

## 들이와 무게의 단위에 대한 초등학교 수학 교과서 분석

권 미 선\* · 방 정 숙\*\*

본 연구에서는 초등학교 수학 교과서의 들이와 무게의 단위에 대한 내용을 단위, 단위 사이의 관계, 표준 단위의 필요성으로 세분화하여 분석하였다. 분석 결과, 단위와 관련하여 제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 교과서에 제시된 단위의 표현, 단위의 표기, 단위의 종류, 단위의 기본량의 제시 방식에 차이가 있는 것으로 드러났다. 또한 2009 개정 수학 교과서의 내용은 국제단위계와 대체적으로 일치하지만 물의 무게를 통해 1kg을 정의하는 방식이 국제단위계와 차이가 있는 것으로 나타났다. 단위 사이의 관계와 관련하여 교과서에서는 대체적으로 단위 사이의 관계를 글로 제시하고 있었으나 2009 개정 수학 교과서에는 발문과 그림을 통해 그 이해를 돋는 것으로 나타났다. 마지막으로 표준 단위의 필요성과 관련하여 초등학교 수학 교과서에 임의 단위의 불편함을 통해 표준 단위의 보편성, 편리성을 모두 인식할 수 있는 활동이나 발문이 필요한 것으로 나타났다. 이 결과를 토대로 교과서에서 들이와 무게의 단위 제시에 관한 시사점을 제공한다.

### I. 서 론

현재 세계적으로 사용되고 있는 도량형 단위계에는 미터법, 야드-파운드법, 척관법 등이 있다(Hoshida, 2014; Rorbert, 2011). 미터법은 프랑스에서 시작하여 현재 널리 사용되고 있으며, 야드-파운드법은 주로 영국이나 미국에서 사용된다. 또한 척관법은 중국에서 시작되어 일본, 우리나라 등에서 전통적으로 사용되었으나 현재 중국, 일본, 우리나라는 모두 미터법을 법정 도량형으로 사용하고 있다(대한무역투자진흥공사, 2013).

우리나라의 경우, 1959년 미터협약에 가입하였으며 1961년 계량법을 제정하여 1964년 1월 1일부터 미터법에 따른 단위계만을 사용하였다(한

국표준과학연구원, 2014). 이에 따라 척관법이나 야드-파운드법은 특수한 경우를 제외하고는 거래상 또는 증명상의 계량에서 사용이 금지되었다. 하지만 평, 돈, 근 등의 비법정 계량 단위는 얼마 전까지 실생활에서 자주 사용되었으며 2007년 7월 1일부터 전면 사용이 금지되었다.

우리나라는 1999년 국가표준기본법과 그 시행령에 국제단위계에 대한 사항을 포함하였으며 (한국표준과학연구원, 2007), 초등학교 교과서의 공통 편찬상의 유의점에서도 “계량 단위 등은 국가표준기본법 등 관련 법규를 따르는 것을 원칙으로 한다(교육부, 2015a, p. 177).”라고 제시하고 있다. 따라서 미터법에 따른 단위계 즉, 국제단위계에 따라 교과서가 개발될 필요가 있다. 특히, 국제단위계는 7개의 기본단위를 바탕으로 유도단위 등 관련 단위를 제시하고 있다. 각 단위

\* 곡반초등학교, annietj@naver.com (제1 저자)

\*\* 한국교원대학교, jeongsuk@knue.ac.kr (교신저자)

의 정의는 지난 100년간 일부 변화되고 있어 주의 깊은 반영이 필요하다.

예를 들어, 리터의 경우 1901년 1리터를 물 1kg의 부피로 정의하였다. 하지만 1964년에 이 정의는 폐기되었으며, 들이를 세계곱데시미터의 특수명칭으로 사용할 수 있으며, 부피의 정확한 측정 결과를 리터가 아닌 국제단위계의 단위로 나타낼 것을 권고하였다. 또한 단위기호는 소문자로 표기하는 것을 원칙으로 하지만 예외적으로 1979년 리터의 경우 숫자 1과 소문자 l 사이에 혼동이 있을 수 있음을 고려하여 대문자와 소문자의 사용이 모두 허용되었다. 이처럼 국제 단위계에 제시되어 있는 단위에 대한 설명이 변화되고 있으며 이러한 변화가 교과서에서 적절히 반영되고 있는지 확인이 필요하다.

한편, 초등학교에서 학습하는 양 중 국제단위계에 제시된 양은 길이, 시간, 들이, 질량, 평면각, 면적, 부피이다. 이러한 양에 대한 선행 연구를 살펴보면 대부분 학생들의 측정 감각에 대한 연구(예, 이수진, 김민경, 2017; 이유미, 2010), 학생들의 측정 감각을 신장시키는 방안에 대한 연구(예, 김명옥, 권성룡, 2009; 주영희, 김성준, 2009), 교과서에 제시된 측정 영역에 대한 연구(예, 방정숙 외, 2016; 조영미, 임선혜, 2010)가 주를 이룬다.

예외적으로, 서정아 외(2000)의 경우 초·중학생들이 가진 길이, 부피, 시간, 질량, 온도, 힘, 무게의 단위와 관련된 개념을 조사하였으나 양에 해당하는 단위를 찾아보는 정도의 검사가 이루어졌다. 즉, 단위 그 자체에 대한 연구는 찾기 어렵다. 측정 영역에서 학생들의 측정 능력이나 측정 지도 방안에 대한 연구도 중요하지만 측정의 기본이 되는 단위에 대한 연구도 이루어져야 할 것이다.

이에 본 연구는 국제단위계에 제시된 단위에 초점을 두고 교과서를 분석하였다. 특히 들이와

무게의 단위를 중심으로 분석하였는데, 그 이유는 다음과 같다. 첫째, 국제단위계에 제시된 단위 중 초등학교 수학 교과서에 반영될 수 있는 수준의 변화가 가장 많이 있는 단위는 들이의 단위이다. 이에 들이의 단위에 대한 분석 결과는 초등학교 수학 교과서 개발에 많은 시사점을 줄 수 있을 것이라 사료된다. 둘째, 교과서에 1kg의 정의가 물 1L의 무게로 정의되었기 때문에 무게의 단위가 들이의 단위의 변화에 영향을 받을 수 있다. 이에 무게의 단위도 함께 살펴보자 한다. 셋째, 초등학교에서 다루는 양 중 들이와 무게에 대한 연구는 찾아보기 어려우므로(방정숙 외, 2016), 들이와 무게의 단위에 대한 연구는 선행 연구와는 차별화된 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

현재 2015 개정 교육과정에 따른 수학 교과서(이하, '2015 개정 수학 교과서'라고 칭함)가 개발 중이다. 이에 본 연구에서는 들이와 무게에 대한 성취 기준을 분석하여 단위와 관련된 내용을 중심으로 교과서에서 어떻게 반영되어 있는지도 함께 분석하였다. 이를 토대로 새로운 교과서에는 어떠한 방식으로 제시되는 것이 적절할지에 대해서도 논의하였다. 이러한 연구 결과는 2015 개정 수학 교과서 개발에 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

## II. 이론적 배경

### 1. 국제단위계

국제단위계란 현재 세계 대부분의 국가에서 채택하여 사용하고 있는 단위계이며, 이 단위계의 명칭인 '국제단위계'와 국제단위계의 약칭인 'SI(The International System of Units)'는 1960년 제11차 국제도량형총회(CGPM)에서 결정된 것이

다(한국표준과학연구원, 2007). SI는 7개의 기본 단위가 그 바탕을 이루고 있으며 이 밖의 다른 모든 단위는 이들로부터 유도되는데 그 중 21개의 유도단위는 편의상 특별한 명칭이 주어져 있다. 또한 일상생활에 널리 사용되고 있어 SI와 함께 사용되는 것이 국제도량형위원회(CIPM)에 의해서 허용된 비SI 단위들이 있다. 리터의 경우 비SI 단위에 해당하며, 초등학교 교과서에서 무게의 단위로 배우는 킬로그램은 질량의 단위로서 SI 기본단위에 해당한다.

#### 가. 국제단위계의 기본단위

국제단위계의 기본단위를 구성하는 기본량은 길이, 질량, 시간(지속시간), 전류, 열역학적 온도, 물질량, 광도로, 각각은 미터, 킬로그램, 초, 암페어, 켈빈, 몰, 칸델라를 기본단위로 한다(<표 II-1> 참조). SI 기본단위 중 들이와 무게에 관련한 단위는 초등학교 교과서에서 무게의 단위로 제시되고 있는 킬로그램이다. 이에 대해 국제단위계는 “킬로그램은 질량의 단위이며, 국제킬로그램원기<sup>1)</sup>의 질량과 같다.”고 정의한다(한국표준과학연구원, 2007, p. 18).

<표 II-1> SI 기본단위(한국표준과학연구원, 2007)

기본량		단위	
명칭	기호	명칭	기호
길이	$l, x, r$ 등	미터	m
질량	$m$	킬로그램	kg
시간, 지속시간	$t$	초	s
전류	$I, i$	암페어	A
열역학적 온도	$T$	켈빈	K
물질량	$n$	몰	mol
광도	$I_v$	칸델라	cd

#### 나. 비SI 단위

국제단위계와 함께 사용되는 것이 허용된 비SI 단위는 <표 II-2>와 같다. 비SI 단위 중 들이와 무게에 관련된 단위로는 리터와 톤이 있다. 리터의 경우, 세제곱데시미터의 특별한 명칭(한국표준과학연구원, 2007, p. 57)으로 사용하도록 권고되었으며 1L은 1dm<sup>3</sup>로 나타낸다. 무게의 경우, 1t은 10<sup>3</sup>kg으로 나타낸다(한국표준과학연구원, 2007, p. 31).

비SI 단위는 일상생활에 있어서 SI와 함께 널리 사용되고 있고, 일부 단위의 경우 역사적 중요성을 지니고 있으며 앞으로도 계속 사용될 것으로 예상된다. 이에 일부 단위들의 장점을 보전하기 위해서 비SI 단위를 허용하였으며, 각각은 SI 단위에 의한 정확한 정의를 가진다.

<표 II-2> 비SI 단위(한국표준과학연구원, 2007, p. 31)

양	명칭	기호	SI 단위로 나타낸 값
시간	분	min	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
	시간	h	$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$
	일	d	$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 864000 \text{ s}$
평면각	도	°	$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad}$
	분	'	$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10800) \text{ rad}$
	초	''	$1'' = (1/60)'$ $= (\pi/64800) \text{ rad}$
	헥타르	ha	$1 \text{ ha} = 1 \text{ hm}^2 = 10^4 \text{ m}^2$
부피	리터	L	$1 \text{ L} = 1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
질량	톤	t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$

#### 2. 국제단위계에 따른 들이와 무게의 단위

##### 가. 들이의 단위

1) 백금-아리듐으로 만들어진 국제킬로그램원기는 1889년 제1차 국제도량형총회에서 지정한 조건 하에 국제도량형국에 보관되어 있으며, 이 원기를 질량의 단위로 사용되고 있다.

국제단위계에 따른 리터의 정의와 단위기호에 대한 변화는 여러 차례에 걸쳐 이루어졌다([그림 II-1] 참조). 리터는 비SI 단위로 제3차 국제도량형총회(1901년)에서 다음과 같이 리터를 물 1kg의 부피로 정의하였다.

부피의 단위는 정확도를 높이기 위하여 질량 1킬로그램의 순수한 물이 초대밀도와 표준기압에 차지하는 부피로 한다. 이 부피를 “리터”라 한다(한국표준과학연구원, 2007, p. 47).

이어 제9차 국제도량형총회(1948년)에서 일반적으로 로마(직립)체 소문자를 단위의 기호로 사용하며, 기호가 고유명사로부터 유래된 것이므로마체 대문자를 사용한다는 결정을 내렸다. 이에 따라 리터를 소문자 l로 표기하기로 하였다.

하지만 제11차 국제도량형총회(1960년)에서 리

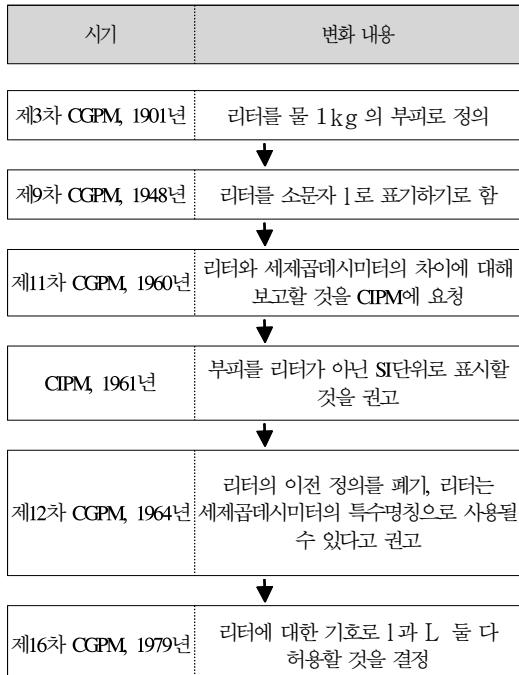
터와 세제곱데시미터의 차이에 대한 의문이 제기되었으며, 세제곱데시미터와 리터가 약  $10^6$ 분의 28만큼 차이가 있다는 것이 밝혀졌다. 이에 국제도량형위원회는 1961년 부피를 리터가 아닌 SI 단위로 표시할 것을 권고하였다. 이어 제12차 국제도량형총회(1964년)에서는 리터의 이전 정의를 폐기하고 리터는 세제곱데시미터의 특수명칭으로 사용될 수 있다고 권고하였다. 이에 1964년 리터에 대한 정의가 변경된 것이다.

한편, 리터의 단위기호에 대한 변화도 있었다. 리터 단위에 대해 기호 1이 일반 원칙에 의하여 사용되고 있었으나 제16차 국제도량형총회(1979년)에서 문자 1과 숫자 1의 혼동을 방지하기 위하여 예외적으로, 리터 단위의 기호로 두 기호 1과 L 모두를 채택하였다. 또한 장래에는 이 두 기호 중 사용되는 추세를 고려하여 하나를 폐기하기로 하였다. 하지만 아직까지 기호는 폐기되지 않았으며, 두 기호가 그대로 사용되고 있다.

#### 나. 무게의 단위

현행 3학년 교과서에서 무게의 단위로 제시되고 있는 것은 킬로그램과 그램이다. 이에 국제단위계에 제시된 킬로그램과 그램의 정의와 단위기호에 대한 변화를 살펴보면 [그림 II-2]와 같다. 우선, 국제 킬로그램원기는 제1차 국제도량형총회(1889년)에서 지정한 조건 하에 국제도량형국에 보관되었으며, 그에 따라 국제 킬로그램원기가 질량의 단위로 선언되었다.

하지만 무게라는 단어와 질량이라는 단어가 혼용되어 사용되어 그 모호함을 없애기 위하여 제3차 국제도량형총회(1901년)에서는 다음과 같이 선언하였다.



[그림 II-1] 리터의 정의와 단위기호에 대한 변화(한국표준과학연구원, 2007, p. 46)

1. 킬로그램은 질량의 단위이며, 국제킬로그램 원기의 질량과 같다.
2. “무게”라는 단어는 “힘”과 같은 성질의 양을

나타낸다. 한 물체의 무게는 그 질량과 중력 가속도의 곱이며, 특히 한 물체의 표준 무게는 그 질량과 표준 중력가속도의 곱이다.

3. 국제도량형 지원본부에서 채택된 표준 중력 가속도의 값은  $980.665 \text{ cm/s}^2$ 이고, 이 값은 이미 몇 나라의 법에 명기되어 있다.

이처럼 킬로그램은 질량의 단위이며, 무게를 나타내기 위해서는 질량과 표준 중력가속도를 곱한 값을 제시하여야 한다. 양에 대한 정확한 단위 사용을 위해서는 교과서에서 물체의 질량을 묻고 킬로그램과 그램으로 답하거나 물체의 무게를 묻고 뉴턴으로 답하게 하여야 한다.

하지만 초등학교 학생들이 생활에서 무게와 질량의 차이를 구분하여 사용하기 어려우며, 특히 힘에 대한 물리적 개념을 학습하지 않았기 때문에 무게와 질량을 구분하여 사용하기에는 어려움이 있다(강완 외, 2013; 교육부, 2014b; Hoshida, 2014). 또한 무게와 질량은 지구 중력장 내에서는 비례하며 실제 일상생활에서 무게와

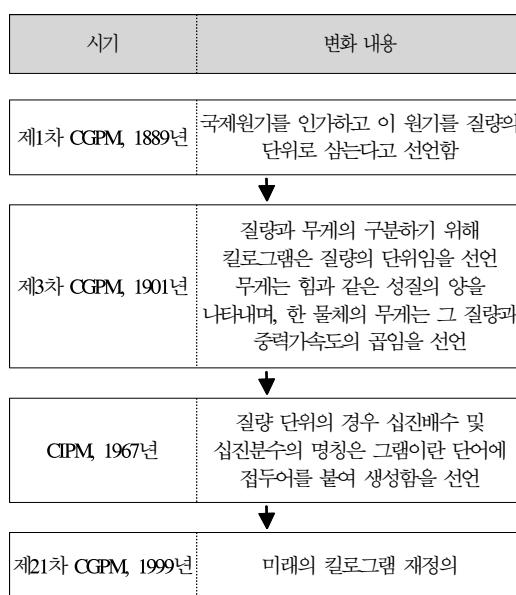
질량을 구분하여 사용하지 않기 때문에 이를 구분하여 가르치기에는 무리가 있을 것으로 보인다(교육부, 2014b).

추가적으로 국제도량형위원회(1967년)에서는 질량 단위의 경우 십진배수 및 십진분수의 명칭은 그램이란 단어에 접두어를 붙여 생성한다고 선언하였으며, 제21차 국제도량형총회(1999년)에서는 질량의 단위를 기본상수나 원자상수에 연계시키는 방향으로 킬로그램의 재정의를 권고하였다.

### 3. 교육과정에 제시된 들이와 무게

들이와 무게의 단위와 관련된 교육과정을 분석하기 위해 제5차 수학과 교육과정부터 2015 개정 수학과 교육과정까지 들이와 무게에 관련된 부분을 살펴보았다(<표 II-3> 참조). 이를 통해 다섯 번의 교육과정 개정에서 들이와 무게 단위의 어떠한 변화가 있었는지 그리고 어떠한 점이 지속적으로 강조되었는지를 중점적으로 살펴보았다. 단, 들이와 무게가 3~4학년군에 집중된 점을 고려하여 3~4학년군에 제시된 교육과정만을 살펴보았다.

들이와 무게와 관련된 수학과 교육과정 중 제5차와 제6차 수학과 교육과정이 서로 유사하며, 제7차와 2007 개정 수학과 교육과정이, 그리고 2009 개정과 2015 개정 수학과 교육과정이 서로 유사한 경향을 보인다. 이와 같은 교육과정의 변화를 단위 측면에서 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 제5차와 제6차 수학과 교육과정에서는 학습해야 할 들이의 단위를 dL과 L로, 제7차부터는 L과 mL를 제시하였다. 둘째, 사용하는 단위에는 차이가 있으나 제5차부터 2015 개정 수학과 교육과정까지 단위의 관계를 아는 것은 지속적으로 강조하고 있다. 셋째, 2009 개정 수학과 교육과정에서는 처음으로 표준 단위의 필요성을 강조하였으며, 이는 2015 개정 수학과 교육과정



[그림 II-2] 킬로그램의 정의와 단위기호에 대한 변화(한국표준과학연구원, 2007)

<표 II-3> 교육과정에 제시된 들이와 무게의 성취기준

	들이	무게
제5차 교육과정 (문교부, 1987, pp. 59-60)	<p>1 dℓ, 1 ℓ의 단위를 사용하여 들이를 측정할 수 있게 하며, 단위를 환산할 수 있게 한다.</p> <p>(가) 들이의 측정 (나) 들이의 단위명: dℓ, ℓ (다) 1 ℓ = 10 dℓ의 관계와 그 활용 (라) 들이의 계산</p>	<p>1 g, 1 kg의 단위를 사용하여 무게를 측정할 수 있게 하며, 단위를 환산할 수 있게 한다.</p> <p>(가) 무게의 측정 (나) 무게의 단위명: g, kg (다) 1 kg = 1000 g의 관계와 그 활용 (라) 무게의 계산</p>
제6차 교육과정 (교육부, 1992, p. 54)	<p>1dL, 1L의 단위를 사용하여 들이를 측정할 수 있게 하며, 단위를 환산할 수 있게 한다.</p> <p>① 들이의 측정 ② 들이의 단위명: dL, L ③ '1L = 10 dL'의 관계와 그 활용 ④ 들이의 계산</p>	<p>1g, 1kg의 단위를 사용하여 무게를 측정할 수 있게 하며, 단위를 환산할 수 있게 한다.</p> <p>① 무게의 측정 ② 무게의 단위명: g, kg ③ '1kg = 1000g'의 관계와 그 활용 ④ 무게의 계산</p>
제7차 교육과정 (교육부, 1997, p. 25, p. 28)	<p>① 1L, 1mL의 단위를 알고, 그 관계를 이해한다. ② 들이를 측정하여 L와 mL로 말할 수 있다. ③ 들이의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다. ④ 여러 가지 그릇의 들이를 짐작하고, 재어서 양감을 기른다.</p>	<p>① 1g, 1kg 단위를 알고 그 관계를 이해한다. ② 여러 가지 물체의 무게를 측정하여 g, kg 으로 말할 수 있다. ③ 무게의 합과 차를 구할 수 있다.</p>
2007 개정 교육과정 (교육인적 자원부, 2007, p. 143)	<p>① 1L, 1mL의 단위를 알고, 그 관계를 이해한다. ② 들이를 측정하여 L와 mL로 말할 수 있다. ③ 들이의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다. ④ 여러 가지 그릇의 들이를 어림하고 재어봄으로써 양감을 기른다.</p>	<p>① 1g, 1kg 단위를 알고 그 관계를 이해한다. ② 여러 가지 물체의 무게를 측정하여 g 과 kg 으로 말할 수 있다. ③ 무게의 덧셈과 뺄셈을 할 수 있다. ④ 여러 가지 무게를 어림하고 재어봄으로써 양감을 기른다.</p>
2009 개정 교육과정 (교육과학 기술부, 2011, p. 20.)	<p>① 들이를 나타내는 표준 단위의 필요성을 인식하여 1L와 1mL의 단위를 알고, 이를 이용하여 들이를 측정할 수 있다. ② 1L와 1mL의 관계를 이해하고, 들이를 단명수와 복명수로 표현할 수 있다. ③ 여러 가지 그릇의 들이를 어림하고 직접 재어보는 활동을 통해 들이에 대한 양감을 기른다. ④ 실생활 문제 상황을 통하여 들이의 덧셈과 뺄셈을 이해한다.</p>	<p>① 무게를 나타내는 표준 단위의 필요성을 인식하여 1g 과 1kg 의 단위를 알고, 이를 이용하여 무게를 측정할 수 있다. ② 1kg 과 1g 의 관계를 이해하고, 무게를 단명수와 복명수로 표현할 수 있다. ③ 여러 가지 물체의 무게를 어림하고 직접 재어보는 활동을 통해 무게에 대한 양감을 기른다. ④ 실생활 문제 상황을 통하여 무게의 덧셈과 뺄셈을 이해한다.</p>
2015 개정 교육과정 (교육부, 2015b, p. 19)	<p>[4수03-05] 들이를 나타내는 표준 단위의 필요성을 인식하여 1L와 1mL의 단위를 알고, 이를 이용하여 들이를 측정하고 어림할 수 있다. [4수03-06] 1L와 1mL의 관계를 이해하고, 들이를 단명수와 복명수로 표현할 수 있다. [4수03-07] 실생활 문제 상황을 통하여 들이의 덧셈과 뺄셈을 이해한다.</p>	<p>[4수03-08] 무게를 나타내는 표준 단위의 필요성을 인식하여 1g 과 1kg 의 단위를 알고, 이를 이용하여 무게를 측정하고 어림할 수 있다. [4수03-09] 1kg 과 1g 의 관계를 이해하고, 무게를 단명수와 복명수로 표현할 수 있다. [4수03-10] 실생활에서 무게를 나타내는 새로운 단위의 필요성을 인식하여 1t의 단위를 안다. [4수03-11] 실생활 문제 상황을 통하여 무게의 덧셈과 뺄셈을 이해한다.</p>

에서도 역시 지속적으로 제시하고 있다. 마지막으로 2009 개정 수학과 교육과정부터 복명수와 단명수의 표현을 명시적으로 제시하고 있다.

무게의 경우, 제5차와 제6차 수학과 교육과정이 서로 유사하며, 2009 개정과 2015 개정 수학과 교육과정이 서로 유사한 경향을 보인다. 즉 교육과정은 제7차, 2007 개정, 2009 개정 수학과 교육과정에서 변화가 많음을 알 수 있다. 이를 단위 측면에서 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 제5차부터 지금까지 단위 사이의 관계를 아는 것은 지속적으로 강조하고 있다. 둘째, 2009 개정 수학과 교육과정에서 처음으로 표준 단위의 필요성을 강조하였으며, 이는 2015 개정 수학과 교육과정에서도 지속적으로 강조되고 있다. 마지막으로 2009 개정 수학과 교육과정부터 복명수와 단명수의 표현을 명시적으로 제시하고 있다.

### III. 연구 방법 및 절차

#### 1. 분석 대상

본 연구에서는 제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 총 6권의 수학 교과서를 분석하였으며(문교부, 1990; 교육부, 1996; 교육 인적자원부, 2001a, 2001b; 교육과학기술부, 2010; 교육부, 2014a), 들이와 무게와 관련된 단원을 중심으로 분석을 실시하였다(<표 III-1> 참조).

본 연구에서 제5차부터 현행 교과서까지 분석 한 이유는 다음과 같다. 첫째, 들이와 무게의 단위에 대한 국제단위계의 내용이 변화됨에 따라 그 변화가 교과서에서 적절히 반영되고 있는지와 실생활에 적합하게 단위가 제시되고 있는지를 알아보고자 하였다.

<표 III-1> 분석 대상

교육과정	학년	학기	단원명
제5차	3	2	3-2-5. 들이와 무게
제6차	3	2	3-2-6. 들이와 무게
제7차	3	나	3-나-5. 들이재기
	4	가	3-가-5. 시간과 무게
2007 개정	3	2	3-2-5. 들이와 무게
2009 개정	3	2	3-2-. 들이와 무게

둘째, 제5차부터 2015 개정 수학과 교육과정까지 지속적으로 강조하고 있는 단위 사이의 관계에 대한 내용이 교과서에 적절히 구현되고 있는지를 살펴보자 하였다.셋째, 2009 개정 수학과 교육과정부터 강조되어 온 표준 단위의 필요성 인식 측면이 2009 개정 수학 교과서에 적절히 구현되고 있는가를 살펴보고, 이전의 교과서에서는 이러한 측면에 대하여 어떻게 제시되어 있는지 분석하고자 하였다.

#### 2. 분석 기준

본 연구에서는 들이와 무게의 단위, 단위 사이의 관계, 표준 단위의 필요성을 분석 기준으로 하여 교과서를 분석하였다. 첫째, 단위에 대한 분석을 위하여 국제단위계에서 그 내용의 변화가 있거나 권고되었던 사항을 감안하여 들이와 무게 단위의 표현 및 국제단위계의 내용과 일치도, 단위기호의 표기 및 국제단위계의 내용과 일치도, 실생활 관련성 및 양감 형성 촉진 등의 측면에서 세부적으로 분석하였다. 둘째, 교육과정에서 지속적으로 제시되었던 단위 사이의 관계가 교과서에 어떻게 구현되었는지를 알아보기 위하여 단위 사이의 관계를 정의하고 표현하는 방법, 단위 사이의 관계 이해를 촉진하는 활동 중심으로 살펴보았다. 마지막으로, 2009 개정 수

학과 교육과정부터 강조되고 있는 표준 단위의 필요성 측면을 살펴보기 위하여 임의 단위를 통한 비교 활동의 제시 여부, 임의 단위의 불편함과 표준 단위의 필요성을 고려한 활동 제시 여부를 중심으로 살펴보았다. 이와 같은 세부 분석 내용을 정리하면 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 분석 기준

분석 기준	세부 분석 내용
단위	단위를 어떻게 표현하고 있으며, 국제단위계의 내용과 일치하는가?
	단위기호를 어떻게 표기하고 있으며, 국제단위계의 내용과 일치하는가?
	양에 대해 어떠한 단위를 제시하고 있으며, 실생활에 적합한가?
	각 단위의 기본 양을 어떻게 제시하고 있으며, 학생들의 양감 형성에 적절한가?
단위 사이의 관계	단위 사이의 관계를 어떻게 정의 하는가?
	교과서에 어떻게 표현 하는가?
	단위 사이의 관계를 이해하기 위해 어떠한 활동을 제시하였는가?
표준 단위의 필요성	임의 단위를 통한 비교 활동을 제시 하는가?
	임의 단위를 통한 비교 활동을 통해 불편함을 느끼도록 하는가?
	임의 단위로 비교할 때의 불편함을 통해 표준 단위의 필요성을 느끼도록 하는가?

## IV. 연구 결과

### 1. 들이와 무게의 단위

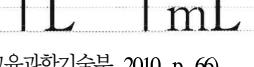
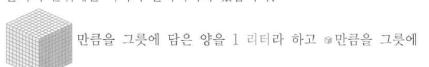
#### 가. 들이의 단위

제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 제시된 들이의 단위에 대한 내용은 <표 IV-1>과 같다.

우선, 각 교과서에서 단위를 어떻게 표현하고

있는지를 분석한 결과, 제5차부터 2007 개정 수학 교과서까지는 들이의 단위를 ‘1 리터, 1 밀리리터’로 표현하였으나 2009 개정 수학 교과서에서는 ‘리터, 밀리리터’로 표현하였다. 들이의 단위 명칭은 리터이며, 단위기호는 1, L이다(한국표준과학연구원, 2007, p. 31). 따라서 2009 개정 수학 교과서처럼 단위 표현은 ‘리터, 밀리리터’

<표 IV-1> 제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 나타난 들이 단위에 대한 정의

교과서 제시 장면	
제5차	<p>들이의 단위에는 1 리터나 1 데시리터 등이 있습니다. 리터는 ℥, 데시리터는 dℓ라고 씁니다.</p>  <p>(문교부, 1990, p. 69)</p>
제6차	<p>들이의 단위에는 1 리터와 1 데시리터 등이 있습니다. 1 리터는 1L, 1 데시리터는 1dL라고 씁니다.</p>  <p>(교육부, 1996, p. 78)</p>
제7차	<p>들이 단위에는 1 리터와 1 밀리리터가 있습니다. 1 리터는 1L, 1 밀리리터는 1mL라고 씁니다.</p> <p>(교육인적자원부, 2001a, p. 64)</p>
2007 개정	<p>들이의 단위에는 1 리터와 1 밀리리터가 있습니다. 1 리터는 1L, 1 밀리리터는 1mL라고 씁니다.</p>  <p>(교육과학기술부, 2010, p. 66)</p>
2009 개정	<p>들이의 단위에는 리터와 밀리리터가 있습니다.</p> <p>만큼을 그릇에 담은 양을 1 리터라 하고 ※만큼을 그릇에 담은 양을 1 밀리리터라고 합니다. 1 리터는 1L, 1 밀리리터는 1mL라고 씁니다.</p>  <p>(교육부, 2014a, p. 143)</p>

로 기술하는 것이 적절하다고 판단된다.

둘째, 단위기호를 표기하는 방식을 살펴보면, 제5차 수학 교과서의 경우 리터는  $\ell$ 로 표기하였으며, 그 외의 경우에는 1리터는 1L로 표기하였다. 한국표준과학연구원(2007, p. 37)에 따르면, “단위기호는 주변문장에 사용된 다른 글자체와 관계없이 로마(직립)체를 쓴다.”고 제시되어 있어 리터의 단위기호는 로마(직립)체인 L로 표기하는 것이 적절하다.

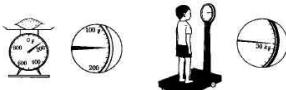
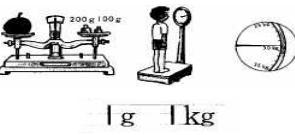
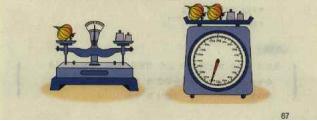
셋째, 들이에 대해 어떠한 단위를 제시하고 있음을 살펴보면, 제5차, 제6차 수학 교과서에서는 리터와 데시리터를, 제7차 이후의 수학 교과서에서는 리터와 밀리리터를 제시하고 있다. 우리나라의 경우 데시리터보다 리터와 밀리리터를 실생활에서 많이 사용하고 있으므로 리터와 밀리리터를 제시하는 것이 적절하다고 사료된다. 또한 제5차, 제6차 수학 교과서에는 ‘들이의 단위에는 리터와 데시리터 등이 있다’고 제시하고 있으나 제7차 이후의 수학 교과서에는 ‘들이의 단위에는 리터와 밀리리터가 있다’고 제시하고 있다. 후자의 경우는 학생들이 들이의 단위는 두 가지만 있다고 생각할 수 있다. 따라서 제5차와 제6차 수학 교과서와 같이 ‘등’을 사용하여 다른 단위가 있음을 암시하는 것이 보다 적절하다.

마지막으로, 1리터나 1밀리리터의 양을 어떻게 제시하며, 학생들의 양감 형성에 적절한가를 살펴보았다. 제6차와 2009 개정 수학 교과서에서는 들이 단위의 양감 형성을 위하여 그림으로 제시하였다. 특히 제6차 수학 교과서의 경우 1리터와 1데시리터만큼을 비커를 사용하여 제시하였으며, 2009 개정 수학 교과서의 경우는 1리터와 1밀리리터를 각각 수모형(낱개 모형과 천모형)을 사용하여 제시하였다. 이와 같이 들이 단위에 대한 양감 형성의 측면에서 그림을 제시하는 것은 적극적으로 고려될 필요가 있다. 그러나 어떻게 제시할지에 대한 고민이 필요하다.

#### 나. 무게의 단위

제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 제시된 무게의 단위에 대한 내용은 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 나타난 무게 단위에 대한 정의

교과서 제시 장면	
제5차	<p>무게를 알아보는 단위에는 1그램, 1킬로그램 등이 있습니다. 그램은 <math>g</math>, 킬로그램은 <math>kg</math>이라고 씁니다.</p>  <p>(문교부, 1990, p. 76)</p>
제6차	<p>무게의 단위에는 1그램, 1킬로그램 등이 있습니다. 1그램은 <math>g</math>, 1킬로그램은 <math>kg</math>이라고 씁니다.</p>  <p>1 g      1 kg (교육부, 1996, p. 82)</p>
제7차	<p>무게의 단위에는 1그램, 1킬로그램 등이 있다. 1그램은 <math>1g</math>, 1킬로그램은 <math>1kg</math>이라고 쓴다.</p>  <p>1 g      1 kg (교육인적자원부, 2001b, p. 68)</p>
2007 개정	<p>무게의 단위에는 1킬로그램과 1그램이 있습니다. 1킬로그램은 <math>1kg</math>, 1그램은 <math>1g</math>이라고 씁니다.</p>  <p>1 kg      1 g (교육과학기술부, 2010, p. 72)</p>
2009 개정	<p>무게의 단위에는 킬로그램과 그램이 있습니다. 물 1L의 무게를 1킬로그램이라 하고 물 1mL의 무게를 1그램이라고 합니다. 1킬로그램은 <math>1kg</math>, 1그램은 <math>1g</math>이라고 씁니다.</p>  <p>1 kg      1 g (교육부, 2014a, p. 155)</p>

우선, 각 교과서에서 단위를 어떻게 표현하고 있는가를 살펴보면, 제5차 수학 교과서부터 2007 개정 수학 교과서까지는 무게의 단위를 ‘1 킬로그램, 1 그램’으로 표현하였다. 반면 2009 개정 수학 교과서에서는 ‘킬로그램, 그램’으로 표현하였다. 질량의 단위 명칭은 킬로그램이며, 단위기호는 kg 이다(한국표준과학연구원, 2007, p. 23). 따라서 무게의 단위를 제시할 때에는 ‘킬로그램, 그램’이라고 표현하는 것이 적절하다.

추가적으로, 2009 개정 수학 교과서에서 “물 1L의 무게를 1 킬로그램이라고 하고 물 1mL의 무게를 1 그램이라고 합니다(교육부, 2014a, p. 155).”라고 단위에 대한 정의를 제시하고 있다. 앞서 기술하였듯이 제12차 국제도량형총회(1964년)는 1901년에 정한 리터의 정의(즉 ‘물 1kg의 부피를 1 리터라고 한다’)를 폐기하였으며, 리터는 세계곱데시미터의 특별한 명칭으로 규정하였다. 따라서 “물 1L의 무게를 1 킬로그램이라고 하고 물 1mL의 무게를 1 그램이라고 합니다(교육부, 2014a, p. 155).”에 대한 수정이 필요하다.

둘째, 단위기호를 표기하는 방식을 살펴보면, 제5차 수학 교과서의 경우 킬로그램을 kg으로, 그램은 g으로 표기하였으며, 다른 교과서의 경우에는 킬로그램은 kg 으로, 그램은 g 으로 표기하였다. 한국표준과학연구원(2007, p. 37)에 따르면, “단위기호는 주변문장에 사용된 다른 글자체와 관계없이 로마(직립)체를 쓴다.”고 제시되어 있어 무게의 단위기호는 로마(직립)체인 ‘kg 과 g’으로 표기하는 것이 적절하다.

셋째, 무게에 대해 어떠한 단위를 제시하고 있는지를 살펴보면, 모든 무게의 단위는 그램과 킬로그램을 제시하고 있다. 실생활에서 그램과 킬로그램을 주로 사용하는 것을 고려해볼 때, 이러한 단위의 제시는 적절하다고 사료된다. 추가적으로 제5차에서부터 제7차 수학 교과서에는 무게의 단위에는 “1 그램과 1 킬로그램 등이 있다.”

고 제시하고 있으나 2007 개정 수학 교과서부터는 무게의 단위에는 “킬로그램과 그램이 있다.”고 제시하고 있다. 후자의 경우는 학생들이 무게의 단위는 두 가지만 있다고 생각할 수 있으므로, 이전 교과서에서와 같이 ‘등’을 추가하여 제시된 단위 이외의 단위가 있음을 암시하는 것보다 적절할 것으로 판단된다.

마지막으로, 1 킬로그램이나 1 그램의 양을 어떻게 제시하며, 학생들의 양감 형성에 적절한가를 살펴보았다. 제5차에서부터 제7차 수학 교과서에서는 저울에 킬로그램과 그램이 표시된 그림을 제시한 반면에, 2007 개정과 2009 개정 수학 교과서에서는 그림을 제시하지 않았다. 두 가지 방식 중 단위에 대한 양감을 기르는 측면에서 그림을 병행하는 것은 적절해 보이지만, 1kg의 정의를 그대로 그림으로 표현하기 어렵다. 대안적으로, 생활에서 쉽게 접할 수 있는 1kg 인 물체와 그것이 1kg 임을 알 수 있도록 저울을 함께 제시하는 것을 고려해 볼만하다.

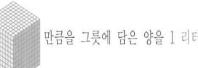
## 2. 단위 사이의 관계

### 가. 들이의 단위 사이의 관계

제5차부터 2009 개정 수학 교과서까지 제시된 들이의 단위 사이의 관계에 대한 내용을 살펴보면 <표 IV-3>과 같다. 각 교과서별로 단위 사이의 관계를 어떻게 정의했는가, 교과서에 어떻게 표현했는가, 관계 이해를 위해 추가적으로 어떠한 활동을 제시했는가를 상세히 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 단위 사이의 관계는 제5차부터 2009 개정 수학 교과서에서 동일하게 “1 리터는 ~와 같습니다.”와 식을 함께 제시하였다. 이러한 정의 자체로는 학생들이 단위 사이의 관계를 이해하기 어려우므로 추가적인 활동이나 그림이 필요할 것

<표 IV-3> 제5차 수학 교과서부터 2009 개정  
수학 교과서까지 제시된 들이의 단위  
사이의 관계

	교과서 제시 장면	관계 이해를 위한 활동
제5차	<p>들이의 단위에는 1 리터나 1 데시리터 등이 있습니다. 리터는 ℓ, 데시리터는 dℓ라고 씁니다.</p>  <p>1 리터는 10 데시리터와 같습니다.  <math>1 \text{ ℓ} = 10 \text{ dℓ}</math></p>  <p>(문교부, 1990, p. 69)</p>	
제6차	<p>들이의 단위에는 1 리터와 1 데시리터 등이 있습니다. 1 리터는 1L, 1 데시리터는 1dL라고 합니다.</p>  <p>1 리터는 10 데시리터와 같습니다.  <math>1 \text{ L} = 10 \text{ dL}</math></p> <p>(교육부, 1996, p. 78)</p>	관련된 활동 없음
제7차	<p>1 리터는 1000 밀리리터와 같습니다.  <math>1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}</math></p> <p>(교육인적자원부, 2001a, p. 64)</p>	
2007 개정	<p>1 리터는 1000 밀리리터와 같습니다.  <math>1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}</math></p> <p>(교육과학기술부, 2010, p. 66)</p>	
2009 개정	<p>들이의 단위에는 리터와 밀리리터가 있습니다.</p>  <p>담은 양을 1 밀리리터라고 합니다.  1 리터는 1 L, 1 밀리리터는 1 mL라고 씁니다.  <math>1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}</math></p> <p>1 리터는 1000 밀리리터와 같습니다.  <math>1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}</math></p> <p>(교육부, 2014a, p. 143)</p>	활동 1에서 천 모형은 낱개 모형이 몇 개 모여서 된 것일까?라는 발문을 제시하여 그 관계를 탐색하도록 하고 있다. 이러한 발문은 학생들의 단위 사이의 관계 이해를 도울 수 있을 것으로 기대된다.

이다.

둘째, 교과서 상의 표현 방법을 살펴보면, 제5차 교과서의 경우 들이 단위인 1 리터와 1 데시리터의 관계를 나타내기 위해 단위 사이의 관계를 말과 식으로 제시한 후 그림을 추가하였다. 반면에 제6차 교과서에는 들이 단위를 소개할 때 그림을 사용하였고, 그 다음에 단위 사이의 관계를 말과 식으로 제시하였다. 이 때 사용된 그림은 들이 단위 각각을 나타내기 위한 의도로 보이지만, 교사가 그림에 대한 추가적인 발문을 한다면 단위 사이의 관계를 이해하는 데에도 도움을 줄 수 있을 것으로 여겨진다.

이에 반하여 제7차와 2007 개정 수학 교과서에는 그림 없이 말과 식으로만 단위 사이의 관계를 제시하였다. 2009 개정 수학 교과서에서는 들이 단위를 정의할 때 천 모형과 낱개 모형을 사용하였고, 그 다음에 말과 식으로 단위 사이의 관계를 제시하였다. 학생들의 이해를 돋기 위해 단위 사이의 관계를 제시할 때 적절한 그림을 병행하는 것을 고려해 볼만하다.

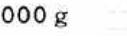
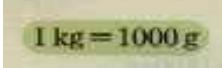
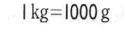
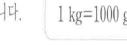
마지막으로, 관계 이해를 위해 추가적으로 실시한 활동을 살펴보면, 2007 개정 수학 교과서까지는 추가적인 활동을 찾아보기 어렵다. 반면에, 2009 개정 수학 교과서에서는 이에 대한 활동이 제시되어 있다. 천 모형과 낱개 모형의 크기를 살펴보는 활동 1 옆에 ‘천 모형은 낱개 모형이 몇 개 모여서 된 것일까?’라는 발문을 제시하여 그 관계를 탐색하도록 하고 있다. 이러한 발문은 학생들의 단위 사이의 관계 이해를 도울 수 있을 것으로 기대된다.

#### 나. 무게의 단위 사이의 관계

제5차부터 2009 개정 수학 교과서에 제시된 무게의 단위 사이의 관계에 대한 내용은 <표 IV-4>와 같다. 각 교과서별로 단위 사이의 관계를

어떻게 정의했는가, 교과서에 어떻게 표현했는가, 관계 이해를 위해 추가적으로 어떠한 활동을 제시했는가를 살펴본 결과는 다음과 같다.

<표 IV-4> 제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 나타난 무게의 단위 사이에 관계

	교과서 제시 장면	관계 이해를 위한 활동
제5차	<p>1 kg은 1000 g과 같습니다.  <math>1 \text{kg} = 1000 \text{g}</math></p>  <p>(문교부, 1990, p. 76)</p>	
제6차	<p>1 kg은 1000 g과 같습니다.  <math>1 \text{kg} = 1000 \text{g}</math></p>  <p>(교육부, 1996, p. 82)</p>	
제7차	 <p>(교육인적자원부, 2001b, p. 68)</p>	관련된 활동 없음
2007 개정	<p>1킬로그램은 1000 그램과 같습니다.  <math>1 \text{kg} = 1000 \text{g}</math></p>  <p>(교육과학기술부, 2010, p. 72)</p>	
2009 개정	<p>1킬로그램은 1000 그램과 같습니다.  <math>1 \text{kg} = 1000 \text{g}</math></p>  <p>(교육부, 2014a, p. 155)</p>	

첫째, 단위 사이의 관계에 대해서는 제7차를 제외한 제5차부터 2009 개정 수학 교과서에서 ‘1 킬로그램은 1 그램과 같습니다.’와 함께 식을 제시하였다. 이러한 문장이나 식 자체로는 학생들이 단위사이의 관계를 이해하기 어려우므로 추가적인 활동이나 그림이 필요해 보인다.

둘째, 교과서 상의 표현 방법을 살펴보면, 제5

차부터 2009 개정 수학 교과서에는 단위 사이의 관계를 제시하는 말과 식만 제시하였으며, 이에 대한 그림이나 추가 설명이 제시되지 않았다. 특히 2009 개정 수학 교과서의 들이에 대한 단위 사이의 관계에 대해서는 그림과 발문이 제시되던 것과 대조적이다. 무게의 단위 사이의 관계에 대해서도 그림이나 추가적인 설명이 제시된다면 학생들이 그 관계를 이해하는데 도움이 되리라 사료된다.

마지막으로 관계 이해를 위해 추가적으로 실시한 활동을 살펴보면, 제5차부터 2009 개정 수학 교과서에서 관계 이해를 위한 추가적인 활동을 찾아보기 어렵다. 특히, 2009 개정 수학 교과서의 들이 부분에서는 각 단위의 양만큼의 그림과 ‘천 모형은 낱개 모형이 몇 개 모여서 된 것 일까?’라는 발문을 제시한 것과는 차이를 보인다. 무게 역시 단위 사이의 관계 이해를 도울 수 있는 다른 방안을 모색할 필요가 있다.

### 3. 표준 단위의 필요성

#### 가. 들이의 표준 단위의 필요성

들이의 표준 단위의 필요성이 제시된 제5차부터 2009 개정 수학 교과서까지의 내용은 <표 IV-5>와 같다.

우선, 임의 단위를 통한 비교 활동을 하고 있는가를 알아보면, 제5차 수학 교과서에서는 임의 단위로 들이를 비교하는 활동은 제시하지 않았다. 이에 반해 제6차 이후의 수학 교과서에서는 모두 임의 단위를 사용하여 들이를 비교하는 활동을 제시한다. 임의 단위의 불편함을 통해 표준 단위를 도입하기 위해서는 표준 단위를 도입하기에 앞서 임의 단위를 사용하여 비교하는 활동을 제시하는 것이 적절할 것이다. 또한, 임의 단위를 통한 비교 활동이 실생활에서 많이 사용되

<표 IV-5> 제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 나타난 들이의 표준 단위의 필요성 인식

	교과서 제시 장면	표준 단위 도입 전 활동
제5차	<p>물을 얼마나 들어 있는지 알아보시오.</p> <p>물을 떨어 낸 횟수가 컵마다 다른 이유를 말하여 보시오. 혜경이의 컵과 정숙이의 컵의 크기를 비교하여 보시오.</p> <p>(문교부, 1990, p. 69)</p>	<p>물을 떨어낸 횟수가 컵마다 다른 이유를 말해보는 활동과 물을 떨어낸 컵의 크기를 비교하는 활동을 제시한 후 들이의 단위를 제시함</p>
제6차	<p>컵을 이용하여 물의 양을 비교하여 보시오.</p> <p>물통에 담긴 물은 주전자에 담긴 물보다 얼마나 더 적은지 말하여 보시오.</p> <p>대야, 주전자, 물통에 들어가는 물의 양을 비교하여 보시오. ○ 물이 어느 것에 가장 많이 들어갈니까? ○ 물이 어느 것에 가장 적게 들어갈니까?</p> <p>(교육부, 1996, pp. 76-77)</p>	<p>임의 단위를 통한 비교하는 활동만 제시함</p>
제7차	<p>(교육인적자원부, 2001a, p. 63)</p>	<p>물병과 주전자를 같은 컵으로 비교하는 활동 후, “들이를 비교할 때에 사용하는 컵의 들이가 모둠마다 다르다면, 어떤 점이 불편하다고 생각합니까?”, “들이를 비교할 때에 쉽게 사용할 수 있는 컵을 정해두면, 어떤 점이 편리하다고 생각합니까?”라는 발문을 통해 임의 단위를 통한 비교의 불편함과 표준 단위의 필요성을 제시함</p>
2007 개정	<p>* 들이가 다른 여러 가지 컵을 사용하여 무유병과 물병의 들이를 비교해 보시오.</p> <p>들이를 비교하는 방법을 이야기해 보시오.</p> <p>들이를 비교할 때에 사용하는 컵의 들이가 학생마다 다르다면 어떤 점이 불편하다고 생각합니까?</p> <p>(교육과학기술부, 2010, p. 66)</p>	<p>들이의 단위를 알아보는 차시에서 임의 단위를 통한 비교를 학습한 후, “들이를 비교할 때에 사용하는 컵의 들이가 학생마다 다르다면 어떤 점이 불편하다고 생각합니까?”라는 발문을 통해 임의 단위를 통한 비교의 불편함까지만 제시함</p>
2009 개정	<p>(교육부, 2014a, p. 142)</p>	<p>들이의 단위를 알아보는 차시에서 임의 단위를 통한 비교를 학습한 후, 스토리텔링을 통해 임의 단위를 통한 비교의 불편함 제시, 들이를 비교하는 차시에 “어떠한 방법으로 약속하면 누구나 쉽게 알고 사용할 수 있을까?”라는 발문을 통해 표준 단위의 필요성을 생각해보게 함</p>

며 실제로 장점이 있음을 고려해볼 때, 지도서에 라도 임의 단위를 통한 비교의 장점도 함께 제시할 필요가 있다.

둘째, 임의 단위로 비교하는 활동을 통해서 불편함을 느끼게 하는가를 살펴보면, 제5차 수학 교과서의 경우 물통에 있는 물을 4사람이 각자 덜어낸 후, 물을 덜어낸 횟수가 컵마다 다른 이유를 말해보는 활동을 제시하고 있다. 이 활동에 교사가 추가적인 발문을 제시하다면 임의 단위의 불편함을 느낄 수 있을 것으로 보인다. 이에 반해, 제6차 수학 교과서에서는 임의 단위에 대한 비교를 통해 불편함을 느끼게 하는 활동을 찾아보기 어렵다. 이후 제7차, 2007 개정, 2009 개정 수학 교과서에서는 발문 또는 스토리텔링을 통해 임의 단위에 대한 비교를 통해 불편함을 느끼게 하였다.

셋째, 임의 단위로 비교할 때의 불편함을 통해 표준 단위의 필요성을 느낄 수 있도록 하는가를 살펴보면 제5차, 제6차, 2007 개정 수학 교과서에서는 명시적으로 표준 단위의 필요성을 느낄 수 있도록 제시하는 활동이나 발문을 찾아보기 어렵다. 반면 제7차 교과서에서는 “들이를 비교할 때에 쉽게 사용할 수 있는 컵을 정해두면, 어떤 점이 편리하다고 생각합니까?”라는 발문을 통해서, 그리고 2009 개정 수학 교과서에서는 “어떠한 방법으로 약속하면 누구나 쉽게 알고 사용할 수 있을까?”라는 발문을 통해서 표준 단위의 필요성을 느낄 수 있도록 제시하고 있다. 이와 같이 적절한 발문을 활용하여 학생들이 표준 단위의 필요성을 느낄 수 있는 기회를 제시하는 것이 필요해 보인다.

#### 나. 무게의 표준 단위의 필요성

무게의 표준 단위의 필요성이 제시된 제5차부터 2009 개정 수학 교과서까지의 내용은 <표 IV-6>

과 같다.

우선, 임의 단위를 통한 비교 활동을 하고 있는가를 보면 제5차부터 2009 개정 수학 교과서에서는 모두 임의 단위를 사용하여 무게를 비교하는 활동이 제시되고 있다. 이에 임의 단위를 사용한 비교 활동은 모두 적절히 구현되고 있음을 알 수 있다. 단, 들이와 마찬가지로 무게에서도 임의 단위를 활용할 때의 비교의 장점도 고려할 필요가 있다. 궁극적으로 임의 단위의 불편함을 통해 표준 단위를 제시해야 하는 것 때문에 임의 단위에 대한 비교가 불편한 것만으로 여겨지지 않아야 하기 때문이다.

둘째, 임의 단위로 비교하는 활동을 통해서 불편함을 느끼게 하는가를 살펴보면, 제5차부터 제7차 수학 교과서까지는 ‘얼마나 무거운지 알아보시오.’라는 활동 후에 바로 무게 단위를 도입하였다. 즉, 임의 단위에 대한 비교를 통해 불편함을 느끼게 하는 활동을 찾아보기 어렵다. 반면 2007 개정, 2009 개정 수학 교과서에서는 발문 또는 스토리텔링을 활용하여 임의 단위에 대한 비교를 통해 불편함을 느끼게 하였다. 예를 들어, ‘무게를 비교할 때에 사용하는 단위가 학생마다 다르다면 어떤 점이 불편하다고 생각합니까?’와 같은 발문을 활용하여 임의 단위로 비교할 때의 불편함을 생각해보게 한다.

셋째, 임의 단위로 비교할 때의 불편함을 통해 표준 단위의 필요성을 느낄 수 있도록 하는가를 살펴보면 제5차, 제6차, 제7차, 2007 개정 수학 교과서에서는 명시적으로 표준 단위의 필요성을 느낄 수 있도록 제시하는 활동이나 발문을 찾아보기 어렵다. 반면 2009 개정 수학 교과서에서는 “어떠한 방법으로 약속하면 누구나 쉽게 알고 사용할 수 있을까?”라는 발문을 통해 표준 단위의 필요성을 느낄 수 있도록 제시하고 있다.

<표 IV-6> 제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 나타난 무게의 표준 단위의 필요성 인식

	교과서 제시 장면	표준 단위 도입 전 활동
제5차	<p>배와 감의 무게는 각각 동전 몇 개의 무게와 같습니까?</p>  <p>어느 것이 얼마나 더 무거운지 말하여 보시오.</p> <p>(문교부, 1990, p. 75)</p>	<p>동전을 이용하여 배와 감의 무게를 비교함</p> <p>“어느 것이 얼마나 더 무거운지 말하여 보시오.”라고 제시 후 무게 단위 도입</p>
제6차	<p>어느 쪽이 얼마나 더 무거운지 알아보는 방법을 생각하여 보시오.</p>  <p>사과와 귤의 무게는 각각 동전 몇 개의 무게와 같습니까?</p> <p>사과는 귤보다 얼마나 더 무겁습니까?</p> <p>(교육부, 1996, p. 82)</p>	<p>동전을 이용하여 사과와 귤의 무게를 비교함</p> <p>“사과와 귤의 무게는 각각 동전 몇 개의 무게와 같습니까? 사과는 귤보다 얼마나 더 무겁습니까?”라는 발문 후 무게 단위 도입</p>
제7차	 <p>● ② 물건을 이용하여 감자와 양파의 무게를 알아보아라.</p> <p>● 감자와 무지는 동전 몇 개의 무게와 같습니까?</p> <p>● 양파와 무지는 동전 몇 개의 무게와 같습니까?</p> <p>● 어느 것의 무게가 더 무거울까요?</p> <p>● 동전 대신에 다른 물건을 이용하여 무게를 알아보아라.</p> <p>(교육인적자원부, 2001b, p. 67)</p>	<p>양팔 저울로 감자와 양파의 무게 비교 후, 동전을 이용하여 감자와 양파의 무게를 비교함</p> <p>“동전 대신에 다른 물건을 이용하여 무게를 알아보아라”라고 제시 후 무게 단위 도입</p>
2007 개정	<p>* 바둑돌 대신에 다른 단위를 이용하여 무게를 알아보시오.</p> <p>단위 치우개 무게 연필 무게 무엇이 얼마나 더 무겁습니까?</p> <p>비록들 <input type="checkbox"/> 개 <input type="checkbox"/> 개 가 <input type="checkbox"/> 보다 바둑돌 <input type="checkbox"/> 개만큼 더 무겁습니다.</p> <p>■ 바둑돌과 같이 무게를 재는 단위를 이용하여 무게를 비교할 때 좋은 점을 말해 보시오.</p> <p>■ 무게를 비교할 때 사용하는 단위가 학생마다 다르다면 어떤 점이 불편하다고 생각합니까?</p> <p>(교육과학기술부, 2010, p. 71)</p>	<p>무게의 단위를 알아보는 차시에서 임의 단위를 통한 비교를 학습한 후, “무게를 비교할 때에 사용하는 단위가 학생마다 다르다면 어떤 점이 불편하다고 생각합니까?”라는 발문을 통해 임의 단위를 통한 비교의 불편함까지만 제시</p>
2009 개정		<p>무게의 단위를 알아보는 차시에서 임의 단위를 통한 비교를 학습한 후, 스토리텔링을 통해 임의 단위를 통한 비교의 불편함을 제시, 무게를 비교하는 차시에 “어떠한 방식으로 약속하면 누구나 쉽게 알고 사용할 수 있을까?”라는 발문을 통해 표준 단위의 필요성을 생각해보게 함</p>

## V. 결론 및 제언

본 연구는 초등학교 수학 교과서의 들이와 무게에 대한 지도 내용을 비교 분석하였다. 주된 연구 결과를 토대로 결론 및 제언을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 무게의 단위와 관련하여 2009 개정 수학 교과서에서 퀼로그램을 정의할 때 이미 폐기된 리터의 정의를 사용하는 것으로 드러났다. 이에 교과서에서 양에 대한 단위를 정의하거나 사용할 때에는 국제단위계와 일치하는지를 살펴보아야 할 것이다. 국제단위계에 제시된 단위에 대한 내용들은 고정된 것이 아니며 지속적으로 변화되고 있다. 특히 우리나라의 경우 국가표준기본법과 국가표준기본법 시행령에 국제단위계에 대한 사항을 포함하고 있으며, 초등학교 교과서의 편찬 시 계량 단위 등은 국가표준기본법 등 관련 법규를 따르는 것을 원칙으로 하고 있다(교육부, 2015a; 한국표준과학연구원, 2007). 따라서 교과서에서 양에 대한 단위를 정의할 때에는 국제단위계와 일치하는지 확인이 필요하다.

둘째, 국제단위계에 따르면 단위기호를 사용할 때 일반적으로 로마(직립)체 소문자를 사용해야 하며, 제5차 수학 교과서를 제외한 제6차부터 2009 개정 수학 교과서까지는 로마(직립)체를 사용한 것으로 나타났다. 하지만 들이의 경우 예외적으로 단위기호로 L과 l를 모두 사용하며, 무게의 경우 소문자로 사용하기는 하지만 로마(직립)체 소문자가 학생들이 일상생활에서 접하는 그램(g)의 모양과 다르다. 이에 학생들이 단위를 표기하는 규칙에 대해 혼동을 느낄 수 있으므로, 학생들에게 교사가 적절한 안내를 할 수 있도록 교사용지도서에 단위 표기법에 대한 설명을 추가하는 것이 필요하다.

셋째, 제5차부터 2007 개정 수학 교과서까지 들이 단위의 기본 양인 1L, 1mL의 양에 대해

제시한 부분을 찾기 어렵다. 반면에 2009 개정 수학 교과서에는 수모형을 사용하여 1L과 1mL의 양에 대한 학생들의 양감 형성을 돋고 있다는 측면에서 고무적이기는 하지만, 제시된 수모형에 모서리의 길이가 표시되어 있지 않고, 교사용 지도서에만 낱개 모형의 한 모서리의 길이를 재보면 1cm라고 제시된 점은 재고할 필요가 있다(교육부, 2014c). 현장에서 사용하고 있는 수모형의 크기와 차이가 있을 수 있고, 학생들이 수모형으로 들이의 양을 생각한다면 들이의 단위를 고체의 양만을 표현하는 데 사용하는 것으로 오해할 수 있기 때문이다. 이에 제6차와 유사하게 세계곱데시미터의 정육면체와 물이 채워진 비커 그림을 제시하는 것을 고려해 볼 수 있다.

넷째, 제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서까지 1kg과 1g의 양을 제시한 것은 찾아보기 어렵다. 들이 단위의 기본 양에 대해서 2009 개정 수학 교과서에서 상세히 다룬 것과는 대조적이다. 이는 무게가 들이와 달리 내재적인 속성이며, 따라서 그 기본 양을 다른 속성과 달리 그림으로 표현하기 어려웠을 것이라고 예상할 수 있다. 하지만 무게는 학생들이 일상생활에서 많이 접하는 속성이며, 기본 양에 대한 양감은 실생활에서 꼭 필요한 능력이다. 따라서 학생들이 기본 양을 알 수 있게 제시하는 것이 필요하며, 학생들이 주변에서 쉽게 접할 수 있는 물체와 저울을 이용하는 것도 하나의 대안이 될 수 있다고 생각된다.

다섯째, 2009 개정 수학 교과서에서는 들이에서 천 모형은 낱개 모형이 몇 개 모여서 된 것 인지를 확인하는 활동을 제시하여 학생들이 단위 사이의 관계를 생각해볼 수 있는 기회를 제공하였다. 하지만 아쉽게도 무게에서는 이러한 활동이 제시되지 않았다. 이에 무게 단위 사이의 관계를 제시할 때에도 양감 및 관계 이해를 도울 수 있도록 그림이나 발문을 활용해 볼 필요

가 있다. 예를 들어, 저울 그림이 교과서에 함께 제시되고, ‘1g 이 몇 개 있으면 1kg 이 될까?’와 같은 발문을 사용한다면 무게 단위 사이의 관계를 이해하는데 도움이 될 것이다. 또한 대부분의 기존 교과서가 단위 사이의 관계를 말로만 제시하고 있다. 이는 교육과정에서 ‘단위 사이의 관계를 이해한다’는 것을 지속적으로 강조한 것과는 차이를 보인다. 이에 단위 사이의 관계를 제시할 때에는 추가적인 발문, 그림, 활동 등이 필요하다.

마지막으로, 제5차부터 2007 개정 수학 교과서에서는 특히 무게와 관련하여, 임의 단위의 비교를 통해 불편함을 느끼도록 하는 발문이나 활동과 임의 단위의 불편함을 표준 단위와 연결할 수 있는 발문이나 활동을 모두 제시하는 경우를 찾아보기 어려웠다. 이에 반해, 2009 개정 수학 교과서에서는 모두 제시하기는 하였으나, 임의 단위의 불편함을 스토리텔링으로 제시하였다. 표준 단위의 필요성을 인식하도록 돋기 위해서는 임의 단위의 비교를 통한 불편함을 느끼게 해야 할 뿐만 아니라 이를 표준 단위와 연결할 수 있는 발문이나 활동이 교과서에 명시적으로 제시될 필요가 있다. 예를 들면, 지금까지의 교과서에서 사용된 ‘무게를 비교할 때에 사용하는 단위가 학생마다 다르다면, 어떤 점이 불편하다고 생각합니까?’와 같은 발문을 활용하여 임의 단위로 비교할 때의 불편함을 생각해보게 하는 것이 적절할 것이라고 사료된다. 또한 ‘어떠한 방법으로 약속하면 누구나 쉽게 알고 사용할 수 있을까?’라는 발문을 통해 표준 단위의 필요성과 연결시킬 수 있을 것이다.

본 논문은 지금까지 선행 연구가 많지 않은, 들이와 무게의 단위에 초점을 두어 제5차 수학 교과서부터 2009 개정 수학 교과서를 비교·분석하였다. 본 연구 결과가 차기 교과서 개발과 학생들이 들이와 무게의 단위를 학습하는데 도

움이 되기를 기대한다.

## 참고문헌

- 강완, 나귀수, 백석윤, 이경화(2013). **초등수학 교수 단위 사전**. 서울: 경문사.
- 교육과학기술부(2010). **수학 3-2**. 서울: 두산동아.
- 교육과학기술부(2011). **수학과 교육과정**. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 8].
- 교육부(1992). **초등학교 교육과정**. 교육부 고시 제 1992-16호.
- 교육부(1996). **수학 3-2**. 국정교과서.
- 교육부(1997). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제 1997-15 [별책 8].
- 교육부(2014a). **수학 3-2**. 서울: 천재교육.
- 교육부(2014b). **과학 3-2 교사용 지도서**. 미래엔.
- 교육부(2014c). **수학 교사용 지도서 3-2**. 서울: 천재교육.
- 교육부(2015a). **2015 개정 교육과정에 따른 초등학교 3~4학년군 교과용도서 편찬기관 워크숍 자료**.
- 교육부(2015b). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2015-74호.
- 교육인적자원부(2001a). **수학 3-나**. 서울: 대한교과서.
- 교육인적자원부(2001b). **수학 4-가**. 서울: 대한교과서.
- 교육인적자원부(2007). **초등학교 교육과정**. 교육인적자원부 고시 제2007-79 [별책 2].
- 김명옥, 권성룡(2009). 소집단 협동학습을 통한 의사소통활동이 어린측정전략에 미치는 효과: 초등학교 5학년을 중심으로. **수학교육**, 48(3), 329-352.
- 대한무역투자진흥공사(2013). <http://terms.naver.com/>

- entry.nhn?docId=2081381&cid=48564&categoryId=48564
- 문교부(1987). **초등학교 교육과정**. 문교부 고시 제87-9호.
- 문교부(1990). **산수 3-2**. 국정교과서.
- 방정숙, 권미선, 김민정, 최인영, 선우진(2016). 한국, 일본, 싱가포르, 미국의 초등학교 수학 교과서에 제시된 들이와 무게 지도 방안에 대한 비교·분석. **한국초등수학교육학회지**, 20(4), 627-654.
- 서정아, 정희경, 정용재(2000). 초·중학생의 눈금 읽기 능력 및 측정 도구와 단위에 관련된 개념 조사. **한국과학교육학회지**, 20(1), 1-11.
- 이수진, 김민경(2017). 초등학생들의 다양한 어림 전략을 통한 길이 어림 분석. **초등수학교육**, 20(1), 1-18.
- 이유미(2010). **초등학교 3, 4학년 학생들의 측정 감각에 관한 실태 분석**. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 조영미, 임선혜(2010). 시간 지도에 관한 초등수학교과서 비교연구: 한국, 싱가포르, 일본을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 14(2), 421-440.
- 주영희, 김성준(2009). 측정 영역 수학학습부진아의 오류 유형 및 지도 방안 연구. **교과교육학 연구**, 13(4), 717-736.
- 한국표준과학연구원(2007). **국제단위계(제8판)**. 한국표준과학연구원.
- 한국표준과학연구원(2014). **단위를 알면 세상이 보인다: 단위 이야기**. 동아사이언스.
- Hoshida, T. (2014). Zukai yoku wakaru tani no jiten. Tokyo: Kadokawa Corporation. 문무성 역(2014). **도해 단위 사전**. 서울: 에이케이커뮤니케션즈.
- Robert, P. C. (2011). World in the balance. New York: W. W. Norton & Company. 노승역 역(2012). **측정의 역사: 절대 측정을 향한 인류의 꿈과 여정**. 서울: 에이도스.

# An Analysis of Capacity and Weight in the Elementary Mathematics Textbooks

Kwon, MiSun (Gokban Elementary School)

Pang, JeongSuk (Korea National University of Education)

This paper analyzed the units of capacity and weight in the mathematics textbooks in terms of units, relationship between the units, and the need of standard units. The results of this study showed that there were differences in the representation of the units, the notation of units, the types of units, and the representation of basic amount of units in the mathematics textbooks developed by the 5th, 6th, 7th, 2007 revised, and 2009 revised national mathematics curriculum respectively. The mathematics textbook developed by the 2009 revised mathematics curriculum was found to be generally consistent with the International System of Units (SI). However, the way of defining 1kg

through the weight of water was found to be different from the SI. The relationship between the units was consistently described only with a written sentence in the previous mathematics textbooks, but the 2009 revised mathematics textbook presents questions and pictures to foster students' understanding of the relationship. Finally, activities and questions are required for students to recognize the universality and convenience of the standard units through the inconvenience of arbitrary units. Based on these results, this paper provides implications for the development of mathematics textbooks in the units of capacity and weight.

\* Key Words : Capacity(뜰), Weight(무게), Unit(단위), Elementary Mathematics Textbooks(초등 수학 교과서)

논문접수 : 2017. 5. 11

논문수정 : 2017. 6. 7

심사완료 : 2017. 6. 21