, 들이, 무게의 단위에 해당하며 본고에서는 단위명 그대로 명기하기로 한다.

가지와 마찬가지이지만, 이를 깊이 차원에서 본다면 차이가 있다. [그림 III-5]의 세로 막대에서 AB를 $1ame$으로 하여 열 개의 점 C, D, E, F, G, H, I, K, L, A로 나누면(이 때 관례에 따라 나눈다고 하였고, 그 들이는 0.1부분이지만 깊이가 등분된 것은 아니다.) 각 부분은 0.1이고, 그 각각을 다시 열 개로 나누는 방법을 자세히 설명하였는데, 그 절차는 다음과 같다.

BC를 우선 둘로 나누기 위해 AB에 수직인 BM을 BC와 같게 긋는다. 그 다음, Euclid 제6권 제13명제에 의해 BM과 0.5BM의 비례중항 BN을 찾는다. 그리고 BN과 같게 BC 위에서 BO를 자른다. 이 절차에 따르면 $BN^2=0.5BM^2$에 의해 $BO^2=0.5BC^2$, 즉 $BO=\sqrt{0.5}\,BC$이다.

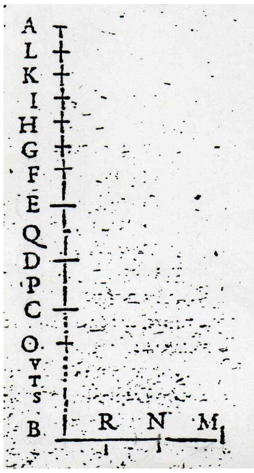
한편 CD를 둘로 나누기 위해서는 NC=BP인 P를 잡으면 된다. $BP^2=NC^2=BC^2+BN^2=BM^2+BN^2=1.5BM^2$이므로 $BP=\sqrt{1.5}\,BC$이기 때문이다. 나머지 0.1칸들의 반씩 나누는 것도 마찬가지 방법을 따르면 된다.

다음은 BO와 OC를 각각 5등분해야 하는데, BM과 0.1BM의 비례중항 BR을 찾고 그와 같은 길이의 BS를 자른다. 이에 따르면 $BR^2=0.1BM^2$에 의해 $BS=\sqrt{0.1}\,BC$이다.

S의 다음 눈금 T는 $SR=BT$ 이도록 잡으면 된다. $BT^2=SR^2=BR^2+BS^2=0.1BC^2+0.1BC^2=0.2BC^2$이므로 $BT=\sqrt{0.2}\,BC$이다. 나머지 눈금도 같은 방식이다.

결국 위의 절차에 따라 구한 S, T, …는 0.1, 0.2,…가 아닌 $\sqrt{0.1}$, $\sqrt{0.2}$, …의 눈금에 해당한다. 다시 말해 막대 AB를 제곱근 눈금자로 만드는 과정이다. 실용적 목적을 강조한 Stevin도 그 자의 구체적인 사용법에 대해서는 언급하지 않았지만, 와인통의 단면인 원을 고려할 때 제곱근자로 잰 반지름이 일반자로 잰 단면의 넓이와 비가 같음이 이용될 것임을 추측할 수 있다.

넷째는 입체 측정에 관한 것으로 와인통 모양의 측정보다 일반화된 상황이다. 입체 측정에서는 $\frac{1}{10}$부분을 갖는 $verge$나 $aulne$로 측정하는데, 직육면체를 측정해야 한다고 하자. 길이는 0.32, 너비는 0.24, 높이는 2.35일 때 재료가 얼마나 필요한지, 즉 세 길이가 주어지는 직육면체의 부피를 구하는 문제이다. 곱에 관한 명제에 따라 길이와 너비를 곱하고 그 곱을 다시 높이와 곱하여 0.180480을 얻는다. 그런데 부록 중에서는 유일하게 주의점을 다루어 그 크기에 대한 문제를 제기한다. 입체 측정에 대한 기초가 없는 사람은 각 변의 길이가 0.1 수준인 180개 이상의 정육면체를 갖고 있는데 왜 기둥의 부피가 0.1 정도밖에 안된다고 말하는지 의아해할 수 있다면서 그에 대한 이해를 돕기 위한 설명을 첨가한 것이다. $1verge^3$은 한 변이 $0.1verge$인 정육면체 10개(이것은 한 변에 놓이는 개수)가 아니라 1000개이다. $0.1verge^3$는 그러한 정육면체가 100개, $0.01verge^3$는 10개이다. 따라서 부피 $0.1\,verge^3$ 수준의 기둥에 한 변이 $0.1verge$인 정육면체는 100여개 들어가는 것이 옳은 것임에 대한 양감을 지녀야 함을 말한다.



[그림 III-5] 제곱근자

다섯째는 천문학 계산과 관련된다. 고대 천문학자들은 원을 360도로 나누고 도를 60등분하는 등 $\frac{1}{60}$ 전개를 선택하였다. 그 이유는 60이 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, 60의 여러 자연수 척도로 나누어지는 수이기 때문에 도, 분, 초를 이용하여 항상 자연수로 조작하려는 관점에서의 편리함 때문이다. 그러나 더 편리한 것은 $\frac{1}{10}$ 전개이고, 각도 1은 10등분되어

그 각각은 0.1, 다시 0.1은 0.01로 나뉜다. 다시 말하면, 1도의 $\frac{1}{60}$인 1분보다 $\frac{1}{10}$인 0.1도 식의 표현이 천문학에서도 역시 편리한 방법임을 소개한 것이다.

여섯째는 화폐주조가나 상인을 포함하는 일반적인 상황에 대한 것으로, 길이, 습도, 무게 등과 같은 모든 척도가 앞의 $\frac{1}{10}$ 전개에 의해 가능한데, 각 척도의 상용 단위가 '시작'으로 명명된다. 즉 기준이 되는 일의 자리를 의미한다. 예컨대 무게의 '시작'은 금이나 은의 경우 $marc$이고, $livre$도 있다. 그러면 그보다 작은 단위는 이제 필요 없다. 각 '시작'의 $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ 부분들을 이용하여 나타낼 수 있기 때문이다. 이러한 일반적 상황에서 누릴 계산의 편리성을 1 $marc$가 36.53lb일 때 8.354$marc$가 얼마인지 구하는 문제를 제시하여 곱함으로써 305.171(62)lb를 얻는 것 등을 예로 들어 설명하기도 한다.

Ⅳ. 교수학적 논의

본 연구에서 고찰한 <소수>의 내용이 소수의 정의와 그 연산의 정리 및 증명, 그리고 실제에의 적용 사례를 통한 소수에 대한 이해라는 사실을 감안할 때 <소수>에 대한 교수학적 논의는 초등수학의 소수 지도와 관련짓는 것이 타당하다고 할 것이다. 이제 <소수>의 구성 내용 및 전개 방식에 기초하여 초등수학에서 소수를 지도하는 방법과 관련하여 몇 가지 교수학적 함의를 얻고자 한다.

첫째, 소수의 개념에서 자릿값은 가장 중요한 개념이다. Stevin의 소수 정의로 돌아가 보면, 그는 'disme'과 'nombre de disme', 즉 소수의 표기 및 계산 원리와 소수를 구별하여 정의하였다. 소수의 원리는 일종의 산술로 정의했지만 주요 내용은 자연수에서 아래 자리로 갈수록 $\frac{1}{10}$배가 되는 것과 마찬가지로 아랫자리로 무한히 나아갈 수 있음을 인식하는 것이 중요하다고 하였고 각각의 자리에 명칭을 부여하여 그에 따라 표기된 수를 소수라고 정의한 것이다. 뿐만 아니라, Stevin은 정의나 정리, 증명 다음에 제시한 주의점을 통해서도 자릿값에 대한 이해를 강조하였다. 예를 들어 8⓪5①6②과 5⓪7②의 덧셈에서 후자는 ①의 자리가 비어있기 때문에 그 자리에 0①을 채워 5⓪0①7②로 해야 함을 강조한 것을 볼 수 있다. 수의 표현 규칙에 따라 비어있는 자리도 0으로 나타내야 하는 오늘날의 소수 표현에서는 굳이 언급하지 않아도 반드시 그렇게 해야 하지만, Stevin의 표기에서는 생략 가능하고 실제로 Stevin 자신이 생략했기 때문에 발생 가능한 오류를 주의시킨 것이다. 학생들이 '삼천 이'를 숫자로 표기할 때 백의 자리 또는 십의 자리에 0을 써야 함을 잊는 오류를 감안할 때 Stevin의 표기에서는 충분히 오류 가능성이 있고 따라서 교육적으로 언급할 가치가 있는 것이다.

또한 소수의 자릿값에 대한 이해를 위해서 자연수에서 흔히 하는 수업 활동을 소수로 연장할 수 있다. 2300은 10이 230개, 100이 23개 있는 것으로 간주하는 활동을 1.876은 0.001이 1876개 있다는 것에 대한 이해를 요구하는 활동으로 확장하는 것이다. Sanford(1921)가 소수 표기 1876③으로부터 Stevin의 머릿속에 1.876보다 1876개의 '셋째자리(0.001)'가 있었던 것으로 간주한 것은 이 활동의 적용을 뒷받침한다.

둘째, 소수는 십진체계의 연장이므로 계산 방법은 자연수와 동일하며, 다만 자릿값에 따라 소수점을 계산 결과의 어디에 찍는가를 결정하는 것에 대한 이해가 필수적이다. 이와 관련하여 Stevin 역시 가감승제 네 연산에서 모두 자연수의 방식을 그대로 따라야 하는 것을 '보통의 방식'에 따라 더하고 빼고 곱하고 나눈다

고 하였다. 다만 자릿값의 차이가 있을 뿐이므로 덧셈, 뺄셈에서는 자릿값을 맞추어 내려 써야 하고 곱셈, 나눗셈에서는 자릿값에 상관없이 계산한 후 자릿값을 어떻게 정해야 하는지의 문제로 다룬다. 따라서 소수의 연산은 자연수와 동일한 방법으로 하고난 후 소수점을 찍는 위치를 알려주는 법칙이 추가되는 것으로 설명된다. 예를 들어 Stevin은 곱셈에서 곱하는 두 수의 맨 끝자리가 다르더라도 그 끝자리를 맞추어 계산하고 나서 자릿값을 고려해야 한다는 것을 주의점으로 설명하였다. 따라서 <소수>의 전개 방식을 따른다면 소수의 연산은 자연수의 계산 방법과 함께 자릿값에 대한 이해에 기초하여 그에 따른 소수점의 위치에 대한 규칙을 발견하는 방식으로 지도해야 할 것이다.

인식론적 장애와 관련하여 변희현(2005, p.35)은 '자연수와의 부적절한 통합이 단지 소수점을 찍는 방법만을 다루면서 자연수와 똑같은 방식으로 행해지는 기계적인 소수 계산법에 의해 강화된다.'고 하였지만, Stevin이 분수 계산 없이 자연수만으로 모든 계산을 가능하게 하겠다고 한 것은 소수의 연산을 자연수의 연산과 동일한 방법으로 수행할 수 있음에 착안한 것이고 책을 저술한 기본 아이디어였다. 실제로 학교 수학에서 부분적으로 그러한 방식이 적극적으로 이용되며 그 유사성은 놓칠 수 없는 교수학적 이점이다. 더욱이 반복 계산에 치중한다는 현행 초등학교 수학에 대한 비판적 의견을 고려할 때 개념 및 사고 위주의 지도를 위한 시간을 확보한다는 차원에서도 의미가 있을 것이다. 그러한 접근이 교수학적으로 바람직한지 여부를 판단할 때 적어도 Stevin의 의도를 따른다면 자연수에의 유추적 의존은 필수적이다. 모든 계산을 자연수로 신속히 처리하는 쉬운 방법을 제공해주는 Stevin의 대중화는 소수의 개념적 측면을 등한시한 기계적 계산법의 지도라는 점에서 비판받고 있고(우정호, 2000, p.465) 오늘날의 개념·원리적 접근에 반하기 때문에 그 방법을 곧이곧대로 받아들이는 것은 무리일지 모른다. 그러나 덧셈과 뺄셈의 경우 자릿값의 이해에 기초하여 자연수에 의존한 계산 법칙은 자연스럽고, 비례관계를 이용한 곱셈(변희현, 2007)과 같이 소수 연산의 개념적 접근과의 적절한 융합을 생각할 수 있으며, 적어도 복잡한 소수 연산의 경우에는 자연수에의 유추를 간과할 수 없다.

셋째, 소수 연산의 결과의 타당성을 보이기 위하여 분수를 이용하여 증명한다. 소수 연산이 자연수와 똑같은 방식으로 기계적으로 행해지고 소수 표기에 대한 지도에 그치고 만다는 비판을 막기 위한 한 가지 방법으로 분수와의 개념적 관련성이 요구된다. Stevin은 소수의 사칙 연산 모두에서는 물론이고 소수점을 찍는 규칙을 찍는 원리를 설명하는 과정에서도 철저하게 소수의 분수 표현에 의존하여 결과의 타당성을 입증하였다. 그러나 주목할 것은 연산 결과를 얻기 위해 분수에 의존한 것이 아니라 연산은 자연수의 방법을 따르고 그 타당성을 증명하는 과정에서 분수를 이용한다는 점이다. 따라서 소수의 연산에 익숙하기 위해서는 자연수의 연산에 대한 숙달이 우선시 되어야 한다. 특히 자연수와 같은 방식으로 계산한 후 자릿값을 고려하여 어디를 단위 자리로 보아야 하는가, 즉 오늘날로 말하면 어디에 소수점을 찍어야 하는가에 대한 설명을 예와 분수 계산을 통해 함께 제시함으로써[10] 도구적 지식 이상의 관계적 이해를 의도하고 있다고 할 것이다.

넷째, 소수의 적용 사례에 초점을 둔다. 책의 약 절반을 할애한 부록은 소수를 실제로 자주

10) 이는 양적으로는 분수와 관련되고 표기적으로는 자연수와 관련되는 소수의 이중적 특성 때문에 양자를 모두 고려한 결과이다.

사용하게 되는 여섯 개의 사례를 통해 소수의 용도 및 용법을 보여준다. Brousseau(1998)는 소수 학습을 두 가지로 구분하여, 연산의 메커니즘에 해당하는 알고리즘 학습과 그 메커니즘의 의미라 불리는 적용에 대한 지식을 말한다. 전자가 위의 둘째 사항과 관련된다면, 후자는 여기서 고찰해야할 내용이다.

Stevin이 제시한 여섯 개의 사례는 토지 측량, 옷감 측량, 와인통 모양의 측량, 입체 측량, 천문학 계산, 일반적인 상황에서의 척도와 관련됨을 이미 보았다. 연산 법칙이나 단위에 대한 내용을 기본으로 하여 측정 도구의 고안이나 소수 계산 결과의 양감과 관련한 문제 등을 다루어 실제 측정 상황에서 계산의 복잡함을 피하고 측정 과정을 돕거나 결과를 이해하는 문제 등에서 소수의 사용자가 될 독자들을 위한 자세한 적용 사례를 다루고 있다. 오늘날 수학교육에서 강조되는 수학과 실생활과의 연결성의 측면에서 매우 강조되어야 할 특성이다.

다섯째, 앞서 언급한 수학적 개념의 적용 측면에서 본다면 측정 단위를 통한 소수의 적용 사례를 제시하는 것은 의미 있는 교수 활동이라 할 수 있다. 김용태, 임해경, 안병곤, 신봉숙(2001)은 역사상 수학적 대상의 발전 과정을 통해 나타난 소수의 여러 가지 개념을 '측정 활동을 통한 단위의 변환으로 적당한 수에 단위가 결합되는 수, 방정식의 근이 항상 존재하도록 자연수를 확장한 결과, 정수의 순서쌍의 동치류, 유리수 절단을 이용한 유리수의 확장, 유리수의 코시 수열의 동치류, 선형성의 개념' 등으로 말하면서 특히 아동에게 지도하기 위한 소수 개념으로 비, 작용소(배개념), 선형성을 설명하였다. Stevin은 이 중 첫 번째 개념인 측정 활동을 통한 단위 변환과 가장 밀접하다. <소수>의 부록에서 다룬 여섯 용례에서 공통적으로 드러난 특징이다. 예를 들어 일의 자리를 뜻하는 소수의 '시작'이 토지 측량에서는 $verge$, 옷감 측량에서는 $aulne$, 와인통 모양의 측량에서는 ame이다. 그 단위 이하의 작은 양을 기존의 보다 작은 크기의 단위 없이도 표현 가능하게 한 것이다. 우리나라 제5, 6차 교육과정기는 들이의 L와 mL 사이의 관계를 통해 소수를 도입하던 시기이다(문교부, 1989; 교육부, 1996). 이에 비해 현행 교육과정에서는 들이, 길이, 무게의 측정 단위를 통해 소수를 다루는 것은 3학년 2학기에 $\frac{1}{10}$을 0.1로 약속하는 등 소수 개념 및 표현을 익힌 다음에 순소수는 mm를 cm로 고치는 단위 환산, 혼소수는 복명수를 단명수로 환산하는 것을 통해서이므로(교육과학기술부, 2010a) 앞선 교육과정기처럼 도입 단계라기보다는 개념 정의 후에 개념을 확고히 하는 단계에서 적용 차원의 이용이라 볼 수 있다. 후자의 접근이 소수의 형식적 정의 후 측정 활동에서 단위와 관련한 적용 사례를 제시하는 Stevin과 더 가깝다고 할 수 있다.

여섯째, 소수의 크기에 대한 감각, 즉 양감에 대해 지도할 필요를 함의한다. 강약의 차이는 있으나 오늘날 학교 수학에서 수와 연산 영역에서 양감에 대한 강조는 전 세계적으로 일관된 경향으로 보인다. 소수의 크기에 대한 양감은 Stevin이 부록의 넷째 용례에서 다룬 내용과 관련된다. III장에서 보았듯이 $0.1verge^3$가 한 변이 $0.1verge$인 정육면체 100개를 뜻하는 $(0.1verge)^3\times 100$임을 설명함으로써 계산 결과로서의 소수와 그에 대한 직관적인 양감의 불일치를 언급한 내용이다. 초등 수학의 수준에서 충분히 발생할 수 있는 오개념이며, 역시 곱은 더 커진다는 자연수에서의 지식이 1보다 작은 소수의 곱이 원래의 수보다 작아진다는 것을 파악하기 어렵게 만드는 인식론적 장애의 예가 된다. 이를 바로 잡기 위해 부피가 주어질 때 한 모서리의 길이가 세제곱근이라는 수학적 설

명이 아니라 Stevin의 측정 상황에서처럼 1보다 작은 소수의 곱이 원래 수보다 더 작아지는 사례를 통해 양에 대한 직관적 파악을 위주로 지도해야 할 것이다.

마지막으로, 소수의 표기적 측면은 언어로서의 수학에 국한시키지 않더라도 적어도 두 가지 측면에서 교수학적 활용이 가능하다. 하나는 수학적 아이디어의 내용 외에 표기라는 형식적 측면이 얼마나 중요한가에 대한 이해이고, 다른 하나는 기호의 임의성 및 상대성을 이용한 다문화적 관점의 접근이다.

<소수>에서 정의된 새로운 수의 출현으로 인해 모든 측정값을 통일된 형식으로 표현할 수 있게 되었다는 소수의 수학사적 의미는 수학적 표기의 출현이 수학적 발달을 촉진시킨 역사적 사례 하나를 추가하는 셈이다. 실제로 적합한 수학적 표기의 선택이 수학적 개념 발달을 촉진한다는 수학적 내용과 형식의 상승작용은 수학사에서 이미 여러 번 목격되어온 사실이다. 예컨대 라이프니츠의 적분 기호가 동시대 아니 오히려 앞서기조차 했던 뉴턴의 적분 기호보다 적분론의 발달을 자극하였고, 중국의 식 표기법인 천원술은 방정식론의 전개를 가능하게 하였다.

우리가 사용하는 수학적 기호는 규약의 산물이기 때문에 시대에 따라 또는 국가에 따라 다를 수 있고 실제로 그러함을 다문화적 관점에서 다루고, Stevin의 방법의 효율성에 대해 생각하고 발표함으로써 의사소통의 기회로 활용할 수 있다. 역사적으로 소수를 나타내기 위한 기호는 다양하게 변하여 왔다. 빈 칸, 수직 막대, 소수점 이하에 밑줄, 마침표, 쉼표, 어파스트로피 등이 수학사 속에 등장한다. 예컨대 다음 기호는 모두 같은 수를 뜻하는 수 표기법이었던 것이다.

3 45	3/45	3/$\underline{45}$	$3^{\underline{45}}$
3,45	3.45	3,4'5"	3⓪4①5②

오늘날 마침표로 소수점을 쓰기 시작한 것을 Napier에게 돌리는 경향이 있지만 이 역시 이견이 분분하며, Napier도 마침표, 쉼표를 혼용하였다(NCTM, 1989, p.98; Smith, 1958, vol.II, p.245). 우리나라의 마침표와 달리 프랑스에서는 쉼표를 사용하고 있어, 오늘날의 소수점 기호 역시 하나로 정해져 있지 않은 것에 대한 놀라움을 수학에 대한 다문화적 관점으로 연결할 수 있다.

한편 Stevin이 소수를 나타내기 위해 기호 ⓪, ①, ②등을 사용한 것과 관련하여 몇 가지 특징을 읽어낼 수 있다. Stevin은 같은 기호를 항의 차수를 나타내는 기호로 동시에 사용하기도 했고(각주 4번 참조) 또한 [그림 III-2]에서 보듯이 ⓪, ①, ②의 위치가 편의에 따라 숫자의 위 또는 아래 또는 맨 마지막 자리에만 표기되는 등 융통성 있게 사용한 것으로 보아 기호 자체의 엄밀한 사용을 의도한 것은 아니었음을 추측할 수 있다. 한편 오늘날 소수는 반드시 일의 자리부터 써야 하지만 Stevin의 표기법은 3④7⑤8⑥이라고 하여 굳이 0.000378로 나타낼 필요가 없는 등의 장점도 찾아볼 수 있다.

이상의 논의에 기초할 때 김용태 외(2001)의 역사적, 교수학적 분석을 통해 도출한 우리나라 소수 지도의 문제점으로 지적된 여덟 가지 중 적어도 소수 지도시 수학사의 적절한 상황이 언급되지 않은 점, 소수 개념 정의시 순소수와 혼소수의 적절한 연계성 부족, 십진 분수를 다루는 상황이나 문제의 부재, 측정값의 단위 변환이 소수의 대소 비교 · 계열 · 계산의 의미 지도로 이어지지 못한 점 등을 해결하는 데 시사하는 바가 있는 것으로 생각한다. 초등수학에서 소수의 교수-학습은 교사와 학생 대다수에게 별로 어려움이 없었기 때문에 그와 같이 매우 단순해 보이는 수학적 개념인 소수와 관련한 교수학적 연구가 적어도 Brousseau (1998)의 교수학적 상황론에 있어서 그 이론 형

성의 구체적 사례가 되기 전까지는 어떤 심각한 논의 자체가 없었다는 사실에 주목할 필요가 있다. 본 연구에서 소수의 창시자로 간주되는 Stevin의 <소수>에 대한 고찰을 통해 논의한 몇 가지 교수학적 시사점은 오늘날 소수가 지도되는 맥락에서 발생 가능한 교수학적 장애(Artigue, 1999)를 검토하고 다루는 데 도움이 될 것으로 기대한다.

참고문헌

교육과학기술부(2010a). **수학 3-2.** (주)두산동아

교육과학기술부(2010b). **수학 익힘책 3-2.** (주)두산동아

교육과학기술부(2010c). **수학 익힘책 4-1.** (주)두산동아

교육과학기술부(2010d). **수학 초등학교 교사용 지도서 3-2.** (주)두산동아

교육부(1996). **수학 3-2.** 국정교과서주식회사

김용태・임해경・안병곤・신봉숙(2001). 소수 개념 지도에 관한 연구. **수학교육학연구** 11(1). 223-238

문교부(1989). **산수 3-2.** 국정교과서주식회사

변희현(2005). **소수 개념의 교수학적 분석**. 서울대학교 대학원 박사학위논문

______(2007). 초등수학에서 소수 곱셈의 지도에 관한 소고. **한국수학사학회지** 20(2). 89-108

우정호(2000). **수학 학습-지도 원리와 방법**. 서울대학교출판부

장혜원(2006). **산학서로 보는 조선 수학**. 경문사

정원(2008). 광대한 우주와 그것을 둘러싼 천구: 1600년경 네덜란드 수학자 Stevin의 눈에 비친 우주. **한국과학사학회지** 30(1). 41-75

____(2009). 시몬 스테빈(Simon Stevin)의 십진 소수체계: 기하학과 산수의 본격적인 융합 시도. **한국수학사학회지** 22(1). 41-52

Arcavi, A.(1985). *History of mathematics as a component of mathematics teachers background.* Ph.D. theses: part II. The learning materials. Weismann Institute of Science, Rehovot, Israel

Artigue, M.(1999). Fiche didatique: obstacles epistemologiques et didactiques. Unpublished paper

Brousseau, G.(1998). *Theorie des situations didactiques.* Pensee sauvage: Grenoble

NCTM(1989). *Historical topics for the mathematics classroom.* NCTM.

Sanford, V.(1921). La Disme of Simon Stevin-the first book on decimals. In Swetz, F.J.(Ed). *From five fingers to infinity.* 411-419. Open court: Illinois

Smith, D. E.(1958). *History of mathematics*, vol I & II, Dover: New York

Stevin, S.(1585). *La Disme.* IREM: Paris

Struik, D.J.(1959). Simon Stevin and the decimal fractions. In Swetz, F.J.(Ed). *From five fingers to infinity.* 406-410. Open court: Illinois

__________(1987). *A concise history of mathematics.* Dover: New York

Historical Significance and Didactical Implications of Stevin's <La Disme>

Chang, Hye Won (Chinju National University of Education)

Stevin is known as the inventor of decimal fractions, even though many mathematicians had the concept of decimal fractions and used it before Stevin. Why? To respond to such a question, we studied about its significance which <La Disme> had in the history of mathematics. These can be summarized as its notational aspect, the manner of developing the book, the conceptual revolution and the practical purpose.

And the chapter and verse of <La Disme> are little known when compared to its reputation. So in this paper we considered its contents in detail and discussed some didactical implications in relation to teaching and learning of decimal fractions in elementary school : importance of place values, similarity of calculation to natural numbers, using common fractions to justify, emphasis on the applications of decimal fractions, relation to measuring units, necessity of teaching number sense, using notational aspects.

* Key Words : Stevin(스테빈), <La Disme>(<소수>), decimal fractions(소수)

논문접수 : 2011. 4. 8
논문수정 : 2011. 5. 4
심사완료 : 2011. 5. 20