

초등수학에서 연산영역의 곤란도 분석¹⁾

안 병 곤²⁾

초등수학교육에서 처음 시작되는 사칙연산은 학교수학에서 매우 중요하다. 이 사칙연산에 대한 학습내용과 그에 대한 학생들의 학습결과를 알아보았다. 학습결과에 대한 신뢰도를 높이기 위해 교과서의 단원별 평가 문항에 나타난 결과를 조사하고 분석하였다. 이 자료를 바탕으로 단원별 평가문항에 대한 곤란도와 곤란도가 낮은 문항의 학습내용을 구체적으로 분석하였다. 분석결과는 초등학교에서 연산영역의 학습내용에 대하여 대부분의 학생들은 잘 이해하나 곱셈과 나눗셈에 대한 정확한 개념과 관계 그리고 체계적인 나눗셈의 원리지도와 문장제에 대한 더 많은 지도가 필요함을 보였다. 또 교과서의 학습내용에 대한 곤란도의 기준은 교과서의 특성과 학생들의 수준 그리고 지역에 따라 다양하게 제시하는 것이 바람직하게 생각되었다.

[주제어] 곤란도, 수와 연산영역, 연산영역 곤란도, 초등수학교육

I. 서 론

국민공통기본교육과정(초등학교 1학년에서 고등학교 1학년까지 10년 동안)속에서 총괄적으로 제시된 수학과 교육목표는 ‘수학의 기본적인 지식과 기능을 습득하고 수학적으로 사고하는 능력을 길러 생활의 여러 가지 문제를 합리적으로 해결할 수 있는 능력과 태도를 기른다.’(교육부, 1999)라 제시하고, 그 아래 20개의 하위단계별로 각각의 목표를 제시하고 있다. 또 각 단계별로 수와 연산, 도형, 측정, 확률과 통계, 문자와 식, 규칙성과 함수의 6개영역으로 나누어 세분화된 단원목표와 차시목표를 구체화하여 수학교실에서 최종적으로 수학의 교육목표를 달성하도록 하고 있다. 이러한 교육과정의 교육목표 달성을 위해 초등학교의 수학수업은 대부분 교과서에 제시된 학습내용을 중심으로 진행하고 있어 이 학습결과를 조사하여 분석해보는 것은 의미 있는 일이라 생각하였다. 특히 수와 연산영역은 수학과 교육에서 가장 기초가 되는 영역으로 이 영역의 학습내용은 기본적인 사회생활에 필요한 수 개념 형성과 그와 관련된 사칙계산 능력의 배양에 중점을 두어 제시하였다. 그 중에서 초등수학의 사칙연산의 학습내용은 기초적인 덧셈과 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 기능의 습득을 주요내용으로 하고 있다.

이에 본 연구에서는 처음으로 학교수학에서 다루는 사칙연산에 대한 초등수학의 1단계에서 3단계까지의 학습내용과 그에 대한 학습결과를 알아보았다. 이 결과에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 객관적인 자료가 교과서에 단원별로 제시된 ‘잘 공부했는지 알아보기’의 평가문항이라 할 수 있다. 그 이유는 ‘각 단원의 학습내용을 정리하고 종합적이 사고

1) 이 연구는 광주교육대학교 2008학년도 학술연구비의 지원에 의해 수행되었음

2) 광주교육대학교 수학교육과

를 기를 수 있도록 연습문제를 제시하며, 이를 평가에 활용할 수 있도록 한다.’ (서울교육대학교 국정도서편찬위원회, 1997)는 교과서 집필자의 의도가 가장 잘 반영되었기 때문이다. 여기서 나타난 평가결과에 대한 곤란도를 알아보고 곤란도가 낮은 문항의 학습내용에 대하여 다음과 같은 문제를 구체적으로 알아보았다.

첫째, 1단계에서 3단계까지의 사칙연산에 관련된 단원의 ‘잘 공부했는지 알아보기’ 평가결과에 나타난 곤란도와 통과곤란도를 조사하고,

둘째, 통과곤란도 기준 미만인 문항의 학습내용과 그에 대한 지도교사의 의견을 조사하였다.

II. 이론적 배경

1. 초등수학의 교육내용의 곤란도

수학교육에서 교육내용에 대한 곤란도는 교육내용의 적정성과 관련된 것으로 임재훈(2004)은 학습내용의 범위의 조정, 학습내용의 수준의 조정, 학습내용의 구조화를 의미하고, 수학이나 과학과 같은 개념중심 교과는 학습내용의 범위나 수준의 조정을 의미한다고 하였다. 제7차 교육과정에서 초등수학과 교과서의 교육내용은 ‘6차 교육과정과 대비하여 대부분(약 80% 정도)의 학생들이 의미 있게 학습하여 풍부한 교육 경험이 가능한(교육내용의 약 80% 정도를 이해할 수 있는 수준) 교육내용(범위/수준의 조정 및 제시 방식 변화)(최승현, 2004)을 의미하고 있다. 교육내용의 수준은 학습 가능성을 준거로 조정되고, 교육내용의 양과 수준에 대한 곤란도의 설정은 국가의 정책이나 학력필요수준 및 각 교과와 학교현실 등에 따라 다양하여 통일된 수준을 제시하는 것은 매우 어려운 제 현실이다. 일반적으로 교육내용의 적정화는 공통적으로 교육내용의 양과 수준의 양적인 측면과 교육내용의 적합성인 질적인 측면에서 설명하고 있다.

이돈희(2004)는 교육내용의 적정화는 교육목표의 적정화로 설명된다고 보고, 교육목표를 객관적으로 설정할 때 다음 3가지를 제시하였다. 하나는 지식, 사상, 정보, 규범 등과 같은 인지적 내용의 획득과 또 감정, 정서, 태도, 의지 등과 같은 정의적인 성향 형성, 그리고 다른 하나는 연기, 연주, 기술, 실험, 조작, 운영 등과 같은 수행적 능력의 획득을 들었다. 이때 인지적 내용의 계량화는 어느 정도 가능하나, 정의적 성향과 수행적 능력은 계량화는 어렵지만 성향의 일관성이나 강도, 능력의 정교성이나 숙달 등은 언어로 진술이 가능하다고 보았다. 즉 수학이나 과학 같이 지식의 체계가 정연하고 지식자체에 경험적 원리가 내포되어 있는 대상 우세적 교육내용의 교과와 역사, 사회과와 같이 지식과 정보의 내용이 많고 그것에 대한 사고, 조직, 응용, 평가, 비판, 조작의 능력이 절실히 요청되는 경험 우세적 교과와 그리고 문학, 미술, 음악, 체육, 실과 등과 같이 학습한 결과로 획득된 어떤 수행적 능력을 중시하는 목표 우세적 교육내용의 교과로 구분하였다.

2. 초등수학에서 연산영역의 교육내용과 곤란도³⁾

3) 교육학대사전(1991)에는 ‘난이도(難易度)를 곤란도(困難度)로 보고 ‘곤란도(item difficulty)의 정의를 ‘한 문항의 쉽고 어려운 정도를 나타내는 말로서 일반적으로 어떤 집단원 중에서 그 문항에 정답을 한사람의 수를 백분율로 표시된다. 일명 난이도 또는 정답율이라고도 한다.’고 하고 곤란

교육부(1997)에 제시된 1단계에서 3단계까지 초등수학의 연산영역에 대한 교육내용은 1-가 단계는 50까지 수의 이해를 바탕으로 간단한 덧셈과 뺄셈을 익숙하게 하기, 1-나 단계는 100까지 수의 이해를 바탕으로 두 자리 수의 범위에서 덧셈과 뺄셈을 익숙하게 하기와 덧셈, 뺄셈과 관련 있는 문제를 여러 가지 방법으로 해결하기를 제시하였다. 2-가 단계는 1000까지 수의 이해를 바탕으로 받아 내림이 있는 두 자리 수의 범위에서 덧셈과 뺄셈을 익숙하게 하기, 2-나 단계는 세 자리 수의 범위에서 덧셈과 뺄셈을 익숙하게 하기, 3-가 단계는 10000까지 수의 이해를 바탕으로 덧셈과 뺄셈하기를 제시하였다.

임재훈(2004)이 조사한 제7차 교육과정의 초등수학과에서 자연수 사칙계산은 예전부터 중요한 위치를 차지하여 전체적인 범위에서 큰 변화는 없었다. 곤란도가 낮은 자연수의 혼합계산은 학생들의 성취도 조사에 따라 변화가 필요하고, 3-가 단계의 세 자리수의 덧셈은 2-나 단계와 별 차이가 없었고, 3-가 단계 내용 중 1000이상인 세 자리수 덧셈만 3-나 단계에서 네 자리수 범위에 취급을 바라고 있었다. 교사들은 곤란도가 낮은 단원으로 3-가-4. 나눗셈은 36.1%, 3-나-4. 나눗셈 단원이 47.2%로 제시하였다.

이대식·장수방(2002)에 따르면 제7차 교과서의 내용은 함축적으로 제시되어 새로운 개념이나 원리, 문제해결방식이 대부분 교사의 설명이나 시범형식으로 학생들에게 제시된 후 학생들이 개별적으로 연습과제를 수행하도록 되어 있고 그 과정이 매우 짧고 함축적으로 되어 교사의 설명이나 수업 없이 스스로 학습하기에는 매우 어려운 체제여서 교사의 창의적이고 임의적인 수업의 여지가 많지만 교사의 준비정도에 따라 수업의 내용과 질이 달라질 수 있다고 하였다.

III. 연구의 방법

본 연구는 제7차 교육과정에서 초등학교 1학년에서 3학년까지의 학생들을 대상으로 연산영역에 속하는 18개 단원의 '잘 공부했는지 알아보기'의 평가를 실시하여 그 결과를 조사하고 분석하였다. 조사대상은 학생 509명과 지도교사 20명이었고, 구체적으로 1학년은 6개 학교에서 학생 156명과 지도교사 6명, 2학년은 6개 학교에서 학생 159명과 지도교사 6명, 3학년은 7개 학교에서 학생 194명과 지도교사 8명이었다. 대상학생들은 도시와 농촌지역의 학생들이 참여하였고, 지도교사들은 대학원에서 초등수학교육을 전공하고 있거나 수학과 연구학교에서 근무하는 교사들로 비교적 수학에 관심이 많은 편이다. 조사시기와 방법은 2007학년도부터 2008학년도까지 2년 동안 단원별 수업이 끝난 후 평가를 실시하고 그 결과를 조사하였다.

먼저 제7차 교육과정(교육인적자원부, 2002a; 2002b, 2002c; 2004a, 2004b; 2004c)의 1단계에서 3단계까지의 초등수학 교과서에 제시된 영역별 단원의 수와 수업시간은 <표 1>과 같이 조사되었다.

도 산출방법을 $P = \frac{R}{N} \times 100$ (P: 곤란도 또는 정답율, N: 집단사례수, R: 정답자수)으로 나타내었다.

이를 해석하면 수치가 낮을수록 어렵고, 높을수록 쉽다는 의미이다. 흔히 곤란도보다 '난이도'의 용어를 많이 사용하나 難易度의 의미가 '어렵고 쉬운정도'라는 해석으로 논란이 있어 여기서는 '곤란도'를 사용하기로 한다.

< 표 1 > 연산영역의 단원의 수와 수업시간 조사표

단계	영역	수와연산			도형	확률과 통계	측정	문자와 식	규칙성과 함수	합계
		수	연산	합계						
1	가	3/21	2/13	5/34	1/6	1/4	1/7	0/0	0/1	8/52
	나	1/7	4/31	5/38	1/7	0/0	1/5	1/8	0/3	8/61
2	가	1/8	3/26	4/34	1/11	0/0	2/15	1/7	0/1	8/68
	나	0/0	3/31	3/31	1/5	1/7	1/8	1/10	0/1	7/62
3	가	2/18	3/30	5/48	2/14	0/0	1/10	0/0	0/0	8/72
	나	1/10	3/20	4/30	1/9	1/8	1/6	1/5	0/2	8/60
계		8/64	18/151	26/215	7/52	3/19	7/51	4/30	0/8	47/375
%		17.0/17.1	38.3/40.3	55.3/57.3	14.9/13.9	6.4/5.1	14.9/13.6	8.5/8	0/2.1	100/100

※ ()/() 표시는 (단원수)/(수업시간)을 나타냄

※ 6개 영역의 구분은 각 단원명을 중심으로 하였음

<표 1>에 나타난 1단계에서 3단계까지의 영역별 단원의 수는 수와 연산 영역이 26(55.3%)개 단원으로 가장 많고, 1단계에서 10(62.5%)개, 2단계에서 7(46.7%)개, 3단계에서 9(56.3%)개였고, 수업시간도 215(57.3%)시간을 차지하였다. 수와 연산영역 중에서 연산에 관련된 단원은 18(69.2%)개로 수업시간 151(70.2%)시간을 차지하여 초등 수학에서 연산영역은 모두 사칙연산과 관련 있는 수업을 하고 있었다.

구체적으로 1단계에서 3단계까지의 연산영역의 단원명과 배정된 수업시간은 <표 2>와 같다.

< 표 2 > 연산영역의 단원명과 수업시간 조사표

단계	단원명	단원 개수	수업 시간
1	가 4. 가르기와 모으기 5. 더하기와 빼기	2	13
	나 3. 10을 가르기와 모으기 4. 10이 되는 더하기와 10에서 빼기 6. 더하기와 빼기(1) 7. 더하기와 빼기(2)	4	31
2	가 2. 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈(1) 4. 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈(2) 8. 곱하기	3	26
	나 1. 곱셈구구 2. 세 자리 수의 덧셈과 뺄셈 (1) 4. 세 자리 수의 덧셈과 뺄셈 (2)	3	31
3	가 2. 덧셈과 뺄셈 4. 나눗셈 6. 곱셈	3	30
	나 1. 덧셈과 뺄셈 2. 곱셈 4. 나눗셈	3	20
합계		18	151

<표 2>의 조사결과를 보면 연산관련 단원은 모두 18(단계별 6개)개 단원과 수업시간은 모두 151(단계별 44~57)시간으로 가장 많은 수업을 하고 있었다. 이는 초등학교 1단계부터 3단계까지는 덧셈과 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 사칙연산의 기초능력을 배양을 위한 학습 내용의 지도를 위한 수업이 진행되고 있음을 알 수 있다.

IV. 연구의 결과 및 분석

1. 덧셈과 뺄셈 단원의 곤란도 조사

교육부(1999)에 제시된 덧셈과 뺄셈은 한 개 단원으로 묶어 함께 지도하도록 구성하였고, 단계별 목표는 다음과 같이 제시되었다. 1-가 단계는 50까지 수의 이해를 바탕으로 간단한 덧셈과 뺄셈을 익숙하게 할 수 있다. 1-나 단계는 100까지 수의 이해를 바탕으로 두 자리 수의 범위에서 덧셈과 뺄셈을 익숙하게 할 수 있다. 덧셈, 뺄셈과 관련 있는 문제를 여러 가지 방법으로 해결할 수 있다. 2-가 단계는 1000까지 수의 이해를 바탕으로 받아 내림이 있는 두 자리 수의 범위에서 덧셈과 뺄셈을 익숙하게 할 수 있다. 2-나 단계는 세 자리 수의 범위에서 덧셈과 뺄셈을 익숙하게 할 수 있다. 3-가 단계는 10000까지 수의 이해를 바탕으로 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다.

이러한 학습내용에 대한 덧셈과 뺄셈관련 단원의 '잘 공부했는지 알아보기'의 평가결과는 <표 3>과 같다.

< 표 3 > 덧셈과 뺄셈 단원의 평가 결과의 조사표

단원	참여 학생수	수업 시간수	문항의 수	곤란도	통과 곤란도①	①미만 문항수
1-가-4. 가르기와 모으기	31	5	2	98.4	100	1
1-가-5. 더하기와 빼기	29	8	5	91.7	80.0	0
1-나-3. 10을 가르기와 모으기	156	6	10	98.2	80.0	0
1-나-4. 10이 되는 더하기와 10에서 빼기	156	6	10	98.3	80.0	0
1-나-6. 더하기와 빼기(1)	93	10	12	93.0	83.3	1
1-나-7. 더하기와 빼기	93	9	14	93.8	85.7	4
2-가-2. 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈(1)	123	8	15	80.0	85.3	3
2-가-4. 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈(2)	122	10	21	84.3	76.2	4
2-나-2. 세 자리 수의 덧셈과 뺄셈(1)	159	7	16	94.3	75.0	0
2-나-4. 세 자리 수의 덧셈과 뺄셈(2)	159	11	24	87.3	75.0	5
3-가-2. 덧셈과 뺄셈	97	9	10	90.5	80.0	1
3-나-1. 덧셈과 뺄셈	194	8	8	85.1	75.0	0
합계	1,412	97	147	1,094.9	975.5	19
평균	117.7	8.1	12.3	91.2	81.3	1.6

※ '1-가-4.가르기와 모으기' 와 '1-나-3.10을 가르기와 모으기' 단원은 덧셈과 뺄셈의 준비단원으로 곤란도가 매우 높아 설명에서 제외함

<표 3>을 보면 덧셈과 뺄셈단원에 참여한 학생 수는 29~159(평균 118)명 이었고, 단원별 수업시간은 5~11(평균 8.1)시간이었다. 또 단원별 평가문항 수는 5~24(평균12.3) 문항으로 단원별로 차이가 커 적절한 문항 수의 조절도 필요하였다. 각 단원별 곤란도는 80.0~98.4(평균 91.2)%로 학생들은 대체적으로 학습내용을 잘 이해하고 있었다. 각 단원별 통과곤란도①)는 75~85.7(평균 81.3)%로 약간의 차이가 있었고, 단계가 높아짐에 따라 점차 낮아지고 있었다.

4) '통과곤란도'는 '잘 공부했는지 알아보기' 평가에 따라 '좀 더 알아보기'와 '다시 알아보기'의 선택기준이 되는 (정답문항의 수)÷(전체문항의 수)의 백분율임

이에 대한 각 단원별 평가에 대한 상세한 조사결과는 다음과 같다.

가. 1단계의 덧셈과 뺄셈

(1) ‘1-가-5. 더하기와 빼기’ 단원은 곤란도 91.7(통과곤란도 80)%로 학습내용의 대부분을 학생들이 쉽게 이해하였다. 이에 대해 지도교사들은 앞 단원인 ‘가르기와 모으기’에서 더하기와 빼기에 대한 배경지식의 영향도 있다고 보았다. 곤란도가 낮은 문항들은 문항에 제시된 숫자를 사용하지 않거나 덧셈식을 뺄셈식(뺄셈식을 덧셈식)으로 만들 때와 더하기와 빼기의 식을 읽거나 표현에 어려움을 보인다고 하였다. 2007개정 교육과정(교육과학기술부, 2009)에서는 앞 단원과 합하여 한 개의 단원 구성되었다.

(2) ‘1-나-4. 10이 되는 더하기와 10에서 빼기’ 단원은 곤란도 98.2(통과곤란도 80)%로 학생들은 학습내용을 잘 이해하였다. 이에 지도교사들은 앞 단원 ‘10을 가르기와 모으기’와 연계되어 영향을 받은 것으로 보고 앞 단원과 통합이나 수업시간의 축소를 바라고 있었다.

(3) ‘1-나-6. 더하기와 빼기(1)’ 단원은 곤란도 93.0(통과곤란도 83.3)%로 학생들은 학습내용을 잘 이해하고 있었다. 그러나 덧셈보다 뺄셈의 곤란도가 낮았고, 세 수의 혼합계산이나 두 자리수 계산에서 세로셈보다 가로셈을 더 어려워하였다. 이에 지도교사들은 세로셈은 자리값이 맞춰져 더 쉽게 해결하나 가로셈에서는 바깥쪽은 바깥쪽끼리 안쪽은 안쪽끼리 더하거나 빼는 경우도 있어 이에 대한 지도가 필요하다고 하였다.

(4) ‘1-나-7. 더하기와 빼기(2)’ 단원은 곤란도 93.8(통과곤란도 85.7)%로 학습내용을 잘 이해하고 있었다. 그러나 4개 문항(6번, 7번, 8번, 12번)이 통과곤란도보다 낮았는데 이에 지도교사들은 받아올림(내림)이 있는 계산을 어렵하다고 하였다. 구체적으로 아래 6번은 처음 받아 올림문제로 실수를 하였고, 7번과 8번은 받아내림에서 10에서 일의 자리만 빼거나 일의 자리 7에서 2를 빼는 경우가 있고, 12번은 세 수의 뺄셈에서 받아내림까지 있어 어려워하였다.

$$6. 6+7=\square$$

$$7. \begin{array}{r} 15 \\ - 8 \\ \hline \end{array}$$

$$8. \begin{array}{r} 12 \\ - 7 \\ \hline \end{array}$$

$$12. 16-8-5=\square$$

나. 2단계의 덧셈과 뺄셈

(1) ‘2-가-2. 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈(1)’ 단원은 곤란도 85.3(통과곤란도 80.0)%로 3개 문항(6번, 7번, 15번)을 어려워 하였다. 이에 대해 지도교사들은 학생들은 덧셈과 뺄셈에 대한 학습내용은 이해하나 받아올림(내림) 계산을 어려워하고 있다고 하였다. 또 덧셈보다 뺄셈과정에서 계산 오류가 많고, 받아내림을 잊거나 문장제를 많이 어렵하다고 하였다. 특히 아래 6번은 받아내림이 있는 뺄셈을 더하여 57로 답하거나, 7번은 덧셈과 뺄셈에 관한 새로운 문제로 어려워하였고, 15번은 연속 2번의 뺄셈에 받아내림까지 있어 어려워하였고, 가로셈은 많은 학생들이 암산으로 해결하고 있다고 하였다.

6. 48-9

7. 빈 칸에 알맞은 수를 써 넣으시오.



15. 복숭아를 43개 사 왔습니다. 어제 5개를 먹고, 오늘 9개를 먹었습니다.
복숭아는 몇 개 남았습니까?

(2) ‘2-가-4. 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈(2)’ 단원은 곤란도 84.3(통과곤란도 76.2)%로 어려운 문항은 4개 문항(17번, 18번, 20번, 21번) 이었다. 그러나 이 단원의 통과 곤란도가 다른 단원보다 너무 낮아 조정이 필요하였다. 또 지도교사들은 이 단원도 앞의 2단원과 연계되어 더 쉽게 이해하고 있지만 아직도 받아내림에서 어려움을 보인다고 하였다. 구체적으로 아래 17번과 18번의 계산을 모두 더하거나 계산을 바꾸는 경우가 있었고, 20번은 문장제를 잘못 이해하여 가장 적은 학년끼리의 차를 구하거나 각각의 학생 수를 구한 경우가 있었고, 21번은 계산의 실수나 모두 더한 경우가 있어 이에 대한 지도가 필요하다고 하였다.

17. 72-46-88

18. 94-27-48

20. 지은이네 학교에서는 한 달에 한 번씩 자연보호 활동을 합니다. 지난 3월 자연 보호 활동에 참여한 학생 수는 표와 같습니다. 물음에 답하시오.

1학년	2학년	3학년	4학년	5학년	6학년
75	78	79	83	86	85

1학년에서 6학년까지 가장 많이 참여한 학년과 가장 적게 참여한 학년의 학생 수의 차는 얼마입니까?

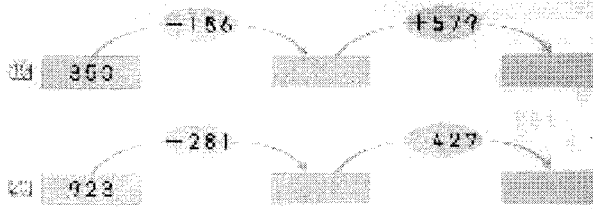
21. 빈 칸에 알맞은 수를 써 넣으시오.



(3) ‘2-나-2. 세 자리 수의 덧셈과 뺄셈(1)’ 단원은 곤란도 94.3(통과곤란도 75.3)%로 학생들은 학습내용을 잘 이해하였다. 이에 지도교사들은 2-가 단계에 비해 문장 독해력 향상되어 문장제의 문제해결력도 많이 향상되었다고 보았다.

(4) ‘2-나-4. 세 자리 수의 덧셈과 뺄셈(2)’ 단원은 곤란도 87.3(통과곤란도 75)%로 6개 문항(19번, 20번, 21번, 22번, 23번, 24번)을 어려워하였다. 이에 대하여 지도교사들은 학생들이 간단한 계산은 잘 하나 세 수의 혼합계산을 어려워하고 특히 올림(내림)과정에서 실수가 많고, 그 중에서 십의 자리가 0인 내림계산과 어렵에서 ‘약 몇 백쯤 된다.’는 이해하나 ‘몇 백 몇 십쯤 된다.’는 어렵하다고 하였다. 구체적으로 아래 19번, 20번, 21번, 23번은 연속 두 번의 받아내림(올림) 있는 계산에서 실수가 있고, 22번은 문제이해를 잘못하였고, 24번은 22번과 연계되어 영향을 받아 어렵게 생각하고 있다고 하였다.

※ 빈 칸에 알맞은 수를 써 넣으시오.



21. 우리 학교에는 남학생이 295명, 여학생이 283명 있습니다. 우리 학교의 학생은 모두 몇 명입니까?
 ※ 아버지와 사과를 235개, 창수는 183개 뺏습니다. 그 중에서 295개를 팔았습니다.
 22. 아버지와 창수가 딴 사과는 모두 몇 개입니까?
 23. 아버지는 창수보다 사과를 몇 개 더 뺏습니까?
 24. 팔고 남은 사과는 몇 개입니까?

다. 3단계의 덧셈과 뺄셈

(1) ‘3-가-2. 덧셈과 뺄셈’ 단원은 곤란도 90.5(통과곤란도 80.0)%로, 1개 문항(10번)을 어렵워 하였다. 이에 대하여 지도교사들은 많은 학생들이 덧셈과 뺄셈은 비교적 잘 해결하나 문장제를 어려워한다고 하였다. 곤란도가 가장 낮은 아래 10번은 100을 1의 자리까지 2번 받아 내림과정에서 가장 많은 오류를 보였다.

10. 철민이네 반에서는 빈 병을 300개 모으기로 하였습니다. 오늘까지 모은 빈병은 159개입니다. 앞으로 몇 개를 더 모아야 합니까?

(2) ‘3-나-1. 덧셈과 뺄셈’ 단원은 곤란도 85.1(통과곤란도 75)%로 높았고, 1개 문항(13번)이 낮게 나타났다. 이 결과에 대하여 지도교사들은 대부분의 학생들은 네 자리수의 덧셈과 뺄셈의 계산을 잘 이해하나 받아 올림(내림)과정과 혼합계산과정 그리고 문장제는 여전히 어려움을 보인다고 하였다. 이에 뺄셈과 혼합계산과 받아올림(내림)의 계산과정과 응용문제에서 식 세우기에 대한 지도가 필요하다고 하였다. 구체적으로 곤란도가 가장 낮은 아래 13번은 계산의 오류나 식 세우기에 대한 지도가 필요하다고 하였다.

13. 현정의 저금통장에는 8167원이 있습니다. 오늘 5500원을 찾아 학용품을 사고, 남은 돈 2570원을 다시 저금 하였습니다. 현정의 저금통장에는 돈이 얼마나 있습니까?

식 답 원

2. 곱셈 단원의 곤란도 조사

교육과정(교육부, 1999)에 1단계에서 3단계까지의 곱셈에 대한 단계별 목표는 다음과 같다. 2-가 단계는 곱셈의 개념 이해, 2-나 단계는 곱셈구구의 이해와 곱셈을 익숙하게 할 수 있다. 3-가 단계는 곱셈과 나눗셈 사이의 관계 이해, 3-나 단계는 곱셈을 할 수

있다는 것을 제시하였다.

이러한 학습내용에 따른 ‘잘 공부했는지 알아보기’의 평가결과의 조사 분석은 <표 4>와 같다.

< 표 4 > 곱셈 단원의 단원별 평가 결과 조사표

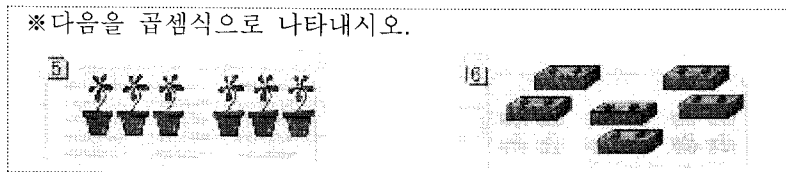
단원	참여 학생수	수업 시간수	문항수	곤란도	기준 곤란도①	①미만 문항수
2-가-8. 곱하기	142	8	6	83.5	83.3	2
2-나-1. 곱셈구구	157	13	12	95.4	83.3	2
3-가-6. 곱셈	97	9	13	91.6	84.6	1
3-나-2. 곱셈	195	6	11	87.0	63.6	0
합계	591	36	42	357.5	314.8	5
평균	147.8	9.0	10.5	89.4	78.7	1.3

<표 4>의 조사를 보면 학생들은 단원별 평균 148명씩 참여하고 3단계까지 모두 4개 단원과 36시간의 수업을 하고 있었다. 곱셈은 2-가 단계에서 처음 시작되고, ‘곱셈구구’ 단원에 가장 많은 시간을 배정하였다. 단원별 평가 문항의 수는 6~13(평균10.5)문항으로 많은 차이가 있고, 단원별 곤란도는 83.5%~95.5%(평균89.4%)로, 통과곤란도 63.6%~84.6%(78.7%)와 큰 차이가 있어 기준이 필요하였다.

각 단원별 구체적인 학습내용과 이에 따른 평가결과는 다음과 같다.

(1) ‘2-가-8. 곱하기’ 단원은 곤란도 83.5(통과곤란도 83.3)%였고, 2개 문항(5번과 6번)을 어려워하였다. 이에 대하여 지도교사들은 학생들이 곱셈은 동수누가라는 곱셈 원리는 잘 알고 곱셈이나 곱셈식으로 나타내는 것을 흥미 있게 생각하나, 계산과정의 오류나 단위 길이처럼 몇 배의 개념을 이해하지 못한 학생도 많다고 하였다. 구체적으로 아래 5번은 문제 해석과정에서 화분의 개수가 아니라 화분 속의 꽃잎의 수로 쓴 경우, 6번 문항은 벽돌의 개수가 아니라 벽돌속의 구멍의 개수를 구하는 학생도 있었다.

※ 다음을 곱셈식으로 나타내시오.



(2) ‘2-나-1. 곱셈구구’ 단원은 곤란도 95.4(통과곤란도 83.3)%로, 2개 문항(11번과 12번)을 어려워 하였다. 이에 대하여 지도교사들은 학생들은 곱셈구구는 잘 외우고 있으나 문장제를 곱셈식으로 나타내는 것을 어려워한다고 하였다. 구체적으로 아래 11번은 곱셈식을 활용하지 못하고, 9×9 나 $27 + 27 + 27$ 그리고 $(9 \times 9) - (3 \times 4)$ 라고 한 경우가 있었다. 또 12번은 덧셈으로 계산한 학생도 있어 다양한 문제해결능력과 곱셈구구 원리의 이해 지도가 필요하다고 하였다.

기초내용을 대부분이 잘 이해하고 있었다. 그러나 지도교사들은 곱셈과 나눗셈의 관계나 정확한 개념과 계산 원리에 대한 체계적인 지도와 응용문제에 대한 지도가 필요하다고 하였다.

(2) '3-나-4. 나눗셈' 단원은 곤란도 87.0(기준곤란도 73.76)%로 학생들은 학습내용을 잘 이해하였고, 1개 문항(15번)을 어려워 하였다. 이에 대하여 지도교사들은 학생들은 나눗셈의 계산 원리는 잘 이해하나 계산능력의 차이가 심하여 보다 많은 지도가 필요하다고 보았다. 또 단원평가의 문항 수나 평가시간에 조절이 필요하다고 보았다. 구체적으로 곤란도가 가장 낮은 아래 15번은 $70 \div 6$ 의 계산을 정확하게 하지 못한 경우가 있고 나머지와 제수와의 관계에 대한 이해도 부족한 것으로 나타났다.

15. 꽃 한 개를 만드는데 테이프가 6 cm 필요합니다. 색 테이프 70 cm로는 꽃을 몇 개 만들 수 있습니까?		
식	답	개

V. 결론 및 논의

1단계에서 3단계까지에서 수와 연산 영역은 26(55.3%)개 단원이고, 수업시간은 215(57.3%)시간으로 가장 많은 수업이 배정된 영역이었다. 이 중에서 연산은 18(69.2%)개 단원으로 수업시간은 151(70.2%)시간을 차지하여 1단계에서 3단계까지의 초등수학에서 사칙연산의 기초능력의 배양이 매우 중요함을 보여주었다.

이에 대한 덧셈과 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 각 연산별 단원평가결과는 다음과 같다.

첫째, 덧셈과 뺄셈은 18개 단원에 총96시간 수업으로 연산중에서도 가장 많은 시간을 차지하였다. 단원별 평균 문항 수는 12.3개 문항이었고, 단원별 통과곤란도는 75~85.7(평균 81.3)%로 차이가 있어 적절한 기준설정도 필요하였다. 단원의 곤란도는 평균 91.2%로 학생들은 교과서의 학습내용을 잘 이해하고 있었다.

구체적으로 1단계의 학습내용은 대부분 쉽게 이해하나 덧셈보다 뺄셈을 어려워 하였고, 세 수의 혼합계산과 가로셈 그리고 받아올림(내림) 있는 계산을 어려워하였다. 그러나 '1-가-5. 더하기와 빼기'와 '1-나-4. 10이 되는 더하기와 10에서 빼기' 단원은 앞 단원인 '가르기와 모으기'와 '10을 가르기와 모으기'와 연계되어 영향을 받고 있어 앞 단원과 통합이나 학습내용의 축소를 바라고 있었다. 2단계는 학습내용을 잘 이해하나, 받아올림(내림)과정에서 계산의 오류가 많고, 문장제를 많이 어려워하였다. 2단계의 4개 단원 중 3개 단원은 통과곤란도가 낮아 기준의 재고가 필요하였다. 3단계의 학습내용도 대부분 잘 이해하나 받아올림(내림)과정에서 실수와 혼합 계산이나 문장제에 대한 어려움은 여전히 많았다.

둘째, 곱셈은 2-가 단계에서 처음 시작되고, 4개 단원에 총36시간의 수업으로 '곱셈 구구' 단원이 13시간수업으로 가장 많았다. 단원별 문항의 수는 평균 10.5개였고 곤란도 89.4%와 통과곤란도 78.7%는 큰 차이가 있어 기준이 필요하였다.

구체적으로 대부분의 학생들은 곱셈은 동수누가라는 곱셈의 원리를 잘 이해하고 곱셈구구도 잘 외우고 있었다. 그러나 곱셈과제에 덧셈과 뺄셈의 오류영향을 받고 있으며 문장제를 곱셈식으로 나타내는 데 어려워하였다.

셋째, 나눗셈은 3-가 단계에서 처음 시작되고, 3단계에 2개 단원으로 모두 18시간의 수업시간을 배정하였다. 곤란도는 89.9%로 통과곤란도 74.2%보다 훨씬 높아 학생들이 학습내용을 잘 이해하나 '3-나-4. 나눗셈' 단원은 평가 문항 수의 조절이 필요하였다.

이와 같은 연구 결과에 대한 논의 사항으로 첫째, 교과서에 나타난 곤란도는 학습내용의 수준이나 양에 대한 기준은 학생들의 수준이 지역과 환경에 따른 합리적인 기준설정이 필요하다. 즉, 이제는 모든 학생들을 하나의 통일된 교과서로 지도하는 것보다는 각 학생들의 수준과 지역에 적합한 다양한 교과서 개발도 논의할 필요가 있다. 둘째, 각 단원평가마다 제시된 평가 문항 수에 대한 적절한 기준마련과 문항별의 곤란도의 깊이에 대한 기준을 마련하여 수준별 학습이 가능하도록 문항을 구성에 대한 논의가 필요하다.

참 고 문 헌

- 교육부 (1999). 초등학교 교육과정 해설(IV)-수학, 과학, 실과. 교육부. 2-99.
- 교육인적자원부 (2002a). 초등학교 교사용 지도서 수학 1-가, 나. 교육인적자원부.
- 교육인적자원부 (2002b). 초등학교 교사용 지도서 수학 2-가, 나. 교육인적자원부.
- 교육인적자원부 (2002c). 초등학교 교사용 지도서 수학 3-가, 나. 교육인적자원부.
- 교육인적자원부 (2004a). 수학의힘책 1-가, 나. 교육인적자원부.
- 교육인적자원부 (2004b). 수학의힘책 2-가, 나. 교육인적자원부.
- 교육인적자원부 (2004c). 수학의힘책 3-가, 나. 교육인적자원부.
- 교육과학기술부 (2009). 초등학교 교사용 지도서 수학 1. 교육인적자원부.
- 남억우 외7 (1991). 최신교육학대사전. 교육과학사.
- 서울교육대학교국정도서편찬위원회 (2007). 초등수학 교과용 도서의 새로운 변화. 초등수학 교과용 도서 집필진 세미나 자료집.
- 이대식·장수방 (2002). 수학학습부진아 및 학습장애아 교육관점에서 분석한 초등학교 저학년(1-3학년) 수학교과서 적합성. 특수교육연구, 9(1). 201-220.
- 이돈희 (2004). 교육내용의 적정화, 왜, 무엇을, 어떻게?. 한국교육과정평가원·한국교육과정학회. 교육내용 적정화의 탐색. 2004학년도 학술세미나 자료집.
- 임재훈 (2004). 수학과 교육내용 적정성 분석 및 평가. 한국교육과정평가원.
- 최승현 (2004). 수학과 교육과정 실태 분석 및 개선 방향연구. 한국교육과정평가원.

<Abstract>

A Degree of Difficulty in Operations Area in Elementary Mathematics

Ahn, Byoung-gon⁵⁾

This paper is about the basic skills of four operations in numbers and operations areas from step 1 to step 3 in elementary mathematics. Here are the results of the evaluation.

First, addition and subtraction take the largest time. The average difficulty rate in operations area is 91.2%. Most students understand the contents of textbook well. Specifically, students easily understand the step 1. However, subtraction has lower difficulty rate than addition. Also, three mixed computation, calculation in horizontal, and rounding(rounding down) are difficult areas for students. The contents of step 2 are fully understood. However, lots of mistakes are found in the process of rounding(rounding down), and sentence problems are thought as difficult.

Second, the multiplication is first starting in the step 2-Ga. The unit 'Multiplication 99' takes 13 hours, the longest. The difficulty rate in this unit is 89.4%, students understand well. However, students are influenced by addition and subtraction errors in the process of multiplication, and have difficulty in changing the sentence problem to multiplication expression.

Third, the division, which starts in step 3-Ga, has 89.9% of difficulty rate. Students well understand.

Result of this paper; most of students understand well four operations, but accurate concept, the relationship between multiplication and division, specific instructions in teaching principles of division calculation and sentence problems are in need. Setting the amount of the contents and difficulty rate in understanding are depends on every school's situation, so suggesting universal standard is really hard. However, studying more objects broadly and specific study will be helpful to suggest proper contents and effective teaching.

Keywords : degree of difficulty, numbers and operations areas, elementary mathematics instruction

논문접수: 2009. 3. 4

논문심사: 2009. 5. 1

게재확정: 2009. 5. 25