

시각과 시간에 대한 초등학생의 수학적 이해 분석¹⁾

남지현²⁾ · 장혜원³⁾

시각과 시간은 학교수학의 내용 요소 중 일상생활에 필수적인 수학적 개념이다. 본 연구는 초등학생들의 시각과 시간에 대한 수학적 이해 실태를 분석하고, 그 결과에 기초하여 시각과 시간에 대한 이해 신장을 위한 효과적인 수업 설계 및 교재 개발에 대한 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다. 구체적으로 초등학교 1~5학년 각 1개 학급 학생 약 130명을 대상으로 시각 인식 및 시간 계산 수행 검사지를 적용하고, 그 결과를 토대로 하여 연구 대상의 수학적 이해 정도를 분석하였다. 분석 결과, 학생들의 시각 인식 능력은 높았으며, 학교수학에서 몇 시 몇 분의 학습이 완료되는 2학년 시기에 완성됨을 알 수 있었다. 시간 계산은 학년에 따라 차이가 있고, 시각과 시간 학습이 완료되는 시기인 3학년 이상의 학생들도 어려움을 겪는 문항이 있음이 확인되었다. 분석 결과에 기초한 논의로부터 시각과 시간의 수학적 이해 제고를 위한 교수학적 시사점을 제안하였다.

주제어: 시각, 시간, 시각 인식, 시간 계산

I. 서 론

초등학교 수학에서 측정 영역은 수학과 실생활과의 연결성을 잘 드러내며 학생들에게 수학의 유용성을 경험하게 하는 역할이 두드러진다. NCTM(2000)에서도 측정의 중요성을 언급하고 있다. 측정을 학습하는 것은 유치원 이전부터 12학년까지의 수학과 교육과정에서 매우 중요하며, 이는 일상생활에서 측정의 실용성이 광범위하게 퍼져있기 때문이라고 하였다. 초등학교 수학의 측정 영역에서 다루어지는 속성에는 길이, 무게, 들이, 각도, 넓이, 부피 등과 더불어 우리 눈에 보이거나 만져지지 않는 시각과 시간이 있다. 시각과 시간은 일상생활과 밀접하게 관련되어 있기 때문에 학생들은 초등학교에 입학하기 이전에 이와 관련한 경험이 매우 풍부하고, 시계라는 측정도구에 익숙하다. 이러한 이유로 시각과 시간을 생활 지식으로 간주할 수 있지만, 시계를 보고 읽는 것이나 시간을 계산하는 것은 수학적 이해와 능력을 요구한다는 의미에서 수학적 활동이다(Burny, 2012).

2009 개정 교육과정에 따른 수학 교과서(교육부, 2014a, 2014b, 2014c)에는 1학년에서 3학년까지 총 3개의 시각과 시간 단원이 구성되어 있다. 1학년에서는 몇 시, 몇 시 30분의

1) 이 논문은 남지현(2016)의 석사학위논문 중 일부를 재구성한 것임.

2) 서울신내초등학교(제1저자)

3) 서울교육대학교(교신저자)

간단한 시각을 읽고, 모형시계에 나타내는 것을 학습한다. 2학년에서는 시각과 시간 관련 내용이 타 학년에 비해 가장 많다. 1분 단위의 시각 읽기 및 시간 단위 사이의 관계, 몇 시 몇 분과 몇 시 몇 분 전 등의 시각, 시간과 주일, 개월, 년 등의 단위 사이의 관계를 학습한다. 3학년에서는 1초 단위의 시계 읽기 및 시간의 덧셈과 뺄셈을 학습함으로써 시각과 시간의 학습이 완료된다. 우리나라의 시각 지도의 특성으로, 시각의 여러 형태를 순차적으로 지도하고 있으나 고정된 시각의 형태로 제시하여 시간의 흐름이 배제된다는 문제점이 제시되기도 한다. 예를 들어, 조영미·임선혜(2010)는 시계 읽기 지도 시 시간의 흐름을 강조하는 싱가포르, 일본과는 달리 우리나라 교과서에서는 시계 읽기를 시각의 관점에서 지도하고 있어, 시간의 흐름을 알지 못하는 학생들은 시각을 정확히 읽는 데 어려움을 겪을 수 있다고 하였다.

시각과 시간 영역은 다른 측정영역과는 다른 독특한 특성을 지니고 있다. 길이나 무게는 측정할 때 측정도구인 자나 저울에 있는 숫자를 그대로 읽으면 되지만 시각을 측정하는 시계를 읽을 때에는 다른 과정이 필요하다. 시계의 숫자 1은 시침이 가리키면 1시로 읽지만, 분침이 가리키면 5분으로 읽어야 한다. 시침이 1과 2사이에 있을 때 1시 몇 분이라고 읽지만 분침이 1과 2사이에 있으면 7분 또는 8분 등 1과 2사이에 있는 작은 눈금에 따라 읽어야 한다. 즉 시계 표면의 숫자 그대로 읽어서는 측정값을 바르게 나타낼 수 없다. 더불어 길이, 무게, 들이 등의 측정값은 우리에게 친숙한 십진체계를 따르지만, 시각과 시간 영역에서는 12진법, 60진법 심지어 24진법의 원리가 응용되어 있다. 또한 자, 저울, 비커에는 모두 눈금 0이 있지만 아날로그시계에는 0이 존재하지 않고, 디지털시계에서의 0은 저울과 자의 0과는 다른 의미를 지닌다. 이는 아직 수 감각이 미흡한 초등학교 저학년에게는 매우 어려운 개념과 원리이다. 또한, 일반적인 측정의 지도 순서인 직관적 비교, 직접비교, 간접비교, 임의 단위 측정, 표준 단위 측정 등의 절차도 시각과 시간의 경우에는 부적합하다. 직접 비교가 거의 불가능하고 임의 단위를 도입하는 것도 어려우므로, 곧바로 측정 활동에서 학습이 시작된다. 이러한 시각과 시간 영역만의 특성은 학생들에게 친숙한 속성임에도 불구하고 학교수학에서의 학습을 어렵게 하는 요인이 되며, 교사도 학생들의 어려움을 극복하게 하는 방법을 찾지 못하는 실정이다(Monroe, Orme, & Erickson, 2002).

이러한 시각과 시간 학습의 어려움에도 불구하고 관련 연구는 다른 측정 영역에 비해 상당히 미흡하다. 국외에서는 Piaget(1969)의 「The Child's Conception of Time」을 기반으로 하여, 시각과 시간에 관한 심리적인 측면과 학습적인 측면의 다양하고 폭넓은 주제의 연구가 이루어져 왔다(Boulton-Lewis, Wilss, & Mutch, 1997; Burny, 2012; Friedman, 1978; McMillen & Hernandez, 2008; Kamii & Russell, 2012). 그러나 국내의 시각과 시간에 관한 연구는 측정의 포괄적 연구 안에 포함되는 경향이 있어왔다. 시각과 시간 영역에 관한 국내의 연구는 주로 유아와 초등학교 저학년의 시간개념을 알아보기 위한 연구가 있고(박덕승, 1984; 조연순, 1986; 김진영, 2004), 초등 수학 교과서와 관련하여 조영미·임선혜(2010)의 우리나라, 일본, 싱가포르와의 교과서 비교 연구 정도가 발견된다. 영어권 국가와 우리나라는 문화 및 언어적 차이가 존재하기 때문에 국외의 연구결과를 우리나라 교육 현실에 그대로 적용할 수 없다. 우리나라 학생들의 시각과 시간에 대한 학생들의 이해 실태 분석 및 시각과 시간의 교수학습 방법에 대한 연구가 필요한 것이다. 이에 본 연구는 우리나라 초등학생들을 대상으로 시각과 시간에 대한 수학적 이해를 분석하여 시각과 시간 지도에 관한 교육적 시사점을 얻는 것을 목적으로 한다.

II. 시각과 시간 학습에 대한 이론적 고찰

1. 시각과 시간 학습의 어려움

시각과 시간을 가르치고 학습하는 교사와 학생은 많은 어려움을 느끼지만 이러한 어려움을 해결하기 위한 방법을 찾지 못하고 있는 실정이다(Monroe et al., 2002). 선행 연구에 기초할 때, 학생들의 시간과 시각 학습시 어려움의 요인은 다음과 같다.

시간은 매우 복잡하고 추상적인 개념이다(Williams, 2004). 길이는 물건을 보고, 무게는 물건을 들어보고 잴 수 있는 속성이지만 시간은 듣거나 만지거나 볼 수 없으며, 시계라는 도구를 통해서만 인식 가능하다. 시간이라는 연속체는 시와 분으로 분리되고, 연속적인 구간을 숫자인 1~12, 1~60으로 표현하는 것이다(Siegler & McGilly, 1989). 이를 나타내기 위해 시계에는 두 개의 바늘이 있고 두 바늘이 하는 역할에 차이가 있음을 인식해야 한다. 두 바늘 모두 같은 방향으로 움직이지만, 둘의 속도는 다르며 각각이 가리키는 숫자를 읽는 방법도 다르다. 이러한 시간만의 특이성은 학생들에게 매우 어렵고 혼란스러운 개념을 야기한다. 더불어 십진법의 수체계에 익숙한 학생들은 1시간에 100분이 아닌 60분이 있다는 사실도 이해하기 어렵다.

Long & Kamii(2001) 또한 시간을 측정하는 것이 길이를 측정하는 것에 비해 매우 어려운 활동임을 밝혔다. 시간을 측정하기 위해서는 논리-수학적 지식의 구성이 바탕이 되기 때문이다. 시간을 측정하기 위해서는 반드시 시간 측정 도구인 시계가 일정한 속도로 움직인다는 속도의 보존 개념을 이해해야 한다. 전조작기 및 구체적 조작기 단계의 아동이 이러한 개념을 이해하기는 매우 어렵다.

Burny, Valcke & Desoete(2011)에 따르면 몇 시, 몇 시 30분을 읽을 때에는 주로 개념적 지식만 필요하나, 5분 단위, 1분 단위의 시계를 읽을 때에는 좀 더 정교한 개념적 지식과 절차적 지식의 조합이 필요하다. 예를 들어 긴 바늘이 4를 가리키면 4가 20분을 의미한다는 개념을 장기 기억으로부터 인출하거나(개념적 지식), 5씩 뛰어 세기를 통하여 4가 20분이라는 것을 알아낼 수 있어야 한다(절차적 지식). 후자의 경우 더 높은 작동기억부하를 요구하기 때문에 좀 더 복잡한 수학적 활동이라고 할 수 있다.

또 다른 어려움은 시각과 시간을 표현하기 위한 특정 언어 형식을 익혀야 하는 것이다. 영어권의 경우 시각을 표현하는 방식이 매우 다양하다. 이를 크게 절대적 표현과 상대적 표현으로 나눌 수 있는데, 5:30을 'five thirty' 라고 읽는 것은 절대적 표현에, 'half past five' 라고 읽는 것은 상대적 표현에 해당한다. 전자는 디지털시계 형식으로 읽는 방법이기도 하다. 영어권에 비해 우리나라의 시각을 읽는 방법은 '다섯 시 삼십분(반)' 과 같이 시를 먼저, 분을 나중에 읽어 비교적 단순하다. 다만 시 부분은 한 시, 두 시와 같이 우리말로, 분 부분은 일 분, 이 분과 같이 한자어로 읽는다는 관습이 있다.

이와 더불어 우리나라의 경우 시각과 시간을 나타내는 언어가 같아 학생들에게 혼란을 줄 수 있다. '5분'의 경우 '3시 5분'의 분 부분을 나타내는 용어일 수 있지만, '5분 동안 양치질을 하였다.'처럼 시간을 나타내는 용어도 될 수 있다. '시'와 '시간'은 비교적 명확히 구분되나 '분'과 '초'의 경우 맥락에 따라 시각을 나타내거나 시간을 나타내기 때문에, 시각과 시각의 개념이 불분명한 저학년 학생들에게는 학습의 어려움으로 경험 가능하다. 따라서 교육적 맥락에서 시각과 시간의 언어적 장애를 극복할 수 있는 다양한 방법을 강구해야 할 필요가 있다(Korvorst et al., 2007).

2. 시각 인식

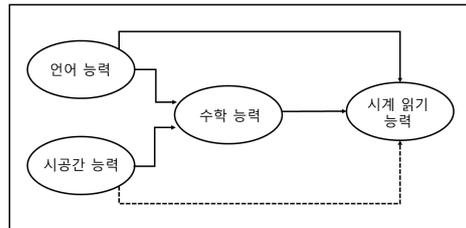
시각 인식이란 시계 읽기를 의미하며, 아동의 시간 개념 발달에 관한 연구 중 가장 많은 주제가 이에 관한 것이다. 시계 읽기는 어떠한 인지 능력을 기반으로 하는지, 학생들이 연령에 따라 시계 읽기 능력의 발달 단계 및 시계 읽기에서 보이는 오류에 관한 연구가 있다.

시계에 관한 완전한 이해는 논리적 시간 이해를 전제로 한다. 즉 동일하지 않은 속도를 조정하는 능력이 있어야만 시계를 완전히 이해할 수 있는 것이다. 시계가 한 바퀴 움직이는 거리는 고정되어 있고, 빠르게 움직이는 바늘이 더 짧은 시간 안에 한 바퀴를 움직인다. 이와 같은 분침과 시침 사이의 고정된 관계는 지각될 수 있는 것이 아니라, 개념화되어야 하는 것이다(Friedman, 1978). 이렇듯 시계에는 논리적 시간 개념을 포함하고 있기 때문에, 시계를 이해할 수 있는 단계는 구체적 조작기인 8세 경이다(Piaget, 1969).

Burny et al.(2009)은 시계 읽기 능력에 영향을 미치는 세 가지 요소를 수학 능력, 언어 능력, 시공간 능력이라고 하였다. 이 중 수학 능력이 시계 읽기와 가장 직접적이고 강력한 관련성을 갖고 있으며, 수에 대한 지식 및 절차적 지식이 아날로그시계와 디지털시계를 읽는 데 필요하다고 하였다. 수학 능력은 시계 읽기뿐만 아니라 달력 읽기, 시간 계산, 시간 관련 문장제 해결에 바탕이 된다고 하였다.

언어 능력 또한 시계 읽기와 직접적 관련이 있다(Burny, 2012; Korvost et al., 2007). 언어 능력이 높은 아동일수록 시계 읽기 형식을 빨리 습득하기 때문이다. 그러나 언어적으로 완성 단계를 보이는 4학년 이상의 아동에게는 그 영향이 미비하다고 하였다.

시공간 능력은 시계 읽기 능력에 직·간접적 영향을 준다고 하였다. 시공간적 능력이 부족한 학생이 시계 읽기를 습득하는 데 어려움을 겪었기 때문이다. 수학적 능력, 언어적 능력, 시공간적 능력이 시계 읽기 능력에 미치는 영향을 도식화 하면 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 시계 읽기 능력에 영향을 미치는 요인(Burny, 2012, p.45)

한편 시계 읽기 능력의 발달에 대한 연구에 따르면 시계 읽기 능력은 6세에 ‘몇 시’ (hours), 7세에 ‘몇 시 30분’ (half hour), 8-9세에 ‘몇 시 15-45분’ (quarter)과 ‘몇 시 5분s’ (five munite), 10세에 ‘몇 시 1분s’ (one minute)을 읽는 능력이 발달한다 (Boulton-Lewis, et al., 1997; Case, 1992; Friedman & Laycock, 1989; Siegler & McGilly, 1989).

Friedman & Laycock(1989)은 1~5학년을 대상으로 한 연구에서, X:00, X:30, X:43이 나타난 아날로그시계와 디지털시계 읽기에서, 디지털시계 읽기는 1학년에서 비교적 정확하며 2학년이 되면 완성된다고 하였다. 아날로그시계 읽기 문항 중 X:00은 1학년 학생도 정확히 읽고, X:30은 2학년 학생들은 비교적 정확히 읽으며, X:43은 3학년이 되어야 정확히 읽

을 수 있어 가장 어려운 문항임을 밝혔다.

Boulton-Lewis et al.(1997)는 1~6학년을 대상으로 아날로그시계와 디지털시계의 몇 시, 몇 시 30분, 몇 시 15·45분, 몇 시 5분s, 몇 시 1분s를 읽고 시계에 기록하는 능력을 다루었다. 모든 학년에서 디지털시계 읽기 능력이 아날로그시계 읽기 능력보다 뛰어나며, 아직 시계를 학교에서 배우지 않는 1학년 학생들도 몇 시는 비교적 정확히 읽을 수 있었다. Case(1992)에서 5~7세 아동은 정각의 시각을 확인하고 비교할 수 있다는 결과와 일치한다. 아날로그시계에서 1분 단위의 시계 읽기는 3학년 학생들에게도 여전히 어려움으로 남아 있었으며, 4~6학년 학생들도 개인에 따라 어려움을 겪는 경우가 있었다. 시각 기록도 시각 읽기와 유사한 결과를 보였다. 특히 ‘몇 시 1분s’ 를 아날로그시계에 기록할 때 시침의 위치를 잘못 그리는 오류가 다수였고, 디지털시계에서는 분 부분의 십의 자리에 0이 있을 때 이것의 의미와 기능을 알지 못하는 오류가 있었다.

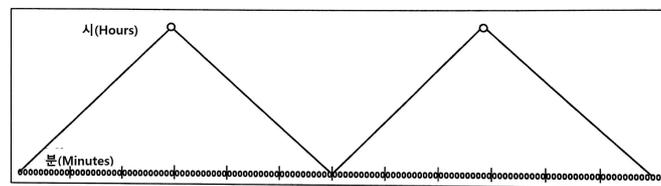
Siegler & McGilly(1989)는 2학년, 3학년 학생을 대상으로 다양한 형태의 아날로그시계 읽기 능력을 연구한 결과, 몇 시, 몇 시 30분, 몇 시 5분s, 몇 시 1분s의 순으로 정답률이 낮아지고 반응 시간이 길어진다는 것을 보였다.

이상의 선행 연구 결과에 따르면, 시계 읽기를 배울 인지적 준비가 되는 시기는 논리적 시간 개념을 획득한 8세 전후의 구체적 조작기이며, 수학, 언어, 시공간 능력이 시계 읽기 능력에 영향 미침을 알 수 있다. 디지털시계 읽기는 시각의 형태와 상관없이 1학년 학생들도 정확히 읽을 수 있는 반면, 아날로그시계는 디지털시계에 비해 어렵고 몇 시, 몇 시 30분, 몇 시 5분s, 몇 시 1분s의 순으로 발달하는 것으로 정리된다. 또한 아날로그시계의 1분 단위까지 정교하게 읽는 능력은 3학년 시기에 완성된다는 것을 알 수 있다.

3. 시간 계산

시계 읽기에 대한 연구가 다수인 것에 반해 시간 계산에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. Kamii & Russell(2012)은 학생들의 시간 계산 능력 및 문항의 난도, 시간 계산에서 보이는 오류를 질적 분석하였다. 우리나라에서는 학생들의 측정영역에서 학생들의 학업성취도를 조사하는 연구의 일부로 시간 계산이 포함되어 있다(김주현, 2010; 송미정, 2004).

Kamii & Russell(2012)은 Piaget의 이론을 바탕으로 2~5학년 학생들의 시간 계산 능력을 알아보았다. Piaget가 제시한 세 가지 종류의 지식(물리적 지식, 논리-수학적 지식, 사회-관습적 지식) 중 시간과 관련 있는 지식은 논리-수학적 지식과 사회-관습적 지식이라고 하였다. 1시간은 60분, 하루는 24시간으로 이루어져 있다는 것은 사회-관습적 지식이고, 여러 시간 단위에 대한 이해는 논리-수학적 지식인 것이다.



[그림 2] 시간 단위의 위계적 수준(Kamii & Russell, 2012, p.299)

시간 단위에는 위계적 수준이 존재하고 [그림 2]와 같이 상위 수준에는 시간이 하위 수준에는 분이 있다. 예를 들어 8:30과 11:00 사이의 시간을 구한다면, 학생들은 8이라는 상

위 수준의 수와 30이라는 하위 수준의 수를 이해해야 한다. 또한 1시간은 60분이라는 사회-관습적 지식과 더불어, 시간과 분을 조정하는 논리-수학적 지식이 필요하다. 학생들은 이러한 위계적 단위를 조정하는 능력이 부족하기 때문에 시간 계산에 어려움을 느낀다는 것이다. 실제 연구에서 시간 단위의 위계적 수준에 대한 이해의 부족으로 8:30과 11:00 사이의 시간을 3시간 30분으로 답한 학생의 비율이 모든 학년에서 30% 이상이라는 결과로부터, 시간 계산은 6학년 학생들에게도 어려움으로 남아 있는 부분이라고 하였다. 이에 대한 해결을 위해 Kamii & Russell(2012) 논리-수학적 관계를 스스로 구성할 수 있도록 학생들의 일상생활과 관련 있는 다양한 상황을 제시하고 교사의 개입의 최소화하는 것이 바람직하다고 하였다.

한편 국내의 시간 계산 관련 연구로, 김주현(2010)은 4~6학년의 일반 학생과 수학부진학생을 대상으로 8가지 측정 속성(길이, 부피, 시각과 시간, 각도, 무게, 넓이, 들이, 근삿값)의 성취도를 비교하였는데, 일반 학생과 수학 부진 학생, 두 집단 모두 시각과 시간 영역에서 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 특히 시각과 시간의 여러 요소 중 분, 초 단위의 시간 계산을 어려워하는 것으로 나타났다. 송미정(2004) 역시 3~6학년 학생을 대상으로 측정 영역의 학업성취도를 조사한 결과, 시계 읽기는 높은 성취를 보이는 반면, 시간 단위 환산과 시간 계산에 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 학생들이 가장 많이 보이는 오류는 1시간=100분, 1분=100초이다.

이상의 선행 연구에 따르면, 시간 계산은 시계 읽기보다 학생들에게 더 어려운 부분이며, 이러한 어려움은 시간 단위의 위계적 수준에 대한 이해 부족에 기인함을 알 수 있다. 그러나 위 연구는 외국의 사례이거나 시간 계산의 극히 일부만을 다루고 있어 우리나라 학생들의 이해 정도를 유추해내기 어렵다. 이에 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 문항을 좀 더 구체화하여 우리나라 학생들의 이해 정도 및 오류를 분석하여, 시간 지도를 위한 교수학적 시사점을 제안하고자 한다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 서울특별시의 동부교육청 관내 소재하는 S초등학교에서 1~5학년의 각 1개 반(24~30명)씩 총 5개 반 학생 약 130명⁴⁾을 선정하여 연구 대상으로 하였다. 연구 시기상 본 연구의 대상 중 1학년 학생들은 몇 시, 몇 시 30분까지 배웠고, 2학년 학생들은 몇 시 몇 분, 1시간은 60분, 시각과 시각 사이의 시간 구하기 및 하루는 24시간, 달력을 학습하였다. 3학년 학생들은 초 단위까지의 시각 읽기 및 여러 형태의 시간의 덧셈과 뺄셈을 배우고, 초 단위 시간에 대한 양감도 학습하며 일반적으로 시각과 시간에 대한 형식적 학습이 완료되는 시기에 있다. 4~5학년 학생들은 수학교과에서 시각과 시간을 활용한 문장제를 해결하고, 과학 교과에서 물질 반응 시간을 측정하는 활동을 하거나 속력을 구하는 단원에서 시간을 활용한다.

4) 검사가 3일에 걸쳐 이루어졌기 때문에 학생 결석으로 인해 연구 대상 학생 수가 검사 문항에 따라 132명 또는 136명이었다.

2. 검사 도구

본 연구에서는 학생들의 시각과 시간에 대한 수학적 이해를 알아보고자 2009 개정 교육 과정에 따른 수학 교과서(교육부, 2014a, 2014b, 2014c)와 선행연구(Friedman & Laycock, 1989; Boulton-Lewis et al., 1997; Kamii & Russell, 2012)를 참고하여 검사 도구를 개발하였다. 검사 도구의 타당도를 높이기 위하여 수학 교육 전문가 집단(교수 1명, 초등수학전공 대학원생 5명)과 함께 문항을 검토, 수정하였다. 본 연구에 참여하지 않는 초등학교 1~5학년 30명을 대상으로 한 예비 검사 결과에 기초하여 문제를 수정·보완하였다.

<표 1> 검사 도구의 내용 요소 및 검사 방법

영역	내용 요소	검사 방법
시각 인식	아날로그시계와 디지털시계의 시각 읽기	면담
	시각을 듣고 아날로그시계와 디지털시계에 시각 기록하기	
시간 계산	아날로그시계와 디지털시계를 보고 (시각)+(시간) 계산하기	검사지
	문장제를 읽고 (시각)-(시각) 계산하기	

3. 자료 수집 및 분석 방법

본 연구에서는 초등학교 학생들의 시간에 대한 수학적 이해를 분석하기 위해 2015년 12월 수업 시간에 검사를 실시하였다. 시계 읽기 영역은 일대일의 구조화된 면담을 약 4~5분 간 실시하여 면담 내용을 녹음, 전사하였다. 나머지 영역은 연구자의 감독 아래 학생들이 직접 검사지에 기술하였다. 검사지를 통해 이루어진 검사는 학년에 따라 80~100분에 걸쳐 실시하였고, 검사는 모두 수업 시간 중 이루어졌다.

수집된 학생들 반응을 정답과 오답으로 구분하여 정답은 1, 오답은 0으로 코딩 후 엑셀 프로그램을 활용하여 빈도 분석하였다. 그리고 학년에 따른 차이를 보기 위해 일원분산분석(one way ANOVA) 및 다중 비교 분석(Sheffe's test)을 실시하였다.

시각 인식 및 시간 계산의 일부 문항에서 학생들이 보이는 공통적 오류가 발견되어 이를 좀 더 자세히 살펴보았다.

IV. 연구 결과

1. 시각 인식

가. 시계 읽기

시계 읽기 검사는 아날로그시계와 디지털시계에 나타난 각 시각을 읽는 것으로, 문항별 학년에 따른 점수 분포 및 분산 분석 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> 시계 읽기 문항의 점수 분포 및 분산 분석 결과 명(%)

시계 종류	문항	학년					합계 (N=136)	F
		1 (N=26)	2 (N=30)	3 (N=26)	4 (N=27)	5 (N=27)		
아날로그 시계	4:00	26 (100)	30 (100)	26 (100)	26 (96.30)	27 (100)	135 (99.26)	1.010
	4:30	26 (100)	30 (100)	25 (96.15)	26 (96.30)	27 (100)	134 (98.53)	0.784
	4:15	15 (57.69)	28 (93.33)	25 (96.15)	26 (96.30)	27 (100)	121 (88.97)	10.365***
	4:45	10 (38.46)	28 (93.33)	25 (96.15)	26 (96.30)	27 (100)	116 (85.29)	23.427***
	4:08	6 (23.08)	22 (73.33)	20 (76.92)	26 (96.30)	26 (96.30)	100 (73.53)	18.175***
	4:37	7 (26.92)	24 (80)	23 (88.46)	26 (96.30)	26 (96.30)	106 (77.94)	20.080***
디지털 시계	8:00	26 (100)	30 (100)	26 (100)	27 (100)	27 (100)	136 (100)	-
	8:30	26 (100)	30 (100)	26 (100)	27 (100)	27 (100)	136 (100)	-
	8:15	26 (100)	30 (100)	26 (100)	27 (100)	27 (100)	136 (100)	-
	8:45	25 (96.15)	30 (100)	26 (100)	27 (100)	27 (100)	135 (99.26)	1.060
	8:08	21 (80.77)	30 (100)	24 (92.31)	27 (100)	27 (100)	129 (94.85)	4.202**
	8:37	26 (100)	30 (100)	26 (100)	27 (100)	27 (100)	136 (100)	-

** p < 0.01, *** p < 0.001

시계 읽기 정답률 결과, 동일 시각인 경우 디지털시계 문항이 아날로그시계 문항보다 높았다. 디지털시계 문항의 정답률은 1학년이 어려워 한 8:08을 제외하고는 거의 100%에 가까워 디지털시계 읽기 능력은 완성되어 있다고 할 수 있다.

아날로그시계의 4:00, 4:30은 1학년 학생의 경우 이미 학습하였기 때문에 100%의 정답률을 보인 반면 4:15, 4:45은 57.69%, 38.46%가 읽을 수 있었다. 이는 1학년 학생 일부는 5분 단위 시각 읽기에 대한 비형식적 지식을 갖고 있거나, 가정에서 선행 학습을 통해 인지하고 있는 것으로 보인다. 2학년에서는 4:15, 4:45 두 문항 모두 93.33%의 정답률을 보여 학습 후 5분 단위의 시각 읽기 능력이 크게 발달하였음을 알 수 있다. 3, 4학년에서는 아날로그시계 읽기에 어려움을 보인 학생 1명을 제외하고는 모두 정답을 하였다.

아날로그시계의 4:08, 4:37은 1학년에서 각각의 정답률이 23.08%, 26.92%로 매우 낮았다. 2학년부터는 70%이상의 정답률을 보였는데, 이것은 2학년에서 아날로그시계의 시각 읽기가 완성되기 때문이다. 그리고 두 문항의 정답률이 2학년 73.33%와 80%, 3학년 76.92%와 88.46%, 4학년 96.30%와 96.30%, 5학년 96.30%와 96.30%로 최초 학습 후 학년이 올라감에

따라 점점 높아졌다. 이는 학년이 올라감에 따라 인지적 발달과 더불어 시각 읽기 경험이 많아지기 때문에 정교한 시각 읽기 능력이 향상된 것으로 볼 수 있다.

아날로그시계의 4:08, 4:37에서 1학년은 이에 관해 미학습 상태였으므로 모든 오답의 이유가 모름인 것에 비해 2, 3학년 학생들은 여러 오답 반응을 보였다. 가장 빈번한 오류는 시는 바르게 읽고 분을 틀리게 읽은 경우(4시 3분, 4시 32분 등)였다. 아날로그시계의 몇 시 1분s 형태의 시각을 읽는 과정 중 몇 분을 정확히 인식하는 것은 랜드마크의 이해(긴 바늘이 7을 가리키면 35분) 및 절차적 지식(5, 10, ..., 30, 35분)의 요구로 인해 학생들에게는 어려운 부분임을 알 수 있었다.

디지털시계의 8:08의 정답률이 다른 디지털시계의 시각에 비해 낮았다. 1학년 중 5명이 8:08을 8시로 잘못 읽는 오류를 보였기 때문이다. 디지털시계의 분 부분이 08로 나타나 있어 학생들이 십의 자리의 0을 보고 정각인 8:00의 형태와 혼동하여 8시로 답하였다. Friedman & Laycock(1989)에서도 저학년 학생들에게 같은 오류가 나타났다. 이것은 1학년 학생들이 아직 1분단위에 대해 정확히 배우지 않았으며, 자리지기 0의 의미와 기능에 대해 인지하지 못하기 때문이다.

<표 2>에서 보는 바와 같이 아날로그시계의 4:15, 4:45, 4:08, 4:37 문항과 디지털시계의 8:08 문항의 시각 읽기 능력은 학년에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 유의한 차이를 보이는 문항을 다중 비교를 통해 학년 간 차이를 보았을 때, 1학년과 나머지 학년이 통계적으로 유의한 차이가 있고, 2~5학년 간의 유의한 차이는 없었다. 이를 통해 모든 유형의 시각 읽기를 배우는 2학년 때 시각 읽기 능력이 완성된다고 할 수 있다.

나. 시각 기록하기

시각 기록하기 문항은 연구자가 불러 준 시각을 학생들이 듣고, 검사지의 빈 아날로그시계에 시침과 분침을 그려 넣고 빈 디지털시계에 숫자를 기록하는 것이다. 아날로그시계에 시각 기록하기 검사 시 시침과 분침의 길이가 차이 나도록 그릴 것을 안내하였으나, 시겟바늘의 길이가 비슷한 경우 학생의 전체 문항을 참조하여 시각을 정확하게 인식하고 있다고 판단되면 정답 처리하였다. 디지털시계의 3시 경우 콜론 왼쪽에 3, 콜론 오른쪽에 00을 쓰는 것이 정답이나 콜론 오른쪽에 0만 쓴 경우 정답 처리 하였다. 시각 기록하기 영역의 세부 문항의 학년별 점수 분포 및 분산 분석 결과는 <표 3>과 같다.

시각 기록하기의 전반적 정답률 역시 동일 시각의 경우 디지털시계 문항이 아날로그시계 문항보다 높았다. 특히 몇 시 5분s, 몇 시 1분s의 시각 기록하기 문항의 정답률에서 큰 차이를 보였고, 1학년에서 차이가 크게 나타났다.

아날로그시계의 2시와 4시 30분은 모든 학년에서 매우 높은 정답률을 보였다. 1학년 학생들도 몇 시와 몇 시 30분의 시각을 시계를 보고 읽는 것뿐만 아니라 시계에도 잘 나타내었다. 이는 우리나라 교과서에서 제시하고 있는 모형시계의 조작을 통해 학생들이 시침과 분침의 위치를 잘 이해하고 있는 것으로 보인다.

아날로그시계의 8시 15분과 1시 45분 문항은 2학년 이상의 학생들은 90%이상의 정답률을 나타내어 그 능력이 잘 형성되어 있다고 볼 수 있다. 1학년의 약 50% 학생 역시 정답을 하는 것으로 볼 때, 형식적으로 배우지 않았지만 생활 경험을 통한 비형식적 지식 및 선행 지식을 지닌 것으로 파악된다.

아날로그시계의 10시 7분과 6시 43분 문항은 정답률이 80.30%, 74.24%로 비교적 낮은 정답률을 보였다. 특히 10시 7분 문항은 4학년이 85.19%의 정답률로 90%가 되지 않았다.

6시 43분은 2, 3학년이 약 80%의 정답률을 보였고, 4, 5학년은 90% 이상의 정답률을 보였다. 시각 읽기와 마찬가지로 학년이 올라감에 따라 성숙 및 경험의 영향으로 시각 인식 능력이 높아지는 것으로 해석된다.

아날로그시계의 시각 기록하기에서 가장 낮은 정답률을 보인 문항은 3시 10분 전, 즉 2시 50분을 시계에 나타내는 것이었다. 아직 배우지 않은 1학년을 제외하면, 2학년에서 73.33%로 가장 높고 4학년 70.37%, 3학년 66.67%, 5학년 58.33%로 학년이 올라갈수록 더 낮은 정답률을 보였다. 2학년 학생들이 가장 최근에 학습했다는 사실에 비추어 내면화되지 못하고 학습 내용 기억 여부에 의존한 결과로 해석된다.

<표 3> 시각 기록하기 문항의 점수 분포 및 분산 분석 결과 명(%)

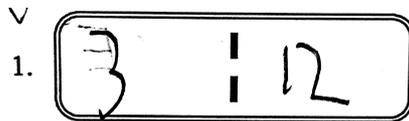
시계 종류	문항	학년					합계 (N=132)	F
		1 (N=27)	2 (N=30)	3 (N=24)	4 (N=27)	5 (N=24)		
아날 로그 시계	2시	27 (100)	30 (100)	22 (91.67)	25 (92.59)	22 (91.67)	126 (95.45)	1.201
	4시 30분	25 (92.59)	28 (93.33)	24 (100)	27 (100)	24 (100)	128 (96.97)	1.368
	8시 15분	14 (51.85)	28 (93.33)	24 (100)	26 (96.30)	24 (100)	116 (87.88)	14.896***
	1시 45분	13 (48.15)	29 (96.67)	22 (91.67)	26 (96.30)	24 (100)	114 (86.36)	15.240***
	10시 7분	8 (29.63)	27 (90)	24 (100)	23 (85.19)	24 (100)	106 (80.30)	24.729***
	6시 43분	7 (25.93)	24 (80)	20 (83.33)	25 (92.59)	22 (91.67)	98 (74.24)	15.384***
	3시 10분 전	2 (7.41)	22 (73.33)	16 (66.67)	19 (70.37)	14 (58.33)	73 (55.30)	10.509***
디지털 시계	3시	22 (81.84)	30 (100)	24 (100)	27 (100)	24 (100)	127 (96.21)	5.740***
	2시 30분	26 (96.30)	29 (96.67)	23 (95.83)	27 (100)	24 (100)	129 (97.73)	0.482
	7시 15분	26 (96.30)	30 (100)	24 (100)	26 (96.30)	24 (100)	130 (98.48)	0.722
	1시 45분	25 (92.59)	30 (100)	24 (100)	27 (100)	24 (100)	130 (98.48)	2.020
	11시 7분	25 (92.59)	29 (96.67)	24 (100)	27 (100)	24 (100)	129 (97.73)	1.276
	3시 43분	25 (92.59)	30 (100)	24 (100)	27 (100)	24 (100)	130 (98.48)	2.020
	6시 10분 전	1 (3.70)	29 (96.67)	20 (83.33)	20 (74.07)	14 (58.33)	84 (63.64)	27.816***

*** p < 0.001

디지털시계의 모든 문항에서는 높은 정답률을 보인다. 1학년 학생들도 3시, 6시 10분 전을 제외한 모든 문항에서 90%이상의 정답률을 보여 디지털시계의 시각을 잘 기록하였다. 2~5학년은 6시 10분전을 제외한 모든 문항에서 100%에 가까운 정답률을 보여 디지털시계의 시계 기록하기 능력이 이미 완성되었음을 알 수 있다. 6시 10분 전(5시 50분)을 시계에 나타내는 문항은 아날로그시계에서와 마찬가지로 2학년이 가장 높은 정답률을 기록하였고, 학년이 높아짐에 따라 낮은 정답률을 보였다.

<표 3>에서 보는 바와 같이 아날로그시계의 8시 15분, 1시 45분, 10시 7분, 6시 43분, 3시 10분 전, 디지털시계의 3시, 6시 10분 전 문항이 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 다중 비교 분석 결과 디지털시계의 3시, 6시 10분 전 문항을 제외한 모든 문항에서 아직 배우지 않은 1학년과 나머지 학년과의 유의한 차이가 있었다. 이를 통해 아날로그시계에 5분 단위, 1분 단위 시각 기록은 학습이 이루어진 2학년에서 그 능력이 완성되는 것으로 볼 수 있다.

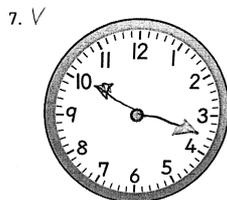
디지털시계의 3시, 6시 10분 전 문항을 다중 비교 분석한 결과 3시는 1학년과 2~5학년과 차이가 있었다. 1학년 학생들은 이미 배운 시각임에도 불구하고 2~5학년과 차이를 보였는데, 1학년의 3명이 3시를 아날로그시계의 랜드마크를 적용하여 [그림 3]과 같이 3:12로 기록하는 오류를 범하였다.



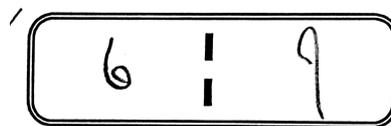
[그림 3] 디지털시계 3시 오답 반응(1학년)

6시 10분 전 문항은 아직 배우지 않은 1학년과 2~5학년 사이에 차이가 있었고, 2학년과 5학년도 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. <표 3>에서 볼 수 있듯이 2학년이 높은 능력을 보이고 그에 비해 5학년이 낮은 능력을 보임을 알 수 있다.

아날로그시계의 3시 10분 전, 과 디지털시계의 6시 10분 전 문항에서 여러 가지 오류가 나타났다. 아날로그시계의 3시 10분 전 문항은 [그림 3]과 같이 1시 50분, 3시 50분으로 기록한 학생이 가장 많았다. 이는 10분 전이라는 말을 통해 분 부분이 50분임을 알지만, 시침을 이전 또는 이후 시에 그렸기 때문이다. 디지털시계의 6시 10분 전 문항은 [그림 4]와 같이 5시 9분으로 기록한 경우가 가장 많았다. 이는 6시 10분 전을 6시가 되기 10분 전의 의미로 생각하지 않고, 10분의 1분 전인 6시 9분으로 생각하였기 때문이다.



[그림 3] 아날로그시계 3시 10분 전 오답 반응(2학년)



[그림 4] 디지털시계 6시 10분 전 오답 반응(5학년)

2. 시간 계산

가. (시각)+(시간) 계산

(시각)+(시간)은 아날로그시계에서 2:30, 2:23, 2:50의 시각 인식 후 30분 후의 시각을 구하는 문항과 디지털시계에서 7:30, 7:23, 7:50의 시각을 인식 후 30분의 후의 시각을 구하는 문항으로 구성되어 있다. 각 문항별 점수 분포 및 분산 분석 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> (시각)+(시간) 계산 문항의 점수 분포 및 분산 분석 결과 명(%)

시계 종류	문항	학년					합계 (N=134)	F
		1 (N=26)	2 (N=30)	3 (N=27)	4 (N=27)	5 (N=24)		
아날 로그 시계	2:30+30	6 (23.08)	25 (83.33)	23 (85.19)	26 (96.30)	22 (91.67)	102 (76.12)	20.170***
	2:23+30	1 (3.85)	23 (76.67)	23 (85.19)	23 (85.19)	18 (75.00)	88 (65.67)	24.196***
	2:50+30	3 (11.54)	17 (56.67)	20 (74.07)	25 (92.59)	22 (91.67)	87 (64.93)	19.844***
디지털 시계	7:30+30	6 (23.08)	26 (86.67)	26 (96.03)	26 (96.30)	23 (95.83)	107 (79.85)	31.153***
	7:23+30	4 (15.38)	24 (80)	25 (92.59)	23 (85.19)	22 (91.67)	98 (73.13)	23.329***
	7:50+30	3 (11.54)	21 (70)	24 (88.89)	24 (88.89)	22 (91.67)	94 (70.15)	23.885***

*** p < 0.001

디지털시계에서의 시간 계산이 아날로그시계에서보다 정답률이 더 높게 나타났다. 이는 시각 인식의 연구 결과와도 같은 맥락이다.

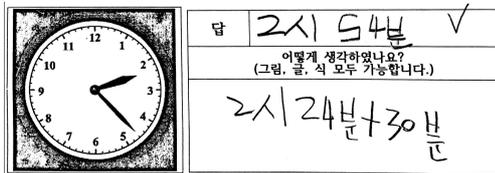
두 시계의 문항들 중 가장 높은 정답률을 보인 문항은 아날로그시계의 2:30+30과 디지털시계의 7:30+30이다. 문제를 해결하면 각각 3:00, 8:00로 정각이 되기 때문에 학생들에게 가장 쉬운 문항이었다. 두 문항 모두 정각이 되는 문항이지만 디지털시계에서의 정답률이 더 높은 이유는 디지털시계에서의 시각 인식이 더 정확하기 때문이다. 1학년 학생들도 두 문항의 경우 각각 23.08%의 정답률을 보였는데, 몇 시와 몇 시 30분을 배우는 과정에서 30분이라는 시간의 개념을 비형식적으로 인지하여 문제를 해결한 것으로 보인다. 2~5학년의 경우 1시간은 60분이라는 개념을 알고 있기 때문에 이를 이용하여 문제를 해결할 수 있다. 2~5학년에서 모두 80%이상의 정답률을 보여 정각을 구하는 시간 계산 문제 해결 능력이 높음을 알 수 있다.

두 시계의 문항 중 아날로그시계의 2:23+30, 디지털시계의 7:23+30이 두 번째로 높은 정답률을 나타내었다. 분 부분의 시간계산이 23+30=53으로 비교적 간단하기 때문에 두 번째로 높은 것으로 보인다. 1학년의 경우 시각 인식에서 몇 시 1분s를 아날로그시계에서는 20%이상, 디지털시계에서는 80%이상의 정답률을 보였음에도 불구하고, 시간 개념이 아직 없고 두 자리 수의 덧셈을 배우지 않아 각각 3.85%, 15.38%의 매우 낮은 정답률을 보였다. 2~5학년의 경우 덧셈을 활용하여 문제를 잘 해결하였다.

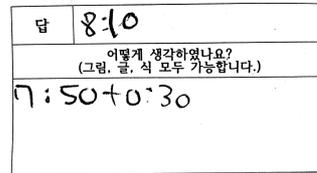
아날로그시계의 2:50+30, 디지털시계의 7:50+30 문항은 가장 정답률이 낮았다. 이는 다음 시로 넘어가는 과정인 받아올림을 포함하고 있기 때문인 것으로 보인다. 시간의 개념 및 시간 계산을 배우지 않은 1학년을 제외하면, 2학년에서 각각 56.67%, 70%로 가장 낮은 정답률을 보여, 시간 개념 및 간단한 시간 계산을 학습하였음에도 불구하고 어려움이 있는 것으로 나타났다. 3학년 이상의 학생들은 80%이상의 정답률을 보였고, 학년이 올라감에 따라 점점 정답률이 높아져 시간 계산 능력이 대체적으로 발달한다는 것을 알 수 있다.

<표 4>에서 보는 바와 같이 모든 문항에서 학년 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 다중 비교 분석을 실시한 결과 모든 문항에서 1학년과 2~5학년 사이에 유의한 차이가 있었다. 특히, 아날로그시계 2:50+30 문항은 2학년과 4, 5학년 사이에 유의한 차이를 보여, 2학년 학생들이 받아올림이 있는 시간 계산 문항을 어려워한다는 것을 알 수 있다.

1학년은 아직 시간 계산을 학습하지 않아 오답의 형태가 무응답이었다. 2~5학년의 시계 읽기 오류, 중간 계산 오류, 문제 이해 오류로 범주화 할 수 있었다. 아날로그시계 2:23+30 문항은 [그림 5]와 같은 시계 읽기 오류가 가장 빈번하였다. 아날로그시계 2:50+30, 디지털시계 7:50+30 문항에서는 중간 계산 오류가 가장 많이 나타났다.



[그림 5] 아날로그시계 2:23+30
시계 읽기 오류(2학년)



[그림 6] 디지털시계 7:50+30
중간 계산 오류(3학년)

나. (시각)-(시각) 계산

(시각)-(시각) 계산 세부 문항의 학년별 점수 분포 및 분산 분석 결과는 <표 5>와 같다. 1학년은 첫째, 둘째 문항을 제외하고는 모두 무응답이어서 두 문항에 대한 분석만 실시하였다.

학생들은 정각 사이의 시간을 구하는 문항(8:00~10:00)을 가장 쉬운 문항으로 인식하였다. 시간의 개념을 배우지 않는 1학년 학생들의 정답률이 69.23%로, 자신이 알고 있는 자연수의 덧셈 및 뺄셈 계산 전략을 이용하여 2시간이라는 답을 하였다. 2~5학년도 모두 90% 이상의 높은 정답률을 보였다.

9:00~11:30 문항에서도 81.82%의 높은 정답률을 나타내었는데, 이는 11-9를 통해 2시간을 구한 후 30분을 더하면 답(2시간 30분)을 구할 수 있는 단순한 알고리즘이기 때문이다. 시간 학습이 없는 1학년만 57.69%의 정답률을 보였고, 2~5학년도 80% 이상의 높은 정답률을 보여 두 번째로 쉬운 문항임을 알 수 있다.

이와 유사한 정답률을 보인 문항이 2:15~4:30이다. 2학년에서 67.74%, 3~5학년에서 각각 83.33%, 88.89%, 79.17%의 높은 정답률을 보였다. 이는 시 부분끼리의 뺄셈(4-2)으로 2시간을 구하고, 분 부분끼리의 뺄셈(30-15)으로 15분을 구하면 되는 단순한 알고리즘 형태이기 때문이다. 아직 몇 시간 몇 분의 시간 계산을 교과서에서 다뤄본 적이 없는 2학년을 제외한 다른 학년의 학생들에게는 쉬운 문항이라고 볼 수 있다.

<표 5> (시각)-(시각) 계산 문항의 점수 분포 및 분산 분석 결과 명(%)

문항	학년					합계 (N=132)	F
	1 (N=26)	2 (N=31)	3 (N=24)	4 (N=27)	5 (N=24)		
오전8:00~10:00	18 (69.23)	29 (93.55)	22 (91.67)	27 (100.00)	24 (100.00)	120 (90.91)	5.724** *
오전9:00~11:30	15 (57.69)	26 (83.87)	21 (87.50)	24 (88.99)	22 (91.67)	108 (81.82)	3.544**
오전8:30~11:00	.	17 (54.84)	14 (58.33)	15 (55.56)	13 (54.17)	59 (55.66)	0.032
오후2:15~4:30	.	21 (67.74)	20 (83.33)	24 (88.89)	19 (79.17)	84 (79.25)	1.425
오후3:30~5:15	.	15 (48.49)	15 (62.50)	19 (70.37)	17 (70.83)	66 (62.26)	1.349
오전6:40~9:15	.	13 (41.94)	15 (62.50)	14 (51.85)	12 (50.00)	54 (50.94)	0.756
오전11:00 ~오후1:00	.	17 (54.84)	20 (83.33)	22 (81.48)	22 (91.67)	81 (76.42)	4.392**
오전8:50 ~오후2:40	.	5 (16.13)	8 (33.33)	10 (37.04)	10 (47.67)	33 (31.13)	1.952

** p < 0.01, *** p < 0.001

8:30~11:00, 3:30~5:15, 6:40~9:15 문항은 전체 정답률이 각각 55.66%, 62.26%, 50.94%로 모두 70% 미만으로 나타났다. 이 세 문항 모두 계산할 때 받아내림을 생각하거나, 시간의 흐름을 정확히 이해해야하기 때문에 정답률이 낮게 나타났다.

8:30~11:00 문항의 경우 9시가 되기까지 30분이 필요하고 9시에서 11시까지 2시간이라는 원리만 알면 답을 구할 수 있는 문항이다. 그러나 2~5학년 모두 60% 미만의 정답률을 보였다. 같은 형태의 시각으로 구성되어 있고 피감수와 감수의 위치에 차이를 둔 9:00~11:30과 약 26%p의 차이를 보였다. 이는 9:00~11:30 문항 바로 다음에 위치하고 문항에 제시된 시각이 같은 형태여서 두 문항을 같은 방법으로 해결하여 정답률이 저조한 것으로 해석된다.

또한 8:30~11:00 문항이 숫자 구성이 좀 더 복잡한 3:30~5:15 문항에 비해 정답률이 더 낮았다. 이는 자연수의 뺄셈에서 학생들이 0처리 오류를 가장 많이 보이는 것(김수미, 2012)과 관련 있는 것으로 보인다. 11:00에서 8:30을 뺄 때 피감수의 분 부분이 모두 0이기 때문에 더 많은 오답을 한 것으로 해석할 수 있다.

3:30~5:15 문항은 2, 3학년에서는 각각 48.49%, 62.50%로 낮은 정답률을 보이지만, 4, 5학년에서는 70%이상의 정답률을 보였다. 숫자가 좀 더 정교해지면서 학생들이 세로 뺄셈식을 세우고 받아내림을 사용하여 해결하였다.

6:40~9:15 문항의 경우 3:30~5:15 문항과 같이 세로 뺄셈식과 받아내림을 사용하여 해결하였음에도 불구하고 정답률이 저조하였다. 2학년은 41.94%로 정답률이 매우 낮았고 시간 학습이 완료된 3학년에서 62.50%, 4, 5학년에서도 50% 정도의 정답률을 보여 학생들에게 어려운 문항임을 알 수 있다.

오전11:00~오후1:00 문항의 경우 첫 번째 문항과 같이 정각 사이의 시간을 구하는 문항이지만 정오인 12시를 포함하고 있다. 교과서에서는 12시간제만 다루고 있어, 이를 해결하기 위해서는 시간의 흐름을 이해해야 한다. 즉, 오전 11시에서 12시까지 1시간, 12에서 오후 1시까지 1시간을 더해 2시간을 구할 수 있다. 전체 정답률은 76.42%지만 2학년에서 54.84%의 낮은 정답률을 보였다. 2학년은 오전, 오후를 학습하였지만 그 개념이 명확하지 않고, 시간의 흐름에 대한 이해 부족에서 비롯된 것으로 판단된다. 3, 4, 5학년은 80% 이상의 정답률을 보여 비교적 시간의 흐름을 잘 이해하고 있는 것으로 보인다.

오전8:50~오후2:40 문항은 전체 정답률 31.13%로 가장 낮은 정답률을 기록하였다. 정오가 포함되어 있고 시작 시각과 끝 시각이 정교한 시각의 형태여서 시간 계산에 어려움을 느낀 것으로 보인다. 시각과 시간의 학습이 완료되고 자연수의 계산 능력이 어느 정도 완성된 3, 4, 5학년에서도 정답률이 각각 33.33%, 37.04%, 47.67%로 50%가 되지 않아 고학년에게도 어려운 문항임을 알 수 있었다.

<표 5>에서 보는 바와 같이 분산 분석 결과 8:00~10:00, 9:00~11:30, 오전11:00~오후1:00 문항에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 다중 비교 분석 결과 앞의 두 문항은 학습의 유무에 따른 차이로 1학년과 2~5학년과의 차이를 보였다. 오전11:00~오후1:00 문항은 2학년과 5학년 사이에 유의한 차이를 보였다. 2학년은 오전, 오후를 학습하였음에도 정오를 포함한 시간의 흐름을 잘 이해하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

특히, 전체 정답률이 70%가 되지 않는 시간 계산 문항(8:30~11:00, 3:30~5:15, 6:40~9:15, 오전8:50~오후2:40)은 학년에 따른 유의한 차이가 없었다. 이를 통해 시간 계산 문항 중 받아내림을 포함하거나 정교한 시간 계산 문항은 학년이 올라가도 계산 능력이 완성되지 않음을 알 수 있었다.

(시각)-(시각)에서 학생들이 가장 많이 보인 오답 유형은 무분별한 계산과 1시간을 100분으로 하여 계산한 것이다. [그림 7]을 살펴보면 빼는 순서와 상관없이 시와 분의 큰 수에서 작은 수를 빼어 답을 구하였다. 이러한 무분별한 계산으로 인한 오류는 받아내림을 포함한 문항에서 많이 발견되었다. [그림 8]과 같이 1시간을 100분으로 하여 계산하는 오류가 많이 발견되었다. 계산 과정 중 70분을 다시 1시간으로 고친 과정을 본다면 학생들은 1시간은 60분이라는 것을 알고 있다. 그러나 계산 과정에서는 주의 깊게 의식하지 못하여 익숙한 십진법을 사용한 것으로 보인다. 송미정(2004) 또한 우리나라 학생들이 시간 계산에서 가장 빈번한 오류를 1시간=100분이라는 생각에서 기인한 계산 착오라고 하였다.

$$\begin{array}{r} 3\text{시} - 5\text{시} = 2\text{시간} \\ + \\ 15\text{분} - 30\text{분} = 15\text{분} \\ \hline \end{array} = 2\text{시간} 15\text{분}$$

[그림 7] 3:30~5:15
무분별한 계산 오류(3학년)

$$\begin{array}{r} 11\text{시}00\text{분} - 8\text{시}30\text{분} = 2\text{시간} 00\text{분} \\ = 3\text{시간} 10\text{분} \end{array}$$

[그림 8] 8:30~11:00
1시간=100분으로 계산한 오류(5학년)

V. 결론 및 시사점

본 연구는 초등학교 학생들의 시각과 시간의 수학적 이해 분석을 통해 학생들의 시각과 시간을 이해 능력을 알아보려 하였다. 이를 위해 관련 연구 및 우리나라 교과서 분석을 통해 학생들의 이해 정도를 알아볼 수 있는 검사 도구를 제작하였고, 1~5학년을 대상으로 검사 및 면담을 실시하였다. 연구 결과를 통한 결론 및 논의를 제시하면 다음과 같다.

첫째, 학생들의 시각 인식 능력은 높은 편으로 아날로그시계의 시각보다 디지털시계의 시각을 읽고 기록하는 능력이 더 높았다. 시각 읽기에서 같은 1분 단위의 시각 형태라고 하더라도 디지털시계에서의 정답률이 높았으며 시각 기록하기에서도 같은 결과를 보였다. 이는 선행연구와도 일치한다. 디지털시계의 시각을 인식하는 과정이 아날로그시계에 비해 단순한 인지적 과정이 필요하기 때문이다(Burny, 2012). 또한 TV, 컴퓨터, 스마트폰 등 일상에서 쉽게 시각을 확인할 수 있는 디지털 기계를 많이 접하는 시대적 상황에 따른 결과로도 해석할 수 있다. 그러나 수학 교과서에서는 아날로그시계의 시각 인식을 중점적으로 다루고 있어 시대적 요구에 따른 디지털시계의 활용방안에 대해 생각해 볼 필요가 있다.

둘째, 시각 인식 능력에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 학습임을 알 수 있었다. 1학년 학생들은 아날로그시계에서 몇 시, 몇 시 30분을 잘 인식하고, 2학년 학생들은 모든 시각도 읽고 기록하는 능력이 높았다. 이를 통해 시각 인식 능력은 생활에서 저절로 얻어지는 지식이 아닌 학습을 통해 얻어지는 것임을 확인하였다. 또한 분산 분석 및 다중 비교 분석 결과 1학년과 2학년 사이에 큰 차이가 나타나 본 연구에서는 시각을 인식하는 능력은 2학년 시기에 완성됨을 알 수 있었다. 이는 성숙에 의해 시각 인식 능력이 발달하며 3학년 시기에 시각 인식 능력이 완성된다는 이전의 연구 결과와는 차이가 있으며, 학생들의 시각 인식 능력은 성숙보다는 학습에 더 많은 영향을 받는다는 것을 보여주었다. 이는 Burny 외(2013)의 연구 결과와도 일치하는 부분이다.

셋째, ‘몇 시 몇 분 전’ 형식의 시각 표현은 수학적 지식으로 내면화되는 데 어려움을 겪는다는 것을 알 수 있었다. 이를 알아보는 문항에서 가장 높은 정답률을 보인 학년은 학습 직후인 2학년이었다. 다른 시각 표현이 학년이 올라감에 따라 정답률이 높아졌지만, 해당 문항에서는 오히려 낮은 결과를 나타내었다. 조영미·임선훈(2010)은 ‘8시 5분 전’은 ‘8시’와 ‘5분 전’을 따로 떼어 생각해야하기 때문에 각각의 의미에 대한 설명 없이 학생들이 이해하기는 쉽지 않을 것이라 하였다. 학생들은 이러한 표현의 시계 읽기를 학습 후 사용 빈도가 낮아, 시간의 지남에 따른 인지적 망각에 의해 정답률이 낮게 나타난 것으로 보인다. 또한, 학생들이 시계를 읽을 때 상대적 방법(3시 10분 전)으로 읽는 것이 절대적 방법(2시 50분)으로 읽는 것보다 더 어려움을 겪는다는 Burny(2009)의 연구도 이를 뒷받침한다. 이를 통해 몇 시 몇 분 전과 같은 시각 인식의 형태는 수학적 원리($60-10=50$)에 의해 인식되기 보다는 사회적 관습에 따른 영향이 크다는 것을 알 수 있었다.

넷째, 학생들의 시간 계산 능력은 고학년이 되어도 완성되지 못하는 부분이 있었다. 2~5학년의 학생들은 (시각)+(시간) 계산에서 비교적 단순한 정각을 구하는 문항과 받아올림이 없는 문항에서는 높은 능력을 보였다. 그러나 분 부분의 합이 60이 넘어 받아올림 과정이 필요한 문항은 2학년에서 낮은 정답률을 보였다. (시각)-(시각) 계산에서 받아내림이 없는 문항의 경우 2~5학년이 80% 이상의 정답률로 높은 능력을 보였으나, 받아내림 과정을 포함한 문항에서는 정답률이 낮았고, 여러 가지 오류를 보였다. 일부 문항의 경우 전체 정답

률이 70%가 되지 않음에도 불구하고 학년에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없어, 시간 학습이 완료되는 3학년 이상의 학생들도 시간 계산에 어려움을 겪는다는 것을 알 수 있었다. 또한 2학년 학생들은 시간 계산을 경험하고 오전, 오후의 개념을 학습하였지만 정오(12시)가 포함된 간단한 계산 문항에 어려움을 겪었다.

이에 기초하여 다음과 같은 교수학적 시사점을 도출하였다.

첫째, 학생들에게 시각과 시간의 개념을 함께 지도해야 할 필요가 있다. 우리나라는 시각과 시간을 분리하여 지도하고 있고, 교육과정 상 3학년에서 구체적 상황에서 시각과 시간의 개념을 구별하도록 제시하고 있다. 그러나 시각과 시간의 개념은 서로 맞물려 있기 때문에 이를 분리하여 가르치면, 학생들이 시각과 시간에 대해 오개념을 가질 수 있다. 본 연구의 시각 인식에서 학생들이 시침과 분침을 바르게 기록하지 못해 생긴 오류 및 시간 계산에서 다음 시로 넘어가는 과정을 포함한 경우 많은 오류를 보이는 것은 이로 인해 생긴 오류라 생각한다. 또한 시간의 개념을 배우지 않는 1학년과 시간 계산을 많이 다루지 않는 2학년 학생들도 시간의 의미를 인식하고 자신의 전략을 통해 계산할 수 있음이 나타났다. 외국 교과서의 경우 시각을 지도할 때, 시간의 흐름을 강조하여 지도함으로써 시각과 시간을 함께 이해할 수 있도록 하고 있다. McMillen & Hernandez(2008)는 일반적인 세계 읽기 교수 방법이 시침과 분침의 차이를 강조하지 않음을 지적하며, 몇 시 몇 분을 지도 시 분침이 12로부터 얼마만큼 움직였는지 시간의 흐름의 관점에서 지도해야 함을 주장하였다.

둘째, 시각 읽기의 곤란도에 따라 시각을 몇 시, 몇 시 30분, 몇 시 몇 분으로 두 개 학년에 걸쳐 순차적으로 지도하는 것과 같이 시간 계산에서 다루는 시각의 유형을 분화하여 학생들의 이해를 도울 필요가 있다. 2009 개정 교과서의 시간 계산은 2학년에 (시각)+(시각)과 (시각)-(시각), 3학년에 (시각)+(시간), (시간)-(시간), (시각)-(시간), (시각)-(시각)이 제시되어 있다. 시간 계산을 처음 접하는 2학년의 활동은 단위 환산을 포함하고 있고, 3학년에서는 활동 중 일부만 단위 환산을 포함하고 있어 시간 계산 곤란도의 위계성이 부족하다. 또한 본 연구 결과, 학생들의 시간 계산 이해는 시간 계산의 유형보다는 계산에 주어지는 시각의 유형에 더 큰 영향을 받음을 알 수 있었다. 따라서 시각의 유형에 따라 2학년에서 몇 시, 몇 시 30분의 시간 계산을, 3학년에서 몇 시 몇 분 및 단위 환산을 포함한 시간 계산을 제시하여 시간 계산을 순차적으로 학습할 수 있도록 교과서를 구성할 필요가 있다.

셋째, 시간 계산에서 보이는 학생들의 오류에 대한 지도 방법을 강구할 필요가 있다. 시간 계산에서 학생들은 빼는 순서를 혼동하거나, 1시간은 100분이라는 오류를 보이는 비율이 높았다. Kamii & Russell(2012)은 시간 계산의 경우 6학년 학생들에게도 어려움으로 남아 있으며, 이는 학생들의 시간과 분의 계층적 위계에 대한 이해가 부족하기 때문이라고 하였다. 또한 머릿셈(mental arithmetic) 능력이 떨어지는 학생일수록 분을 다루는 데 있어 논리적 감각이 부족하여 분별없이 큰 수에서 작은 수를 빼거나, 두 수를 더하는 오류를 보인다고 하였다. 또한 교과서에서 제시하고 있는 시간 계산이 대부분 세로셈으로 나타나 있어 시간 계산을 십진법의 자연수의 계산과 구분하여 생각하지 못하여 이러한 오류를 보이는 것이라 사료된다. 따라서 수학 교과서에서 다양한 방법으로 시간을 구할 수 있는 활동을 함께 제시하고, 학생들의 비형식적 계산 전략을 활용할 수 있는 다양한 활동을 강구할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 교육부 (2014a). **수학 1-2**. 서울: 천재교육.
- 교육부 (2014b). **수학 2-2**. 서울: 천재교육.
- 교육부 (2014c). **수학 3-1**. 서울: 천재교육.
- 김수미 (2012). 학년 상승에 따른 초등학생들의 자연수 사칙계산 오답유형 및 오답률 추이와 그에 따른 교수학적 시사점. **한국초등수학교육학회지**, 16(1), 125-143.
- 김주현 (2010). **초등학교 수학부진학생과 일반학생의 수학 측정영역에서의 특성 비교**. 단국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김진영 (2004). 유아 및 아동의 관습적 시간개념 발달에 관한 연구. **교육발전연구**, 20(1), 43-67.
- 박덕승 (1984). **3-6세 유아의 시간개념 발달에 관한 실험 연구**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 송미정 (2004). **수학학습의 측정영역에 대한 초등학생의 학업성취도 분석**. 진주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조연순 (1985). 한국 아동의 관습적 시간 개념 발달에 관한 연구. **한국문화연구원 논총**, 50, 293-332.
- 조영미, 임선혜 (2010). 시간 지도에 관한 초등수학교과서 비교 연구: 한국, 싱가포르, 일본을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 14(2), 421-220.
- Boulton-Lewis, G., Wilss, L., & Mutch, S. (1997). Analysis of primary school children's abilities and strategies for reading and recording time from analogue and digital clocks. *Mathematical Education Research Journal*, 9, 136-151.
- Burny, E. (2012). *Time-related competences in primary education*. Doctor of Philosophy in Social Sciences, Ghent University, Ghent, Belgium.
- Burny, E., Valcke, M., & Desoete, A. (2011). Clock reading: An underestimated topic in children with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 45, 352-361.
- Burny, E., Valcke, M., & Desoete, A. (2013). Curriculum sequencing and the acquisition of clock-reading skills among Chinese and Flemish children. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 761-785.
- Case, R. (1992). *The mind's staircase*. Hillsdale: Erlbaum.
- Friedman, W. J. (1978). Development of time concepts in children. *Advances in Child Development and Behavior*, 12, 267-297.
- Friedman, W. J., & Laycock, F. (1989). Children's analogue and digital clock knowledge. *Child Development*, 60(2), 357-371.
- Kamii, C., & Russell, K. A. (2012). Elapsed time: Why is it so difficult to teach?. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(3), 296-315.

-
- Korvorst, M., Roelofs, A., & Levelt, W. J. M. (2007). Telling time from analogue and digital clocks: A multiple-route account. *Experimental Psychology*, 54(3), 187-191.
- Long, K. & Kamii, C. (2001). The measurement of time: Children's construction of transitivity, unit iteration, and conservation of speed. *School Science and Mathematics*, 10(3), 125-131.
- McMillen, S., & Hernandez, B. O. (2008). Taking time to understanding telling time. *Teaching Children Mathematics*, 14(4), 248-256.
- Monroe, E. E., Orme, M. P., & Erickson, L. B. (2002). Working cotton: Toward an understanding of time. *Teaching Children Mathematics*, 8, 475-479.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics.
- Piaget, J. (1969). *The child's conception of time*. New York: Ballentine.
- Siegler, R., & McGilly, K. (1989). Strategy Choices in Children's Time-Telling. In I. Levin & D. Zakay (Eds.), *Time and Human Cognition: A Life-Span Perspective* (pp. 185-218). Amsterdam: Elsevier.
- Williams, R. F. (2004). *Making meaning from a clock: material artifacts and conceptual blending in time-telling instruction*. Doctor of Philosophy in Cognitive Science, University of California, San Diego.

<Abstract>

Analysis on Mathematical Understanding of
Elementary School Students about Time

Nam, Jihyun⁵⁾; & Chang, Hyewon⁶⁾

Time is important in children's lives since their preschool years. However, previous studies indicate that many children struggle with the acquisition of time concepts. Also teachers do not know how to help them. This study aims to investigate elementary school students' understanding about time and induce its educational implications. To do this, about 130 children from first to fifth grades were tested for their ability to recognize(read and record) the analogue and digital times and to solve elapsed-time problems. The results showed that even first graders were able to read and record the minute times on digital clocks. And second graders were able to read and record the minute times on analogue clocks. Therefore, the ability to recognize analogue times was mastered by second grade. In case of the elapsed-time problems, there was statistically significant difference according to school years or types of problems. Students were successful in solving simple problems. However, the problems that include regrouping hour and minute remained difficult even for the older children. Based on these results, we made a few suggestions for teaching practice about time.

Key words: time, time-reading, time-recording, calculation of elapsed time

논문접수: 2016. 07. 13

논문심사: 2016. 08. 13

게재확정: 2016. 08. 22

5) todanji@sen.go.kr

6) hwchang@snue.ac.kr