

Contents on Exercises in Mathematical Texts in Joseon

산서에 나타난 연습문제들의 내용

KHANG Mee Kyung 강미경

In learning mathematics, if you know how much mathematics is related to real life, you can understand mathematics much more easily. So, in many cases, practical instances are used in exercises. This is the way that has been used in mathematical texts since ancient times. From this perspective, these practical problems enable to reflect the very contemporary lives of those who learn mathematics. In this paper, types of contents of the exercises in mathematical texts of Joseon Dynasty are investigated, so that it may be possible to imagine the life in Joseon dynasty.

Keywords: Exercises in mathematical texts, MukSaJibSanBeob, Guiljib; 산서의 연습문제, 묵사집산법(默思集算法), 구일집(九一集).

MSC: 01A29, 01A90 ZDM: A30

1 서론

현재 우리나라의 교육제도에서 뿐만 아니라 세계적으로 모든 어린이들이 초등학교에 입학하면서부터 수학을 공부한다. 대부분의 초중고 교육과정에서는 각 학년별로 수의 개념부터 시작하여 사칙연산, 분수와 연산, 비례식, 방정식, 부등식, 기하, 삼각비, 전개와 인수분해, 삼각함수, 지수, 로그함수, 미분, 적분, 수열, 급수, 통계 등을 난이도에 따라 학년별로 배치하여 단계별로 학습한다. 현재 우리의 교육과정에서는 수학이 필수이다. 그러나 이전의 시대에는 그렇지 않았다. 수학은 산학(算學)이라고 하여 산(算)과 관련 있는 일을 하는 사람들만의 학습과정이었다. 하지만 구구단부터 시작하여 사칙연산, 비례식, 방정식 등의 주제들을 단계별로 학습해 나가도록 교재를 구성한 것은 오늘날과 거의 비슷하다.

현재 학생들이 사용하고 있는 수학 교재를 살펴보면 각 주제를 연습하는 문제들과 이 주제들을 현실 문제에서 사용할 수 있게 해주는 특정한 내용을 포함시킨 연습문제들이 주어져 있음을 볼 수 있다. 중국이나 우리나라의 산서를 살펴보면 각 주제별로 연습문제를

이 논문은 2022학년도 배재대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

KHANG Mee Kyung: Dept. of Electrical Engineering, Pai Chai Univ. E-mail: mkkhang@pcu.ac.kr
Received on Aug. 4, 2022, revised on Aug. 18, 2022, accepted on Aug. 30, 2022.

사용하여 여러 가지의 경우를 살펴보며 연습을 한다는 점은 오늘날 우리들의 수학 학습 방법과 같다. 그러나 “ 15×7 은 얼마인가?”와 같은 직접적인 계산문제는 거의 없다.

실제로 구일집(九一集)에 나타나 있는 문제를 보면 다음과 같다.

“지금 쌀이 575섬 9말 있다. 한 말의 값이 은 5푼이면, 이 쌀의 값은 얼마인가?”¹⁾

또한 현재 초등학교의 교재에서 이 문제와 비슷한 주제의 연습문제를 하나 찾아보면

“어느 어린이 도서관의 책장 하나에 책이 136권씩 꽂혀있습니다. 책장 35개에 꽂혀 있는 책은 모두 몇 권인지 구하고, 구한 방법을 설명해 보세요.” [6]

이 문제들을 보면 단순한 곱셈 문제이다. 그러나 단순히 곱셈만을 해보는 것이 아니라 현실에서 곱셈을 어떻게 사용하는지를 강조하고 있다. 우리 모두가 느끼는 것이지만 이러한 문제를 보면 곱셈이 얼마나 유용한 도구인지를 알 수 있다. 이는 현재 우리에게 중요한 관심사와 관련된 내용의 문제 속에서 수학적인 주제를 부각시킴으로써 흥미를 갖도록 만들고 수학이 실제 생활에서 중요한 역할을 하고 있음을 강조하는 것이다.

오래 전의 산서에서도 이러한 의도가 엿보인다. 그러나 위의 두 문제의 내용은 판이하게 다르다. 실제로 현재 초등학생들에게 곱셈을 가르치는 연습문제에는 쌀의 가격에 대한 문제가 거의 나타나지 않는다. 그러나 산서들을 살펴보면 연습문제의 내용에 쌀을 비롯한 곡물이 많이 나타난다. 현재 우리들의 생활에서 쌀은 한가지의 식품인 반면 옛날에는 쌀이 중요한 식량이기도 했지만 화폐가 일반화되지 않았을 때나 그러한 지역에서는 쌀이 화폐의 역할도 하였기에 세금을 쌀로 받는 경우도 있었다. 이를 보면 연습문제의 내용이 바로 그 시대의 생활상을 반영하고 있는 것으로 보인다.

이 논문에서는 산서에 포함되어 있는 연습문제들의 내용을 살펴 봄으로써 산서에 담긴 문제들과 그 시대의 생활상과의 연관성을 알아보려 한다.

현재 우리가 사용하고 있는 수학의 교재들을 보면 학교의 교과과정에 따른 교과서, 대학에서의 수학 전공에 따른 여러 분야의 전문 교과서와 수학 이외의 전공에 필요한 수학을 공부하기 위한 교과서 등 여러 분야에서 필요에 따라 여러 가지 교재들이 준비되어 있다. 중국이나 우리나라의 산서에서도 현재와 같이 세분되어진 것은 아니지만 이러한 필요나 수학 지식의 수준에 따른 다양한 교재가 있었다. 이 논문에서는 조선의 산서 중 묵사집산법(默思集算法)과 구일집(九一集)을 중심으로 살펴볼 것이며 그 안에 포함된 주제 중에서도 곱셈과 나눗셈 부분을 주로 알아볼 것이다. 이때 양휘산법은 조선의 산서는 아니지만 우리나라의 산서에 많은 영향을 주었고 실제 우리나라의 산학자들도 많이 연구했다고 알려졌기 때문에 비교 인용에 사용될 것이다.

1) 今有米五百七十五石九斗 每斗價銀五分 問銀若干 [4]

2 연습문제의 내용

현재 우리 학생들이 사용하는 교과서나 참고서의 연습문제들의 내용을 보면 학습할 학생들의 눈높이에 맞고 현재 우리의 생활에서의 주요 관심사에 관련된 문제들이다.

실제로 대학교 1학년 학생들을 위한 미분적분학 교재에 있는 연습문제의 내용 중에는 동맥과 정맥에서의 혈액의 흐름에 대하여 혈관의 반지름, 길이, 혈액의 점성도, 중심축으로부터의 거리에 따라 혈액의 속도를 나타내고 중심축으로부터의 거리에 따른 속도의 변화율을 알아보는 문제가 나온다 [8]. 이러한 문제는 오늘날의 우리에게는 의학적인 면에서 반드시 생각해야 하는 것이지만 이전의 시대에는 생각할 수 없는 문제였다. 이처럼 수학 교재의 연습문제 속에는 교재가 사용되는 시대의 모습이 포함되어 있다.

이 논문에서 이러한 연습문제 속에 포함되어 있는 내용에 대하여 알아보기 위하여 용어를 한 가지 정하려고 한다.

‘연습문제의 내용’과 ‘연습문제의 주제’를 다음과 같이 구분할 것이다.²⁾ 예를 들어

‘실이 7근 14냥 5전 있는데, 한 냥을 지전 5전 4푼 5리에 판다. 지전은 모두 얼마인가?’³⁾

와 같은 문제가 있다고 하자. 이때 연습문제의 내용은 ‘실’과 ‘지전’이고 연습문제의 주제는 ‘곱셈’이라고 할 것이다.

현재 우리의 수학 교과서에서 곱셈과 나눗셈을 다루는 경우는 초등학교 학생들을 대상으로 하고 있기 때문에 그 나이 학생들의 눈높이에 맞는 연습문제들이 주어져 있다. 그러나 목사집산법이나 구일집 등의 여러 가지 산서에서도 곱셈과 나눗셈을 다루는 연습문제들이 있지만 연습문제의 내용을 살펴보면 현재의 교과서와는 많이 다름을 알 수 있다. 이는 산서의 같은 내용을 학습하는 사람들⁴⁾이 다르기 때문에 일어나는 현상으로 보인다. 목사집산법에는 연습문제의 내용에 땅의 넓이에 따른 세금 문제나 지전(종이돈, 지폐, 어음과 같은 유가증권)의 값에 대한 문제⁵⁾들도 포함되어 있음을 볼 수 있다. 양휘산법에서는 채무에서 이자에 따른 원리합계 문제나 현재의 커미션이나 리베이트와 같은 두자전(頭子錢) 문제⁶⁾도 포함되어 있다. 이와 같이 산서에서의 연습문제의 내용은 오늘날 우리가 볼 수 있는 연습문제들과는 많이 다름을 알 수 있는데 이를 구체적으로 알아보자.

2) 이 용어는 이 논문에서 사용할 것이다.

3) 今有絲七斤一十四兩五錢 每兩賣鈔五錢四分五釐 問該鈔幾何 [2]

4) 김용운 박사님께서 목사집산법의 해제에서 ‘목사집산법은 중인(中人) 산학자(算學者)를 대상으로 쓰여진 책’ [한국과학기술사대계] 이라고 하였다.

5) 今有鈔六十二兩八錢 每鈔一兩價錢三十文 問計錢幾何(지금 지전이 62냥 8전 있는데, 지전 1냥의 값은 30문이다. 전체의 값은 얼마인가?) [2, 3]

6) 官支錢二萬六千四百一十貫, 每貫除頭子錢伍拾陸文. 問共得若干?(관청에서 26,410관을 지급하는데 한 관에 두자전 56문씩을 제한다. (두자전은) 모두 얼마나 되는가?) [1, 9]

우선 이 논문에서 주로 다룬 산서들의 연대를 알아보자.

목사집산법은 17세기 경선징(慶善徵)에 의하여 쓰여졌는데 현재 ‘우리나라 산학자가 저술한 최초의 산학서’로 여겨진다. 이 책은 중국의 산서인 산학계몽(算學啓蒙)의 영향을 많이 받은 것으로 여겨지는데 구성도 많이 비슷하고 일부 문제는 산학계몽과 같다 [3].

구일집은 조선 18세기 홍정하(洪正夏)에 의해 쓰여졌는데 중국의 산서 구장산술(九章算術), 산학계몽, 양휘산법, 상명산법(詳明算法)의 체제를 이용하고 당시 우리나라의 실정에 맞도록 약간 변형하였다고 한다 [5].

참고로 양휘산법은 13세기 중국의 수학자 양휘(楊輝)에 의하여 쓰여졌고 특히 ‘조선시대 수학의 성격을 결정짓는 데 큰 영향을 미쳤다.’ [9]는 평을 듣고 있다.

이 산서들은 구구단부터 시작하여 곱셈과 나눗셈, 비례식, 방정식 등등의 여러 가지 주제들을 다루었다. 물론 포함되어 있는 주제나 순서가 조금씩 차이는 있다. 이 중에서 곱셈과 나눗셈 부분의 연습문제들만 주로 다루어 본다. 경우에 따라서는 곱셈과 나눗셈만을 다루는 문제와 비례식의 문제가 경계가 없이 주어지는 경우도 있어 비례식 문제가 포함될 수도 있다. 실제로 우리에게 알려진 산서가 많지만 목사집산법은 우리나라 산학자가 쓴 최초의 산학서로 알려져 있으며 구일집은 여러 가지 산서를 망라하여 우리나라 실정에 맞게 저술되었다는 평을 듣고 있기 때문에 우선 이 두 가지 산서를 중심으로 알아보았다.

3 연습문제의 여러 가지 내용

목사집산법은 천(天) 상권(上卷)에서 10개의 단계에 따라 곱셈과 나눗셈을 단계별로 설명하는데 연습문제를 이용하였다. ‘포산선습문(布算先習門)’을 제외한 ‘종횡인법문(縱橫因法門)’, ‘신외가법문(身外加法門)’, ‘유두승법문(留頭乘法門)’, ‘열위승법문(列位乘法門)’, ‘단위귀법문(單位歸法門)’, ‘신외감법문(身外減法門)’, ‘수신귀제문(隨身歸除門)’, ‘이승동제문(異乘同除門)’, ‘귀제승실문(歸除乘實門)’에서 180개의 연습문제를 살펴보았다. 목사집산법의 연습문제에는 곡물, 직물, 식량의 배분, 여러 가지 금속, 향신료, 세금과 이자 등의 내용을 포함한 문제들이 주어져 있는데 문제의 수가 많아서인지 연습문제 내용의 종류가 다양하게 나타났다.

구일집은 천(天) 종횡승제문(縱橫乘除門)에서 곱셈, 나눗셈, 수열의 주제에 대하여 19문제를 다루었으며 이승동제문(異乘同除門)과 절변호차문(折變互差門)에서 비례식, 비례 배분 문제 24문제, 모두 합하여 43문제를 살펴보았다. 목사집산법에 비하면 곱셈과 나눗셈만의 문제의 개수는 적다.

연습 문제의 내용 중 많은 부분을 차지하는 내용은 직물과 곡물이었다. 이외에도 여러 가지 내용이 있는데 이들 중 직물, 곡물, 단위 변환, 세금, 금속, 분배, 넓이와 부피에 관련된 내용들과 같이 비교적 여러 번 나타나는 내용들에 대하여 알아볼 것이다.

3.1 직물과 관련된 연습문제

전체 문제 중 내용에 직물이 포함된 문제들의 비율을 알아보자. 목사집산법에서는 180문제 중 52문제였으며 구일집에서는 43문제 중 8문제였다.

직물에 관한 문제들의 내용을 보면 비단 종류가 많은 부분을 차지한다. 특히 비단의 종류가 다양함을 알 수 있는데 원문에서 보면 견(絹), 주(紬)⁷⁾, 금(錦), 능(綾), 라(羅)⁸⁾, 단(緞)⁹⁾, 사(紗)¹⁰⁾, 문사(紋紗)¹¹⁾, 사(絲)¹²⁾ 등의 여러 가지 비단이 나타나고 있다.

비단 이외의 직물로는 베 종류로 보통 베(常布), 고운 베(細布), 본색 없는 베(無本色布), 갈포가 보이며 무명과 면도 보인다.

목사집산법에서 직물을 짜는 실이 나타나는 문제가 21문제가 나오는데 실을 표현하는 용어를 살펴 보면 사(絲),¹³⁾ 강사(降絲), 세사(細絲),¹⁴⁾ 홍사(紅絲),¹⁵⁾ 진사(眞絲), 상사(常絲), 마사(麻絲),¹⁶⁾ 저사(苧絲)¹⁷⁾가 보인다.

웃감은 아니지만 솜에 관련된 문제가 목사집산법에서 3개 나타난다.

이것을 보면 현재 우리들은 주로 기성복을 구입하여 입고 기술의 발달로 직물의 종류가 천 연소재뿐만 아니라 많은 종류의 화학섬유까지 포함하고 있어 선택할 수 있는 섬유의 종류가 많으며 우리의 필요에 맞도록 골라서 구입하면 충분하다. 그러나 옛날에는 실을 짜고¹⁸⁾ 그 실로 직물을 직접 짜거나¹⁹⁾ 직물을 구입하여 옷을 직접 지어 입었기 때문에 실생활에서 큰 부분을 차지하는 것으로 보인다. 또한 이 직물을 다른 물건과 바꾸기도²⁰⁾ 하고 세금으로 납부하기도

7) 원문에서는 주(紬)로 표기되는 경우도 있다. 두 한자표기는 다르지만 같은 의미로 쓰인다. 이 주는 오늘날에는 '명주'라는 이름으로 남아있는데 조선시대에는 많은 종류가 있었다고 한다 [7]. 현재 명주 중에서도 독특하게 짜여진 것을 토주(吐紬)라고 하여 사용하고 있다.

8) 대부분의 책에서 얇은 비단으로 번역되어 있는데 얇게 직조된 견직물이다. 현재 향라(元羅)라는 견직물이 사용되고 있다.

9) 두겹게 직조된 견직물로 오늘날에는 공단과 양단으로 주로 불리며 양단의 경우 직조할 때 무늬가 들어가는 데 이 무늬에 따라 운문단, 도류불수단 등의 여러 종류가 있다.

10) 우리 나라 전통 직물 가운데 가장 종류가 많은 직물로 현재에는 직조된 형태에 따라 숙고사(熟庫紗), 갑사(甲紗), 생고사(生庫紗) 등의 이름으로 사용되고 있다 [7].

11) 원래는 사(紗)의 한 종류를 가리키는 말이었는데 현재는 무늬가 있는 사(紗)라는 의미로 사용되며 얇게 직조된 견직물이다 [7].

12) 사(絲)에는 사전적으로 '실'의 의미가 있지만 또한 비단의 의미로 사용되기도 한다.

13) 사전적으로 명주실의 의미가 있어 명주실이나 비단실로 생각하면 되지만 앞에 실의 재료가 들어가는 경우에는 일반적인 '실'의 의미로 본다.

14) 가는 비단실

15) 붉은색의 비단실. 직물의 색을 낼 때에는 직물을 염색하는 방법도 있지만 실을 염색하여 직물을 짜는 경우도 있다.

16) 베를 짜는 실

17) 모시를 짜는 모시실

18) 목사집산법 유두승법문(留頭乘法門)에는 무명(木綿)을 짜는 실의 양에 대한 문제, 열위승법문(列位乘法門)에는 견(絹)을 짜는 실의 양에 대한 문제가 나온다.

19) 목사집산법 수신귀제문(隨身歸除門)의 문제 중에 실로 견(絹)을 짜기, 실로 금(錦)을 짜기, 강사(降絲)로 단(緞)을 짜기, 삼실(麻絲)로 베(麻布) 짜기, 모시실(苧絲)로 모시(苧布) 짜기 등의 문제가 나온다.

20) 목사집산법 수신귀제문의 문제 중에는 라(羅)와 지전의 교환, 침향과 붉은 비단(紅羅)의 교환, 용늪과 견(絹)의 교환 문제 등이 나온다.

하였다.

목사집산법의 귀제승실문(歸除乘實門)에 나타난 직물과 관련된 문제 중에는 너비가 다른 직물들에 관련된 문제가 있는데 여기에는 넓이의 개념이 포함되어 있다.

‘지금 큰 무늬 비단 7단(端)을 빌린 사람이 있는데, 1단은 길이가 5장(丈) 2자(尺)이고 너비는 2자 1치(寸)이다. 이제 본색이 없는 무늬 비단으로 반환하려고 하는데, 다만 작은 무늬 비단의 너비는 1자 6치이다. 반환하는 작은 무늬 비단은 모두 얼마인가?’²¹⁾[3]

이 문제를 해결하는 과정을 보면 너비가 다른 두 가지 직물이 같은 넓이가 되도록 하는 길이를 찾아서 답을 구하였다. 또한 같은 종류의 직물이라도 직물의 상태에 따라 가치가 차이를 보여주는 문제도 있었다. 목사집산법의 귀제승실문(歸除乘實門)에 나타난 다음의 문제를 보자.

‘지금 보통 베를 147동(同) 36필(匹) 2장 5자 9치 빌려서 이제 본색이 없는 포목으로 돌려주려는 사람이 있는데, 1동마다 고운 베 35필로 계산하여 반환한다. 고운 베는 얼마인가? 『주: 1동은 50필이고 1필은 35자이다.』’²²⁾ [3]

이 문제에서 보면 보통 베(常布)와 고운 베(細布) 사이의 가격의 차이가 나타난다. 당연히 고운 베는 보통 베보다는 더 섬세하게 짜여진 것이므로 더 비쌀 것이다.

3.2 곡물과 관련된 문제

목사집산법에서는 180문제 중 44문제가 곡물에 관한 문제였으며 구일집에서는 43문제 중 11문제였다.

목사집산법에서는 쌀, 현미(糙米), 기장쌀(稷米), 붉은 팥(赤豆), 노란 콩(黃豆), 흰 콩(白豆), 검정콩(黑豆), 참밀(小麥), 보리(牟米), 겉보리(大麥), 참깨(眞荏), 들깨(荏子) 등의 여러 가지 곡물이 나타나는데 쌀, 조(粟), 보리(麥)가 나타났던 양휘산법에서보다 다양하다. 뿐만 아니라 밀가루(造麵)도 나타난다. 곡물들은 중요한 식량이기도 했지만 물물교환이나 세금에도 사용되었다. 그런 점에서 각각의 곡물들의 가격도 중요했지만 다른 물건이나 다른 종류의 곡물과의 가치의 비교도 중요한 것으로 보인다.

구일집에서는 목사집산법만큼 다양한 곡물이 나타나지 않았다. 쌀과 벼, 기장, 조 정도만 나타났다.

21) 今有人貸大綾七端 每端長五丈二尺 濶二尺一寸 今將欲還無本色綾 只有小綾濶一尺六寸 問合還小綾幾何 [2]

22) 今有人貸常布一百四十七同三十六匹二丈五尺九寸 今有還無本色布 每一同細布三十五匹計還 問細布幾何 『同法五十四 匹法三十五尺』[2]

목사집산법의 귀제승실문(歸除乘實門)에서는 세미(稅米)와 모미(耗米),²³⁾ 조세 노란 콩,²⁴⁾ 조세 좁쌀, 조세 쌀이 나오는 것을 보아 곡물로 세금을 내는 모습을 보여주는데 특히 조세 노란 콩이나 조세 좁쌀²⁵⁾을 무명베(綿布)로 대체하는 경우도 보여준다. 이 두 문제에서는 곡물 한 섬이 몇 말인지, 무명베 한 필이 몇 자인지 추가로 적어주고 있다.²⁶⁾ 이때 노란 콩 한 섬은 무명베 2필 반으로 대체하고 좁쌀 한 섬은 무명베 3필 반으로 대체하는 것으로 보아 좁쌀이 콩보다 비싼 곡물이었던 것으로 보인다. 이러한 곡물들의 가격이 실제 물가를 얼마나 반영하는지는 알 수 없으나 상대적인 가치는 알 수 있을 것 같다.

실제로 목사집산법의 신외가법문(身外加法門)에서는 흰 쌀(白米)과 붉은 팥(赤豆)의 교환 비율,²⁷⁾ 기장쌀(稷米)과 노란 콩(黃豆)의 교환 비율²⁸⁾이 나타난 문제도 있다.

3.3 단위 변환 문제

단위를 변환하는 문제도 있었다. 오늘날의 교과서에도 길이, 넓이, 부피, 무게를 비롯한 여러 가지 상황에서의 단위를 바꾸어 생각하는 문제가 있다. 현재 세계적으로 표준화된 단위를 공통적으로 사용하고 있는데 일부 지역이나 일부 품목에서는 표준화된 단위가 아닌 고유의 단위를 사용하는 경우도 있다. 어쨌든 실생활에서는 서로 약속된 단위로 변환할 필요가 생긴다. 널리 알려져 있는 것처럼 산서에 나타나는 단위뿐만 아니라 옛날에 쓰이던 단위를 오늘날의 단위로 환산하기 어려운 경우가 많다. 특히하게도 목사집산법에서는 첫 장 포산선습문(布算先習門)에서 길이, 부피, 넓이, 무게 단위 사이의 관계를 정확히 알려주었다.²⁹⁾ 이는 목사집산법이 학습교재로서의 역할에 충실했다고 여겨지는 부분이다.

목사집산법에서는 약재나 금속의 무게 단위 변환 문제가 있었다. 칭(秤)을 근(斤)으로, 근을 냥(兩)으로, 근을 칭으로, 냥을 근으로 바꾸는 문제였다.

구일집에서는 이승동제문(異乘同除門)의 마지막 문제를 보면 옛날 길이 단위인 궁(弓)에 대한 문제가 있는데 옛날의 궁 값과 지금(구일집을 저술할 때)의 궁 값의 차이에 대한 문제도 있었다. 이를 보면 그 때에도 시간에 따라 단위가 변할 수 있음을 알고 있었던 것으로 보인다.

23) 세곡(稅穀) 또는 환곡(還穀)을 받을 때 곡식을 쌓아둘 동안 축이 나는 것을 미리 짐작하여 한 섬에 얼마씩 덧붙여 받던 곡식 [3]

24) 今有稅黃豆四百八十九石一十三斗四升二合五勺 每石折綿布二匹半 問合綿布幾何 石法一十五斗 匹法三十五尺 [2] (지금 조세로 내는 노란 콩이 489섬 13말 4되 2홉 5작 있는데, 한 섬마다 무명베 2필 반으로 대체한다. 전체의 무명베는 얼마인가? 1섬은 15말이고 1필은 35자이다.) [3]

25) 今有稅小米八百四十七石一十一斗六升七合三勺 每石折綿布三匹半 問合綿布幾何 石法一十五斗 匹法三十五尺 [2] (지금 조세로 내는 좁쌀이 847섬 11말 6되 7홉 3작 있는데, 한 섬마다 무명베 3필 반으로 대체한다. 전체의 무명베는 얼마인가? 1섬은 15말이고 1필은 35자이다.) [3]

26) 石法一十五斗 匹法三十五尺 [2]

27) 今有白米一百五十七石五斗 每斗換赤豆一斗三升 問赤豆幾何 [2] (지금 흰쌀이 157섬 5말 있는데, 한 말을 붉은팥 1말 3되와 바꾼다. 붉은팥은 얼마인가?) [3]

28) 今有稷米三百五十七石八斗八升 每斗換黃豆一斗四升 問黃豆幾何 [2] (지금 기장쌀이 357섬 8말 8되 있는데, 한 말을 노란 콩 1말 4되와 바꾼다. 노란 콩은 얼마인가?) [3]

29) 목사집산법의 포산선습문에 두곡법(斗斛法), 장척법(丈尺法), 근칭법(斤秤法), 전무법(田畝法)들이 있다.

참고로 양취산법에서의 단위변환 문제는 대부분 직물에 관련된 문제였다. 그러므로 주로 길이의 단위 변환 문제인 것이다. 그런데 비단 종류의 직물이지만 한 필의 자수가 모두 달랐다. 물론 비단과 삼베처럼 직물 자체가 다르면 한 필의 자수가 다를 수도 있다. 비단이라도 원문에서 견(絹), 주(紬), 금(錦), 능(綾), 라(羅)로 다르게 직물의 이름을 주었으니 어느 정도 다를 수도 있다. 그런데 원문에서의 이름이 똑같이 견(絹)임에도 불구하고 한 필이 48자³⁰⁾ 혹은 42자³¹⁾로 표기하였다. 이 부분은 문제를 만들기 위하여 사용한 것으로 보인다.

3.4 세금, 이자, 두자전에 관련된 연습문제

나라에 내는 여러 가지 세금은 중요한 문제였으며 세금을 곡물, 직물 등으로 내는 내용도 나타난다.

목사집산법의 귀제승실문(歸除乘實門)에는 여러 가지 품목에 대한 세금에 관련된 문제가 나오는데 다음과 같은 문제가 있다.

‘지금 은을 5000냥 가진 상인이 있는데, 조세로 30분의 1을 취하여 걷고 뒤에 [나머지의] 50분의 3을 취하여 걷는다. 조세로 낸 은 및 남은 돈은 각각 얼마인가?’
[3]

이때 세금을 부과하는³²⁾ 방법이나 세율이 여러 문제에서 산학계몽의 다음의 문제와 같다.

‘지금 어떤 객이 향진향을 가지고 있다. 두 번 세금을 받는다. 처음에는 30에서 1을 받고 다음에는 나머지에서 50에 대하여 3을 받는다. 남은 것이 3000근이다. 객이 원래 가지고 있던 향진향은 얼마인가?’³³⁾

이러한 문제들은 구일집의 종횡승제문(縱橫乘除門)에도 있는데 그 중 다음과 같은 문제가 나온다.

‘어떤 사람이 돈을 5000냥 갖고 있다. 여기에서 먼저 30분의 1을 세금으로 내고, 다시 나머지의 50분의 3을 세금으로 냈다. 이때 낸 세금과 남은 돈은 각각 얼마인가?’³⁴⁾ [5]

이 문제는 목사집산법의 문제에서 은을 돈으로 바꾸었을 뿐 똑같은 문제이다. 두 산서의 저술연도를 보면 구일집에서 목사집산법과 똑같은 문제를 사용한 것으로 보인다. 이 산서들의

30) 絹一萬三千一百五十二尺, 問爲絹幾何(匹法四十八尺) [1] (비단 13,152자는 몇 필인가?(한 필은 48자이다.))

31) 絹一千三百單二尺, 每匹四十二尺, 問計幾何 [1] (비단이 1302자가 있는데, 한 필이 42자라면, 모두 몇 필이나 되는가?)

32) 今有商人持銀五千兩 今收稅之先稅三十分取一 次稅五十分取三 問基稅銀及餘銀各該幾何 [2]

33) 今有客持降眞香 兩務稅之 先稅三十取一 次稅五十分取三 餘有三千斤 問客元持降眞幾何 [1]

34) 今有客持銀五千兩 先稅三十取一 次稅五十分取三 問基稅銀及餘銀各若干 [4]

시대가 모두 다름에도 불구하고 세울을 똑같이 사용한 점은 실제의 세금 부과 방법이 아니고 문제를 만들기 위해 앞서 만들어진 산서의 내용을 그대로 사용한 것은 아닐까 생각되는데 이는 좀 더 많은 연구가 필요한 것으로 보인다.

다만 세금을 부과하는 방법은 이러한 형태일 것으로 보이며 과세 대상도 알 수 있는데 목사집산법에서는 돈이나 은 뿐만이 아니라 실, 목향, 진주, 채단³⁵⁾에 대해서도 세금을 부과한 것으로 보이며 구일집에서는 돈과 은에 대한 세금만 언급되어 있다.

채무에서의 이자나 원리합계를 구하는 문제와 반대로 이자나 원리합계를 가지고 원금을 구하는 문제도 나타난다. 이러한 연습문제의 내용은 오늘날 고등학교 교과과정의 수열과 급수 부분에서도 나타난다.

3.5 금, 은 및 금속에 관련된 연습문제

은(銀)은 화폐와 마찬가지로 사용되고 있음을 알 수 있었다. 산서에서 여러 가지 물건의 구입에 사용했음을 보여주고 있었다.

이렇게 화폐 대용으로 쓰인 은이 많이 나타나지만 금속 그 자체로 사용되는 내용도 많이 나타난다. 목사집산법에서는 은의 값, 구리와 금의 무게, 은과 십품금(十品金)³⁶⁾의 교환, 합금, 구일집에서는 금의 무게를 내용으로 하는 문제들이 있다.

특히 목사집산법의 귀제승실문(歸除乘實門) 중반부에 보면 금과 은을 합금하는 문제도 나타나는데 족색금(足色金)³⁷⁾을 8분금으로 만드는데 필요한 은의 양,³⁸⁾ 은과 족색금을 섞어 금을 만들었을 때의 순도를 구하는 문제³⁹⁾ 등이 나타난다.

구일집의 절변호차문(折變互差門)에는 목사집산법과 비슷한 합금문제가 두 문제 나오고 함량이 다른 금의 가격을 알아보는 문제⁴⁰⁾도 있었다.

3.6 배분 문제

배분 문제가 공통적으로 나타난다. 우리가 모두 알고 있는 것처럼 배분의 문제는 나눗셈이다. 연습문제의 내용에는 쌀, 돈, 은 등의 여러 가지 물품이 있다. 이 중 쌀, 돈, 은이 가장 많으며 술, 숯, 밤, 직물도 드물게 나타난다.

35) 혼인 때 신랑집에서 신부집으로 보내는 옷감

36) 금 중에서 가장 좋은 십성(十成)이라는 의미이며 여기에서 십성은 황금의 품질을 10등급으로 나누었을 때 첫 번째 등급이라고 한다.

37) 순금을 말하는데 10분금이다.

38) 今有足色金一百兩 欲爲八分金 問入銀幾何 [2] (지금 족색금이 100냥 있는데, 8분금을 만들려고 한다. 들어가는 은은 얼마인가?) [3]

39) 今有銀三十七兩五錢 足色金一百五十兩併 而同煉爲金 問顏色分數幾何 [2] (지금 은이 37냥 5전 있는데, 족색금 150냥과 함께 달구어서 금을 만든다. 금의 순도는 얼마인가?) [3]

40) 今有銀九十兩 換八色金六兩 七色金六兩 問二色金每兩 直銀若干 [4] (지금 은 90냥으로 팔색금 6냥과 칠색금 6냥을 샀다. 이 두 가지 금 한 냥의 값은 각각 얼마인가?) [5]

양휘산법이나 구일집에서는 쌀, 조, 돈, 은, 술, 솥, 밤을 단순히 배분하는 문제로 주어지는데 목사집산법에서는 군인에게 식량을 배급하는 경우, 부역하는 사람들에게 지급하는 식량과 수당으로 주어지는 쌀의 양을 구하는 문제,⁴¹⁾ 조세로 거둔 벼를 종자로 배분한 민가의 수를 묻는 형태의 문제⁴²⁾가 주어지는데 오늘날의 스토리텔링 기법에 가깝게 보인다.

이 배분문제는 또한 비례배분과도 연관이 있다. 구일집 천(天)의 절변호차문(折變互差門)은 비례배분에 관한 부분인데 여기에 있는 문제 중 병사에게 견을 배분하는데 삼견(衫絹)과 군견(裙絹)을 배분한다는 문제가 나온다. 실제 이 용어의 정확한 뜻은 찾지 못하였으나 옥편에서 한자의 뜻을 보면 삼(衫)은 적삼이나 옷의 의미이고 군(裙)은 치마 또는 속옷의 의미로 나오는 것으로 미루어 병사들이 옷을 만들 수 있는 직물을 보수로 받은 것으로 보인다. 어쨌든 병사들에게 급료를 지급하는 방법으로 쌀과 직물을 사용하였음을 알 수 있다.

또한 병사들의 직급에 따라서도 보수가 다른 부분을 볼 수 있다. 구일집의 절변호차문에 있는 문제 중에 마군(馬軍)과 보군(步軍)에게 견을 배분하는 문제⁴³⁾가 나오는데 마군에게 주어지는 보수가 더 크다는 것을 알 수 있다.

3.7 도형의 넓이와 입체의 부피

일반적으로 산서에서의 도형의 문제는 밭의 넓이를 다루는 문제로 주어지며 따로 단원을 배치하였다.

목사집산법에서는 지(地) 중권(中卷) 전무형단문(田畝形段門)에서, 구일집에서는 천(天) 전무형단문(田畝形段門)에서 다루었다. 부피에 관련된 문제도 마찬가지로 부피를 구하는 대상에 따라 따로 단원을 배치하였다. 목사집산법 지(地) 중권(中卷)의 창돈적속문(倉囤積粟門), 상공수축문(商功修築門)에서, 구일집 천(天)의 상공수축문(商功修築門), 구척해은문(毬隻解隱門)와 지(地)의 창돈적속문(倉囤積粟門)에서 여러 가지 부피에 관련된 문제를 다루었다. 그런데 목사집산법의 천(天) 귀제승실문(歸除乘實門)의 끝 부분에서 정사각형의 넓이를 구하는 문제,⁴⁴⁾와 정육면체의 부피를 구하는 문제⁴⁵⁾ 정사각형 모양의 밭(方田)과 원 모양의 밭(圓田)

41) 今有役人五百九十七名 赴役三百六十六日 每名一日糧米二升七合 役價米每人每日六升六合 問糧米及役價米各該幾何 [2](지금 부역하는 사람이 597명 있는데, 366일 동안 부역한다. 한 사람에게 하루의 식량으로 제공하는 쌀이 2되 7홉이고, 부역한 수당으로 제공하는 쌀이 사람마다 하루에 6되 6홉이다. 식량으로 제공하는 쌀과 수당으로 제공하는 쌀은 각각 얼마인가?) [3]

42) 今有正租一萬六千六百七十二石五斗 令民戶種子分給 只云每戶一石九斗 問計戶幾何 [2](지금 조세로 거둔 벼가 1만 6672섬 5말 있는데, 민가에 종자로 나누어 보급하려고 한다. 다만 한 민가마다 1섬 9말씩 나누어 준다. 전체의 민가는 얼마인가?) [3]

43) 今有絹二十五萬一千六百四十尺 分給馬步軍 只云 馬軍六人 給一百八十四尺 步軍七人 給九十六尺 問各若干 [4] (지금 견 251640자를 마군과 보군에게 나누어주고자 한다. 마군 6명에게는 184자를 나누어주고 보군 7명에게는 96자를 나누어준다고 한다. 각각 몇 명에 얼마씩 나누어주는가?) [5]

44) 今有平方面三十九尺 六分尺之四 問積幾何 [2] (지금 한 변이 $39\frac{4}{6}$ 자인 정사각형이 있다. 넓이는 얼마인가?) [3]

45) 今有平方面五十七尺 八分尺之三 問積幾何 [2] (지금 한 모서리가 $57\frac{3}{8}$ 자인 정육면체가 있다. 부피는 얼마인가?) [3]

의 넓이, 연못이나 밭에서의 도형의 넓이를 구하기도 하고 여러 가지 입체의 부피를 구하기도 하였다. 또한 구일집의 종횡승제문(縱橫乘除門) 마지막 문제는 정육면체 금의 무게를 구하는 문제⁴⁶⁾가 있다. 이러한 내용을 곱셈과 나눗셈을 다루는 부분에 포함시킨 것은 도형이나 부피의 문제이지만 계산에는 곱셈과 나눗셈이 필요하다는 것을 보여주려는 의도로 보인다.

4 결론

이 논문에서는 산서에서 실제 생활상을 보여줄 수 있는 연습문제의 내용에 대하여 알아보았다. 현재 사용되는 교과서와 마찬가지로 옛날에 사용하던 산서에서도 연습문제를 사용하여 수학을 학습하였으며 이로써 수학이 현실생활에서 어떻게 이용되고 있는지를 보여주고 있음을 보았다. 그러나 그 연습문제들에 포함되어 있는 내용은 그 시대의 생활상과 학습자의 눈높이에 따라 많이 다르다는 것을 알 수 있었다. 실제로 우리는 여러 가지 문헌을 이용하여 옛사람들의 생활상을 알 수 있다. 예를 들어 어느 한 집안의 며느리들에게 전하기 위하여 요리법을 적은 책을 발굴함으로써 현재에는 없는 요리법을 찾아내는 경우도 있었다. 마찬가지로 산서에서도 생활상의 구체적인 모습을 찾을 수 있을 것으로 여겨진다. 여러 가지 연습문제 중에서 위와 같이 정리한 내용으로만 본다면 옷감을 필요에 따라 직접 직조하였고 비단, 베, 면 등의 여러 가지 직물들과 직접 경작한 여러 가지 곡물들을 그 자체로 사용도 했지만 화폐 대응으로도 사용했으며 세금으로도 냈다. 물론 그 시대에도 돈이 많은 일부 사람들은 옷감이나 곡물을 돈이나 은을 이용하여 구입하고 있음을 보았다. 현재 우리들의 생활에서는 옷과 식량을 돈을 내고 구매하고 세금을 돈으로 내는 것과는 다른 모습이다. 세금을 정하는 문제를 보면 어떤 물품에 세금을 매겼는지 알 수 있었으며 배분 문제 속에서 병사들의 보수가 주어지는 방법도 알 수 있었다. 물론 지금까지 살펴보았듯이 산서의 연습문제의 내용만으로 완벽한 생활 모습을 찾는다는 것이 무리일수도 있다. 세금에 관련된 연습문제에서 보았듯이 나라와 시대가 다름에도 불구하고 똑같은 세율을 적용하고 문제속의 숫자도 똑같이 사용한 것을 보면 시대상을 그대로 반영했는지 의구심이 생기는 부분도 있다. 그러나 세율은 정확하지 않을지 모르겠지만 세금을 징수하는 방법은 어느 정도 짐작 할 수 있을 것 같다. 여기에서 우리가 연습문제의 내용 중에서 어떤 것을 실제의 모습으로 봐야 하는지 정확히 탐구하고 많이 연구해야 할 것으로 보인다. 목사집산법과 구일집을 중심으로 곱셈과 나눗셈에 관련된 연습문제들만을 다루어 보았지만 많은 산서들과의 비교 연구도 필요하며 다른 주제들에 대한 연습문제의 내용을 알아볼 필요도 있다.

46) 今有立方金一寸重十六兩 只黃金立方九分間幾兩 [4] (지금 한 모서리가 1치인 정육면체 금의 무게가 16냥이다. 한 모서리가 9푼인 정육면체 금의 무게는 얼마인가?) [5]

References

1. GUO Shuchun ed., *ZhongGuo Kexue Jishu Dianji Tonghui Shuxuejuan*, Henan Jiaoyu Pub. Co., 1993. 郭書春 主編, 《中國科學技術典籍通彙》數學卷 全五卷, 河南教育出版社, 1993.
2. GYEONG SeonJing, *MukSajibSanBeob*, Collection of the Historical Sources in the Science and Technology of Korea, Mathematics Part 1, 1–368, Ryeongang Pub. Co., 1985. 慶善徵, 默思集算法, 韓國科學技術史資料大系 卷一, 1–368, 驪江出版社, 1985.
3. GYEONG SeonJing, *MukSajibSanBeob*, KyoWooSa, 2006. 경선징, 유인영, 허민 옮김, 묵사집산법, 교우사, 2006.
4. HONG JeongHa, *GuillJib*, Collection of the Historical Sources in the Science and Technology of Korea, Mathematics Part 2, 201–693, Ryeongang Pub. Co., 1985. 洪正夏, 洪正夏, 九一集, 韓國科學技術史資料大系 卷二, 201–693, 驪江出版社, 1985.
5. HONG JeongHa, *GuillJib*, KyoWooSa, 2006. 홍정하, 강신원, 장혜원 옮김, 구일집, 교우사, 2006.
6. Mathematics 4-1, Textbook in Elementary School, Visang, 2022. 수학 4-1, 초등학교 수학, 비상교육, 2022.
7. MIN GilJa, *Traditional Fablic*, DaeWonSa, 1997. 민길자, 전통 옷감, 대원사, 1997.
8. James STEWART, Daniel CLEGG, Saleem WATSON, *Calculus*, Cengage, 2020.
9. YANG Hui, Cha Chong-Cheon ed. YangHui SuanFa, Collection of the Oriental Mathematics V, KyoWooSa, 2006. 楊輝, 차중천 편, 楊輝算法, 동양수학대계 V, 교우사, 2006.