



# 초등예비교사들의 과학 단위 인식과 한국, 일본, 미국 초등 과학 교과서 과학단위 분석

김 성 규<sup>†</sup>  
진주교육대학교(교수)

## Recognition of Pre-service elementary teachers' science units and Korea, Japan, and USA Elementary Science Textbooks Science Unit Analysis

Sung-Kyu KIM<sup>†</sup>  
Chinju National University of Education(professor)

### Abstract

The purpose of this study is to compare the units of elementary science textbooks in Korea, Japan, and the USA and correct writing of Science Units through the questionnaire of 259 pre-service elementary teachers.

There are more units in USA than Korea and Japan in result of the comparative analysis of units in elementary science textbooks. In common, the number of units are increased and the difficult units are used in various usage according to the higher grade. In particular, metric system(SI) and yard pound units are used together in USA elementary science textbook. In the units writing comparison, USA is written according to the International Bureau of Weights and Measures(BIPM) except for temperature(°C) and percent(%), while Korea and Japan do not follow the standards.

Pre-service teachers were writing correctly except for the temperature and the quantity of electricity. They used wrong korea words 'per' instead of 'mae'. For spacing indication, half of the respondents chose the answer in the case of temperature(°C). Specially, the spacing of " time ", " minutes " and " seconds " indicating time was completely misunderstood. They do not use the small and the large letters correctly too. The combination of one or more symbols should use with parentheses and negative indices, but the answer rate was low. And for the interpretation of combined unit, in the case of speed and wattage, teachers understood well but in the case of wind speed, they did not recognize as well as the population density and fuel efficiency. In the positive and negative prefixes we use commonly, teachers do not understand it because they do not use it in real world.

In the future, KRISS should develop the unit continuously. We have to use units in the right usage in the daily life and more training and teaching time is needed in the education field.

**Key words : SI unit, Science units, Writing, Pre-service elementary teacher**

## I. 서론

현대 산업 사회는 과학기술을 바탕으로 눈부시게 발전하여 왔으며, 과학기술은 국제협력을 통

### 1. 연구의 필요성 및 목적

<sup>†</sup> Corresponding author : 055-740-1242, skkim@cue.ac.kr

\* 이 논문은 진주교육대학교 교내 연구비(2016년)에 의해 연구되었음.

하여 빠른 속도로 발전할 수 있었다. 이러한 과학기술 분야의 국제협력은 전 세계가 공통으로 사용할 수 있는 국제 측정 표준인 국제단위계(SI) 때문이다. '모든 시대의 모든 사람을 위한(for all people for all time)' 국제적인 표준을 만들고자 하였지만 프랑스가 처음 미터법을 만들 당시에는 국제적인 동의를 얻지 못하였고, 훨씬 뒤인 1875년 미터 조약을 체결함으로써 비로소 결실을 맺게 되었다(Gorin, 2003). 1790년 프랑스 의회가 과학아카데미에 전 세계적으로 사용할 수 있는 단위를 만드는 것을 요구 하여 미터법이 제정되어 상공업계에 사용이 시작 되었다. 1901년 킬로그램(kg) 단위 채택을 비롯한 1948년 암페어(A), 1967년 미터(m), 켈빈(K), 칸델라(cd), 초(s) 그리고 1971년 몰(mol)이 채택되면서 SI 기본 단위인 m, kg, s, A, K, mole, cd 등이 구성되었고 이 기본단위에 파생된 유도단위와 보조단위로 구성되어 있다(Kang Dong-Shik & Park Kyu-Eun, 1989; Kim Sang Yong, 1976; Ryu Ki Song, 1996; Lee Ill Young, 2003; Lee Dall Hun, 1985; KICE, 1982; Davis, 2015; Gorin, 2003).

현대 사회에서 통일된 단위 기호를 사용하면 언어는 달라도 양과 단위에 대한 정보는 정확하게 전달되고 한마디로 측정세계의 만국어인 셈이다(KRISS, 2009). 중국 진 제국 통일 이후 진시황제는 도량형 통일에 관한 황제의 조칙을 기준으로 정기적인 점검을 하였고(Choi Duk-Kyung, 2000; Joongang Daily, 2001, 2007a), 세종대왕의 업적 중 백성들에게 크게 도움이 되었던 것은 도량형 정비다(Donga science, 2017).

우리나라는 1905년 대한제국 법률 1호로 도량형법을 공포하고 1959년에 미터 조약 가입, 범국가적으로 계도하고 각 개인이 정착하기까지는 시간이 걸렸다. 우리 전통단위인 도량형 사용이 중단되고 세계화에 발맞춰 미터법을 사용하고 있으나 실생활 속에서는 아직까지 개인적으로 전통단위를 사용하고 있는 실정이다. 우리나라는 특히 법률적으로 국가표준제도의 확립을 위한 기본적

인 사항을 규정함으로써 과학 기술의 혁신과 산업구조 고도화 및 정보화 사회의 촉진을 도모했다. 국가경쟁력 강화 및 국민복지 향상에 이바지한다는 목적 아래 국가표준기본법(법률 제 14662호), 국가표준기본법 시행령(대통령령 제 28212호), 계량에 관한 법률(법률 제 14661호) 등을 통해 단위가 유용하게 활용될 수 있도록 노력을 기울이고 있다. 또한 단위 국가측정표준 대표 기관인 한국표준과학연구원(KRISS)을 두어 단위연구, 개발 및 보급, 국가측정표준 원기유지 및 관리 등의 업무를 관장하도록 하고 있다(Lee Ill Young, 2003). 그리고 정부는 2007년 7월부터는 '법정단위' 정착을 위해 '비법정 단위' 사용을 금지했다(Joongang Daily, 1982, 1983, 2001, 2002, 2007a,b,c, 2015a, 2017; Lee Dall Hun, 1985; Lee Jae Hyo, 2001; Kim Seong-Gon & Song Chul-Ki, 2004; THE CHONSUN ILBO, 2006a, 2007a, 2007b, 2015).

사용하는 과학 단위 때문에 발생한 사고로는 매스컴을 통해 알려진 1999년 화성케도에 진입시도에서 미국의 화성 기후탐사선은 미터법 계산 착오로 추락사고가 발생 하였고, 1986년 미국 우주왕복선 챌린저호는 야드와 미터법 혼돈으로 폭발사고가 일어났다. 2001년 국내 K 항공사 화물기가 야드와 미터를 혼돈하여 높이를 잘못 계산하여 중국공항에 추락사고가 발생하는 등 작은 단위 실수로 인적, 물적인 피해를 본 것이다(Joongang Daily, 2007b, 2015a; THE CHONSUN ILBO, 2006a,b, 2015b; The Kyunghyang Shinmun, 2015).

국제도량형국(BIPM)에서 만든 국제공식 발간물인 국제단위계 해설서 제8판(BIMP, 2006)을 발간하였고, 각 해당 국가는 각각의 언어로 제8판까지 발간되어 국제단위계(SI)보급과 확산에 노력을 기울이고 있다. 우리나라 또한 한국표준과학연구원(KRISS)에서 한국어판 해설서를 만들어 보급하고 있다. 이 해설서에서는 SI 기본단위의 정의와 사용하는 단위에 따른 양과 차원 등의 물리

량이 소개되어 있다. 또한 읽기, 띄어쓰기 등의 기본적인 표기법에 대한 기준도 제시되어 있다 (KRISS, 2006).

그러나 우리나라도 앞에서 언급한 올바르게 읽기와 표기 기준이 있는데도 불구하고 Kim Seong-gon and Song Chul-Ki(2004) 등이 언급했듯이 초·중·고 교육을 통틀어 체계적인 단위교육 부재로 대부분 잘 알지 못해 잘못 읽거나 잘못 표기하고 있다고 지적하였다.

지금까지 책에서 사용하고 있는 단위로 수업 시간에 자체적인 단위교육만이 일부 이루어지는 실정이다. 초등 과학 교과서에도 많은 단위들을 사용하고 있지만 현장에서는 교육이 제대로 되지 않고 있다. 따라서 단위 사용에 대한 기초자료로 활용 할 수 있는 초등 과학 교과서에 있는 단위를 분석하고 일본, 미국과 비교하였다. 또한 미래 초등교사로서 학생들의 단위 교육에 영향을 줄 수 있는 만큼 초등예비교사들을 대상으로 단위 인식과 쓰기 등을 잘 알고 있는지 알아보려고 하였다. 이러한 연구 목적은 초등예비교사의 단위 인식과 바르게 쓰기가 초등 현장에 이루어질 수 있도록 하기 위함이다.

## 2. 선행연구

단위 관련한 선행 논문으로는 초등학생을 대상으로 단위의 용도, 바르게 쓰기, 읽기, 해당 단위 학습(Kim Eunhui, 2017; Kim Sung-Kyu et al., 2002)과 예비교사를 대상으로 용도, 인식, 읽기, 학습경로를 묻는 논문(Kang Ji-Young, 2015; Kim Sung-Kyu, 2004) 등이 알려져 있다. 생활 속 관련

법정계량단위 이해(Han Changmin, 2006; Kim Sung-Kyu & Kong Young-Tae, 2009; Sohn Jinhyeon, 2008; ; Kim Sung-Kyu, 2012; Lee Sunyang, 2004; You Kyung Hee, 2009), 학생, 교사 등의 속력에 대한 이해(Jeong Sae Rom, 2011; Jung Ha Na, 2012; Lee Sunyang, 2004; Shin Jung-Yun, 2015; Suh Jungah et. al., 2004), 무게와 질량 개념과 단위 이해(Yoo Jee Eun; 2013), 또한 Kim Seong-Gon and Song Chul-Ki(2004)가 초·중·고 단위 교육에 대한 부재를 지적한 것처럼 한국 표준과학연구원(KRISS)에서 번역한 단위 사용 기준에 따른 단위 분석과 비교 그리고 초등예비교사들의 단위 인식과 사용 실태를 알아볼 필요가 있다고 본다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상 및 분석

과학 교과서 분석은 한국의 경우 2009개정 교육과정 3~6학년 과학 교과서(MOE, 2014a-e, 2015a-f), 수학 교과서(MOE, 2013a, b, 2014f-h, 2015g-i), 사회 교과서(MOE, 2014i, 2015j, k), 5~6학년 실과 교과서 (Lee Sang Won et al., 2015a; Lee Chun Sik et al., 2015b) 등, 일본 초등 과학은 新しい 理科 3~6학년 교과서(Mamoru M.; Reiko B. et al., 2010), 미국은 McGRAW-HILL Science 3~6학년을 대상으로 분석하였다(Moyer et al., 2002). 설문을 통한 인식과 이해를 묻는 연구대상으로는 예비초등교사 259명을 대상으로 하였다.

<Table 1> Questionnaire participants

Participant	Pre-service Elementary Teachers
Participants	259
Total	259

## 2. 연구도구

한국, 일본, 미국 초등 과학 교과서 3~6학년용 대상으로 분석하였고, 초등 실과(5~6학년), 수학, 사회 3~6학년 교과서를 분석하였다.

초등예비교사 단위의 인식과 표기법 등은 초등 예비교사 259명을 대상으로 알아보았다. 초등예비교사 대상 설문지는 올바른 단위 표기법 10 문항으로 길이, 질량, 온도, 부피, 면적, 넓이, 메모리용량, 속력, 전력량, 농도 등 이다. 띄어쓰기 및 단위 표기의 기준을 5문항, 단위 조합 해석을 하는 문제가 5문항, 마지막으로 과학적 표기법에 많이 쓰이는 음, 양 접두어 이해를 묻는 단위 2 문항을 합쳐 22 문항이다.

예비교사 설문지 타당도는 현장 교사인 대학원생 5명과 과학교육전문가 2인이 검토하여 보완하여 사용하였다. 설문지의 신뢰도는 Cronbach's 방법을 이용하여 설문 전체에 대하여 검증하였으나 검증결과 Cronbach's  $\alpha$  값이 0.5 이하로 낮게 나와 표기하지 않았으며 효과적이고 정확한 인식을 측정할 수 있는 표준화된 검사지가 없는 상태라 측정하는데 어려움이 있다. 그리고 평소 단위 사용은 하지만 교육이 되지 않아 전문적인 내용이어서 낮게 나온 것 같다. 예비교사 설문지는 대학원생 5명과 과학교육 전문가 2인이 검토하여 설문을 확정하여 사용하였다.

## 3. 연구의 제한점

C 교육대학교 3학년 학생 259명을 대상으로 단위관련 인식 등 그 결과를 일반화 하기는 어렵다.

## 4. 분석방법

한국, 일본, 미국 초등 과학 교과서는 3~6학년을 대상으로 분석하였다. 또한 2009 개정 교육과정 과학, 수학, 사회, 실과(5~6학년) 3~6학년 교과서 단위를 학년별로 분석 비교하였다.

초등예비교사가 답한 설문지는 통계는 통계처리 프로그램인 SPSS윈도우 17.0을 사용하여 응답별 빈도와 백분율로 분석하였다.

# Ⅲ. 결과 및 논의

## 1. 초등 과학 교과서 분석

가. 한국, 일본, 미국 초등 과학 교과서 단위 분석

우리나라를 포함한 일본, 미국 초등학교 3~6학년 과학 교과서를 분석한 결과는 <Table 2>에 요약하였다. 우리나라와 일본 과학 교과서에 비해 미국 과학 교과서에 나오는 단위가 상대적으로 많았다. Ku jung-hwan(2017)이 수학 교과서 비교에서 밝힌 단계별 단위가 수학책에서 배우는 것에 비해 3, 4학년 과학 교과서에서는 쉬운 단위가 나오는 것처럼 보였으나 실제로는 그 쓰임에 따라 다양한 단위가 나오는 것 같다고 하였다.

우리나라의 3학년 교과서에는 길이, 무게, 부피 세 단위가 소개되었고 4학년에는 3학년 때 배운 단위를 포함 힘의 단위인 뉴턴(N)이 추가로 소개되었다. 5학년의 경우는 온도와 시간 그리고 시간 단위인 초, 분, 시간과 초속, 분속, 시속 등의 속력 단위가 소개되었다. 6학년의 경우는 5학년 까지 배운 단위에다 퍼센트, 면적, 방위각, 전압, 풍속 등 수준이 높은 단위가 소개되었다(MOE, 2014a,b,c,d, 2015a,b).

일본 3학년 과학 교과서에는 길이, 무게, 온도와 부피 단위인 데시리터가 소개되었다. 데시리터(dL)는 10<sup>-1</sup>L와 같은 부피의 양을 의미한다. 4, 5학년의 경우에는 3학년에 소개된 단위 이외에도 전류 단위인 암페어(A), 밀리암페어(mA) 단위가 소개되었다. 6학년의 경우에는 일의 단위 와트(W)이 소개되었다(Mamoru M.; Reiko B. et al., 2010).

미국의 경우 3학년에는 길이, 무게, 부피, 온도,

퍼센트, 속력, 방위각 등을 배운다. 4학년의 경우에는 3학년에 나온 단위 이외에 부피 단위인 온스(oz)와  $\text{cm}^3$  전압, 전류 단위가 소개되었다. 5학년의 경우는 넓이( $\text{m}^2$ )와 헤르츠(Hz), 무게 단위인 온스(oz), 속력인 노트(knot), 산-염기 지표인 pH, 소리 단위인 데시벨(dB) 등의 단위가 추가되었다. 6학년의 경우에는 5학년 단위에다 에너지 단위인 줄(J), 칼로리(cal), 와트(W), 킬로와트(kW) 그리고 파운드 법 단위에 속력 단위인 마력(mhp, miles per hour) 등이 추가되었음을 알 수 있었다.

특히 미국 초등 과학 교과서 부록 3, 4학년에는 온도, 길이와 면적, 질량과 무게, 액체의 부피,

무게/힘, 속도 등 단위와 시간, 길이, 질량, 부피, 무게/힘, 온도 측정 방법 등이 상세하게 소개되어 있다. 5, 6학년에는 3, 4학년에 비해 면적, 속력, 힘 단위 소개가 되어있지 않다. The Kyunghyang Sinmun(2015)과 THE CHONSUN ILBO(2015b)에서 언급한 미국의 야드파운드법을 고집하고 있어 세계와의 소통 문제와 1999년 화성탐사선 궤도진입 실패의 사고원인 제공에도 불구하고 여전히 야드파운드법을 고집하고 있다. 그러나 특이한 내용은 초등 과학 교과서에는 <Table 2>와 같이 SI단위와 야드파운드 단위를 병행해서 쓰고 있어 소통 하는 데는 큰 문제는 없어 보였다(Moyer, et al.,2002).

<Table 2> Comparison of science units in elementary science textbooks in Korea, Japan, and USA

Grade/Nation's	Korea	Japan	USA
3	mm, cm, g, kg, mL	mm, cm, mg, 1dL(=0.1L), kg, °C	cm, m, ft, km (miles), in, m (yd), kg (lb), lb, N, s, min, h, °C (°F), m/s (mile/s), km/h (mile/h), %, °
4	cm, km, g, kg, N, mL	mm, m, km, g, mL, °C, A	in, ft, yd, m, cm (in.), km, cm (foot), m (ft), km (mile), g, g (lb), t (lb), kg (lb), N, oz, mL, L (gal), d, h, s, m/s, km/h (mile/h), °C (°F), °, A, V, $\text{cm}^3$
5	mm, cm, m, km, g, mL, h, min, s, °C, cm/s, m/min, m/s, km/h, km/h	mm, cm, m, km, g, kg mL, °C °, mA, A	cm, m, ft, cm (in.), m (ft), km (mile), kg, g (lb), g (oz), kg (lb), mL, L (gal), y, d, h, min, s, °C, °C (°F), o, $\text{m}^2$ , %, km/h (knot), km/h, Hz, N, $\text{cm}^3$ , pH, dB, $\text{km}^2$ ( $\text{mi}^2$ ), square kilometer (square miles), kilograms per square centimeter (pounds per square inch), mb, $\text{g}/\text{cm}^3$ , ppm
6	mm, cm, m, g, mL, L, °C, $\text{m}^2$ , %, ppm, V, °, m/s	mm, cm, m, km, g, kg, mL, °C, %, W	cm, m, km, ft, km (mile), m (ft), cm (ft), kg, kg (lb), N, mL, L (quart), h, s, °C (°F), °, A, V, %, mph(miles per hour), $\text{g}/\text{cm}$ , J, cal, km/h (mile/h), W, kW, Hz

나. 한국, 일본, 미국 초등 과학 교과서 단위 쓰기 비교

각 나라의 과학 단위 중 길이, 질량, 전류, 전압, 전력, 부피, 넓이, 퍼센트, 온도, 방위각 등 표기를 알아보고 비교하였다. 그 결과는 <Table 3>에 요약하였다. 한국과 일본 과학 교과서는 띄어쓰기를 않은 반면, %, °C를 제외하고는 미국은 띄어쓰기를 하였다. 일본은 어법상 문제가 있어 수와 단위를 붙여 쓰고 있다. 띄어쓰기 최근 기준인 국제도량형국(BIPM)에서 2006년 8판을 개정하여 SI단위 띄어쓰기 기준을 삼고 있다(BIPM, 2006). 또한 우리나라의 한국표준과학연구원(KRISS, <http://www.kriss.re.kr/>)같이 나라마다 단위 사용에 대한 관리감독을 하고 있다. 또한 Kim

Seong-Gon and Song Chul-Ki(2004)는 한국표준과학연구원(KRISS)에서 발간한 SI 단위계에 대한 올바른 표기법을 기준으로 SI 단위계 사용의 정확성과 단위교육의 필요성에 관한 연구 논문에서 행정적인 지도와 교육 등으로 인식은 높으나 올바르게 표현, 표기, 단위교육 부족 등 국제적인 소통을 위해서 많은 노력이 필요하다고 역설하고 있다.

BIPM(2006)에서의 띄어쓰기 기준은 ‘수치는 단위 앞에 쓰고, 숫자와 단위를 구분하기 위해서 항상 빈칸을 둔다. 그러나 도, 분, 초에 대한 기호인 도(°), 분('), 초(")의 경우에는 수치와 단위기호 사이에 빈칸을 두지 않는다’라고 명시하고 있다.

<Table 3> Comparison of writing units in elementary school textbooks in Korea, Japan, and USA

	Korea	Japan	USA
Length	7mm, 9cm, 5m, 10km	1mm, 20cm, 30m, 56km	18 centimeters (7 inches), 18 cm (7 in.), 400 meter (440 yards), 400 m (440 yd), 144 kilometers (90 miles), 144 km (90 mi ) 7 meters (23 feet), 20 m (66 ft), ten kilometers (six miles)
Mass & weight	100g, 5kg	200g, 1.0~1.5kg	2 kilograms (4 pound), 3.2 kg (7 lb), 300 g (11 oz), 21,000 kilograms (23 tons), 1,000 g (2.2 lb), 10 kg, 58 N
Electric	1.5V, 200W	50mA, 5A, 100W	1 Amperes, 200 amps, 120 Volts, 60 watts, 0.6 kW
Volume	20mL, 1L	500mL, 1dL	2 liters (2 quarts), 1 mL, 10 mL, 1,000 millimeters
Area	1250m <sup>2</sup>	x	2 m square
Percent	0.03%	6~24%	100%, 70 percent
Temperature	26°C	97°C, -5°C	460°C (860°F), 22°C, 90°F
Speed	4m/s, 60km/h	None	900 kilometers per hour (560 mph), 20 m/h, 72 kilometers per hour (45 miles per hour), 5 km ÷ 1 h, 5 km/h, 630 km/h (390mi/h), 96 km/h (60 mi/h)
Azimuth & angle	52°	90°	0°E, 30°S, 90°N, 15°
Energy	None	None	288 joules, 25 newtons, 4,000 N 560 N x 0.75 m = 420 joules

특히 기준에는 띄어쓰기를 하게 되어 있으나 실제 사용은 다르다. 지켜지는 것도 있지만 지켜지지 않는 것도 많다. 그 대표적인 예는 퍼센트(%) 단위와 온도(°C) 단위이다. 미국의 경우에는 %와 °C는 한 칸 띄어쓰기를 해야 하지만 붙여 쓰고 있는 실정이다. 또한 야드파운드법을 쓰고 있지만 <Table 2>, <Table 3>에서 보듯이 야드파운드법 단위와 SI 단위를 환산하여 알기 쉽게 같이 표현하고 있는 것은 신문에서 언급한 것과 사뭇 다른 면이 있다(The Kyunghyang Sinmun(2015); THE CHONSUN ILBO, 2015). 일본은 붙여 쓰는 글자의 특징 때문에 모든 단위를 붙여 쓴다. 우리나라 과학 교과서는 모든 단위를 붙여 쓰고 있다. 한국표준과학연구원의 꾸준한 계도에도 불구하고 단위 표기법을 잘 모르는 것 같다. 이 부분은 Kim Seong-Gon and Song Chul-Ki(2004)가 언급한 단위관련 교육이 필요한 내용이다. 따라서 미국의 경우에는 %, °C를 제외하고는 단위 표기 기준에 올바르게 한국과 일본은 표기 기준에 관계없이 붙여 쓰는 것을 확인 하였다.

다. 단위를 사용하는 수학, 사회, 실과 띄어쓰기 비교

단위를 사용하는 수학, 실과, 사회 교과서 단위

분석과 띄어쓰기를 조사하였다. 단위사용을 단계적으로 배우고 사용하는 수학(MOE, 2013a,b, 2014f,g,h, 2015g,h,i) 사회(MOE, 2014i, 2015j,k), 실과(Lee Sang Won et al., 2015a; Lee Chun Sik et al., 2015b) 교과서 기준으로 수와 단위의 띄어쓰기에 관해 조사한 결과를 <Table 4>에 요약하였다. 우리나라의 경우에도 수학, 과학, 기술, 사회, 실과 등 과목을 비교한 결과 수학을 빼고 수와 단위를 모두 붙여 쓰고 있는 실정이다. 그러나 수학 교과에서도 온도 단위(°C)를 제외하고는 모두 국제단위계 표기 기준인 온도 단위(°C)는 숫자와 단위를 한 칸 띄어 표기해야하나 붙여 쓰고 있었다.

## 2. 예비교사 단위 인식

### 가. 과학단위 바르게 쓰기

초등현장에 사용되고 있는 단위 10개에 대한 초등예비교사들의 올바른 단위쓰기를 알아보았다. 그 결과는 <Table 5>와 같다. 과학 단위 올바른 쓰기 기준으로 단위기호나 단위 명칭을 약어로 사용하는 것은 허용되지 않는다(BIMP, 2006; KRISS, 2006).

<Table 4> Comparison of writing units in science, mathematics, social and practical science textbooks

	Science	Mathematics	Society	practical science
Length	7mm, 9cm, 5m	1 mm, 2 cm, 10 m, 20 km,	450m, 35km,	1mm, 4cm, 50km
Mass	100g, 5kg	200 g, 50 kg, 150 t,	None	30g, 90kg
Volume	20mL, 1L	2.4 L, 1 mL		700mL
Temperat-ure	26°C, 2°C	180°C	50°C, 11°C	180°C
Azimuth	52°, 62°	65°, 140°	North latitude 35°	None
Voltage, Electric	1.5V, 200W	None	None	1.5V
Percent	0.03%, 21%	10 %, 80 %	90%, 16.1%	100%,

<Table 5> Correct writing of science unit

Classification	N(%)				Total
	Correct		Incorrect		
km	① kilometer 244(94.2)	② kilomiter 4(1.5)	③ kirometer 9(3.5)	④ kiro 2(8)	259(100)
kg	① kilogram 224(86.5)	② kilograam 10(3.9)	③ kilo 5(1.9)	④ kirogram 20(7.7)	259(100)
°C	④ (Celsius)dossi 201(77.6)	① dosi 31(12)	② do 25(9.7)	③ Fahrenheit 2(8.0)	259(100)
mL	① milliliter 235(90.7)	② miri 2(0.8)	③ miriliter 22(8.5)	④ milli 0(0)	259(100)
cm <sup>3</sup>	① cubic centimeter 251(96.9)	② cubic 2(0.8)	③ centimeter cubic 1(0.4)	④ cubic centi 5(1.9)	259(100)
m <sup>2</sup>	① square meter 249(96.1)	② squaremeter 2(0.8)	③ square 4(1.5)	④ meter square 4(1.5)	259(100)
GB	① giga bite 251(96.9)	② giga bete 6(2.3)	③ giga 2(0.8)	④giga bete 0(0)	259(100)
km/h	① kilometer per hour 241(93.1)	② kilometer per sigan 4(1.5)	③ kilometer ever sigan 2(0.8)	④ kilometer ever hour 12(4.6)	259(100)
kWh kW/h	① kilo watt per hour 114(44.0)	② kilowatt per sigan 5(1.9)	③ kilowatt ever sigan 29(11.2)	④ kilowattsi 111(42.9)	259(100)
%	③ percent 227(87.6)	① persen 6(2.3)	② pro 6(2.3)	④ percenti 20(7.7)	259(100)

킬로미터(km), 킬로그램(kg) 단위는 94.2%, 86.5%로 올바르게 쓰는 예비교사가 많았다. 온도(°C)의 경우에는 77.6%는 올바르게 썼고 도시, 도, 화씨를 선택한 학생도 12%, 9.7%, 8.0%로 다소 있었다. 밀리리터(ml)는 통상적으로 미리 또는 미리리터 등은 평소 소리 나는 대로 듣고 선택한 것 같다. 세제곱센티미터(cm<sup>3</sup>)와 제곱미터(m<sup>2</sup>), 기가바이트(GB), 킬로미터 퍼 아워(km/h) 등은 90%이상 바르게 쓰고 있었다. 그러나 표준 과학연구원 기준에는 km/h를 한글표기법으로는 ‘킬로미터 매 아워’라 읽는다. 하지만 초등과학 교사용지도서에는 영어를 그대로 읽는 ‘킬로미

터 퍼 아워’로 현재 학생들을 가르치고 있다. 한글표기는 기준대로하면 잘못 쓰고 있는 것이다. 언급한 기준과 같이 영어로 표현 할 때에는 kilowatt per hour로 읽기 때문이다. 또한 교사용 지도서에는 ‘킬로와트시’라고도 읽는다(MOE, 2015b). 어떤 기준이 공신력이 있는지가 궁금하다. 그러나 국제도량형(BIMP)에서 각 회원국에 보급한 해설서(BIMP, 2006)가 가장 단위에 대해 공신력 있는 기준이라 본다. 그러므로 KRISS(2006) 한글표기법 기준에 따라 ‘킬로미터 매 아워’로 수정되어야만 한다.

비율을 나타내는 퍼센트는 87.6%로 올바르게



쓰고 있었다. 그러나 실생활에서 퍼센트를 프로, 프센 등 약식으로 틀리게 읽는 경우도 많다. Kim Seong Gon and Song Chul Ki(2004)이 ‘SI 단위계 사용의 정확성과 단위교육의 필요성에 관한 연구’에서 중학생을 대상으로 퍼, 프로, 퍼센티, 퍼센트 중 읽기에서 퍼센트를 86.4%가 읽은 유사 선행연구도 있다.

나. 숫자와 단위 사이의 띄어쓰기

숫자와 단위, 띄어쓰기에 대하여 알아보았다. 그 결과는 <Table 6>와 같다. 국제도량형국(BIMP)의 숫자와 단위 표기 기준은 로마(직립체)를 쓰며 소문자 표기 원칙 단 고유명사인 경우 대문자로 쓴다(BIMP, 2006; You Kyung Hee, 2009; KRISS, 2009; MOE 2014e).

온도 단위(°C)의 경우에는 숫자와 한 칸 띄우는 것이 기준에 맞다 그러나 미국, 일본, 한국 모두 붙여 쓴다. 따라서 29.0%가 배운 대로 선택한 것 같고 그 나머지 예비교사 중 53.8%가 문체의 의도를 파악하고 한 칸 띄워 쓴 ‘30.2° C’로 쓴 것 같다. 기준을 무시하고 학생들을 가

르치는 결과이기도 하다. 표준 기준이 있다면 당연히 따라야 할 것이다.

줄(J), 와트(W), 켈빈(K) 단위는 사람을 나타내는 고유명사이므로 대문자를 써야 한다. 그러나 Kg에서의 K는 사람을 나타내는 켈빈(K)이 아니다. 따라서 일반적인 단위기호는 소문자로 표기하게 규정되어 있다. 절대온도 단위(K)를 오답으로 선택한 32.0%의 학생은 K를 이해하지 못하고 일반 단위로 생각한 것 같다.

또한 숫자와 단위사이 한 칸 띄어 쓰는 기준이 있지만 대부분의 학생들은 단위 교육의 부재로 인해 이해를 못하는 것 같다. 알려진 규정은 숫자와 단위 간 한 칸을 띄어 쓰는 것을 원칙으로 한다. 단 도, 분, 초 °, ', "를 제외하고 한 칸씩 띄운다. 시간을 나타내는 시, 분, 초는 수와 한 칸씩 띄어 쓰는 것이 기준이나(KRISS, 2009) 교과서에는 붙여 쓰고 있다. 따라서 예비교사들의 설문 결과도 89.2%가 수와 단위를 붙여 쓴 답을 선택하였다. 이 결과는 단위교육에 대한 필요성이 요구되는 부분이다.

<Table 6> Results of Scientific Unit Symbol Writing

Classificat ion	N(%)				Total
	Correct		Incorrect		
Spacing	④ 30.2 °C	① 30.2 °C	② 30.2° C	③ 30.2° C	259(100)
	151(58.3)	75(29.0)	18(6.9)	15(5.8)	
Lower case, Capital letters	③ 20 Kg	① 10 J	② 10 W	④ 10 K	259(100)
	119(45.9)	32(12.4)	25(9.7)	83(32.0)	
Spacing	④ 1.5V	① 10°	② 10 kg	③ 10 m <sup>2</sup>	259(100)
	56(21.6)	134(51.7)	26(10.0)	43(16.6)	
Writing unit symbols	④ 2 h 17 min 30 s	① 2 h 17 min 30s	② 2h 17 min 30s	③ 2h 17min 30s	259(100)
	0(0)	10(3.9)	18(6.9)	231(89.2)	
Writing unit symbols	③ m k/s <sup>3</sup> A	① N · m	② ms-1	④ N m	259(100)
	91(35.1)	43(16.6)	29(11.2)	96(37.1)	

또한 여러 가지 단위기호가 결합할 때에는 괄호와 음의 지수로 나타낸다. 규정의 예는  $m \text{ kg}/(s^3 \text{ A})$  또는  $m \text{ kg s}^{-3} \text{ A}^{-1}$  이지  $m \text{ kg}/s^3/\text{A}$  나  $m \text{ kg}/s^3 \text{ A}$  가 아니다. 따라서  $m \text{ k}/s^{-3}/\text{A}-1$ 로 표시하여야 맞다. 그리고 중간점(N · m)을 찍거나 또는 한 칸을 띄어 표기(N m)한다. 'N m' 으로서도 가능하다. 따라서 규정과 기준을 배우지 않아 전혀

모르는 것 같다(BIMP, 2006).

다. 조합된 단위 해석

예비교사들에게 조합된 단위의 경우에 이 단위들이 의미하고 있는 내용의 인식이 어떠한지 알아보았다. 그 결과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Analysis result of Complex Unit

Classification	N(%)		Total
	Answer	Contents	
Speed	Correct	④ Time to 60 km speed	192(74.1)
		① Operates at 60 km / h	17(6.6)
	Incorrect	② 60 km / hour Running speed 60 km / hour for 1 hour	34(13.1)
		③ 60 km / h	16(6.2)
Population density	Correct	④ 500 km for 1 km <sup>2</sup>	45(17.4)
		① 500 per km <sup>2</sup>	15(5.8)
	Incorrect	② Average population living in 1 km <sup>2</sup>	142(54.8)
		③ 500 / km <sup>2</sup>	57(22.0)
Amount of electricity	Correct	④ Means a power output of 50 kW	221(85.3)
		① 50 kW / h	24(9.3)
	Incorrect	② Power consumption is 50 kW per hour	0(0)
		③ Power Consumed for 1 hour	14(5.4)
Wind speed	Correct	④ The wind blows at a speed of 30 km / h.	165(63.7)
		① The wind blows at a speed of 30 km per second.	26(10.0)
	Incorrect	② 30 km speed for 1 second	51(19.7)
		③ 30 km / s	17(6.6)
Fuel efficiency	Correct	① A distance of 10 km per hour	137(52.9)
		② 10 km / L	93(35.9)
	Incorrect	③ Distance to which 1 L of fuel is consumed	23(8.9)
		④ Distance to go 10 km per 1 L	6(2.3)

Jung Ha Na(2012)가 언급한 물체의 속력 수업에서 초등 교사의 교수 곤란도는 차시별 학습 내용별 차이가 있었고 잘 가르치기 위해서는 곤란도가 높은 ‘속력의 의미’, ‘속력의 단위’에 대한 학습 내용에 따라 교수방법을 연구할 필요가 있다고 언급하였다. 속력에 대해서 74.1%로 다소 알고 있었지만 속력의 의미 부분은 25.9%가 잘 이해를 못하는 것 같다. 인구밀도의 경우에는 17.3%만 이해하는 것 같다. 의미와 기준에 대하여 수업시간에만 이해하고 배운지 오래되어 기억을 못하는 것 같다. 대부분의 예비교사는 인구밀도에 대한 개념을 이해 못하는 것 같다.

전력량의 경우에는 85.3%로 잘 이해하고 있었다. 실생활과 관련하여 관심이 많아 의미와 기준을 잘 아는 것 같다.

풍속은 63.7%로 다소 이해하였으나 기대치보다 낮은 결과이기도 하다. 풍속은 실생활과 날씨와 관련이 있고 초등학교부터 계속적으로 배우기 때문에 잘 알고 있다고 생각하였다.

연비의 경우에는 km/h에 35.9%가 선택하였고 연비는 자동차 운전 경험이 없어 잘 이해하지 못하는 것 같다. 52.9%가 속력의 의미를 답하는 것으로 보아 오히려 속력과 연비의 차이를 정확하게 모르는 것 같았다. 따라서 의미의 이해와 단위는 별개로 생각하는 것 같았고 Jung Ha Na(2012)가 언급한 것처럼 의미교육과 단위를 병행해서 가르칠 필요가 있다 하겠다.

라. 음과 양의 접두어 사용

음과 양 접두어 사용은 1790년대 미터법을 만드는 과정에서 자릿수가 많은 숫자를 간단하게 표현하는 단위를 위해 접두어가 유래되었다고 한다(KRISS, 2009). 음과 양 접두어 사용에 대한 이해를 알아보고 그 결과는 <Table 8>에 요약하였다.

접두어 사용은 기술의 발달로 큰 수를 표현하기 위한 과학적 표기법의 일종이다. 접두어 사용 기준은 음과 양의 접두어로 구분, 단위는 대문자 소문자로 구성되어 있다(KRISS, 2006). 평소 흔히 사용하는 음, 양 두 경우의 접두어 사용을 알아보았다.

음의 접두어 중 명칭과 인자가 바르지 않는 것을 묻는 질문에서 정답인 밀리(m)-10<sup>-4</sup> 답을 선택한 예비교사는 절반을 넘지 못하는 46.3%였다. 밀리(m) 접두어는 흔히 쉽게 사용하는 단위로 나노(n), 마이크로( $\mu$ ), 센티(c)에 답한 걸로 봐서는 센티를 제외하고는 대부분이 모를 것으로 생각된다.

양의 접두어를 묻는 문제는 정답인 키로(k)-10<sup>-2</sup>로 답한 예비교사는 67.6%였다. 컴퓨터 사용으로 인해 사용되는 용량을 의미하는 메가(M), 기가(G), 테라(T) 등에 32.4%가 답한 것으로 보아 접두어를 잘 모르는 것 같다. 따라서 대체적으로 접두어는 자주 사용되지 않은 관계로 수식에서나 사용하는 것처럼 알고 있는 것 같고 자주 쓰이고는 있지만 구체적인 인자 값은 잘 모르고 사용하는 것 같다.

<Table 8> SI prefixes of Negative and Positive

Classification	N(%)				Total
	Correct		Incorrect		
Prefixes of negative	④milli(m) 10 <sup>-4</sup>	①nano(n) 10 <sup>-9</sup>	②macro( $\mu$ ) 10 <sup>-6</sup>	③ centi(c) 10 <sup>-2</sup>	259(100)
	120(46.3)	46(17.8)	52(20.1)	41(15.8)	
Prefixes of positive	① kilo(k) 10 <sup>2</sup>	② mega(M) 10 <sup>6</sup>	③ giga(G) 10 <sup>9</sup>	④ tera(T) 10 <sup>12</sup>	259(100)
	175(67.6)	33(12.7)	31(12.0)	20(7.7)	

## IV. 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구에서 한국, 일본, 미국 초등 과학 교과서 단위 분석 비교와 초등예비교사 259명을 대상으로 단위의 이해와 표기에 대한 인식을 알아본 결과는 다음과 같다.

첫째, 한국과 일본에 비해 미국 초등 과학 교과서에 단위의 수가 많았다. 공통점으로는 학년이 올라가고 수준이 높아짐에 따라 단위가 어려워졌고 내용의 쓰임도 다양하게 사용되었다. 특히 미국 초등 과학 교과서 단위사용은 미터법(SI)과 야드파운드 단위를 병행하여 사용하고 있었다. 미국 초등 과학 교과서처럼 과학 단위를 부록에 넣어 언제든지 참고하고 확인 할 수 있어서 단위 습득에 도움이 될 것 같다. 따라서 우리나라 교과서에도 도입하면 과학단위 학습 면에서 도움을 줄 것이라 생각한다.

둘째, 단위 쓰기 비교에서 미국은 온도(°C), 퍼센트(%)를 제외하고는 국제도량형국(BIPM) 기준에 따라 표기를 하는 반면 한국과 일본은 표기 기준을 따르지 않고 있다. 또한 우리나라 과학, 수학, 사회, 실과 과목에서의 쓰기를 비교한 결과 수학 과목은 온도(°C)를 제외하고는 표기 기준에 따랐고, 과학, 사회, 실과 과목은 표기 기준을 따르지 않고 있다. 전 세계적으로 표기 기준에 따른 통일된 쓰기가 필요하다.

셋째, 초등예비교사들의 올바른 단위 쓰기에서는 킬로미터(km), 킬로그램(kg), 밀리리터(mL), 세제곱센티미터(cm<sup>3</sup>), 제곱미터(m<sup>2</sup>), 기가바이트(GB), 킬로미터(km), 퍼센트(%) 등의 단위들은 모두 86.5% 이상 올바르게 쓰고 있었다. 그러나 온도(°C), kWh(킬로와트시), kW/h(킬로와트 퍼 아워) 등은 44% 정도이고, 정답인 ‘킬로와트 매 시간’으로 선택한 학생은 11.2%였다. 특히 한글 표기에 있어서 한국표준과학연구원(KRISS) 한글 표기 기준안에 근거해서 ‘매’ 대신 ‘퍼’로 잘못 표

기하는 부분도 있었다. 이 부분은 교육부와 정부가 방송매체를 통하여 올바른 단위쓰기 계도와 홍보를 통해 바로 잡아야 할 부분이다.

넷째, 초등예비교사들의 단위 띄어쓰기는 온도(°C)의 경우에는 58.3%가 숫자와 단위를 한 칸 띄어 쓰고 있는 정답을 선택 하였고 그 이외는 50%를 넘지 못하였다. 특히 시간을 나타내는 ‘시간’, ‘분’, ‘초’ 의 띄어쓰기는 잘못 알고 있었다. 소문자, 대문자 구분에서는 Kg과 절대온도인 켈빈(K)와 혼돈하여 32.0%가 켈빈(K)를 오답으로 생각하고 선택하였다. 잘못된 표기를 묻는 문제에서 무게(Kg)의 경우에는 45.9%가 Kg을 정답으로 선택하였다. 방위각(°)에는 51.7%가 선택하였다. 국제, 국내 기준에 따르면 방위각은 숫자와 붙여 쓴다. 단위의 띄어쓰기에서 가장 기본적인 내용인데도 불구하고 잘 알지 못하였다. 이 부분은 어느 형태이든 단위 교육의 필요성이 요구되는 부분이기도 하다.

다섯째, 시간을 나타내는 시, 분, 초는 수와 한 칸씩 띄어 쓰는 것이 기준이나(KRISS, 2009) 교과서에는 붙여 쓰고 있다. 따라서 예비교사들의 설문 결과도 89.2%가 수와 단위를 붙여 쓴 답을 선택하였다. 이 결과는 단위교육에 대한 필요성이 요구되는 부분이다.

여섯째, 한 개 이상 조합한 기호는 중간점, 한 칸 띄움과 음의 지수를 쓰게 되어있으나 35.1%가 이해하고 나머지는 오답을 선택하는 것으로 보아 잘 이해하지 못하는 것 같다.

여섯째, 조합된 단위의 의미 해석은 속력, 전력량은 74.1%, 85.3%로 대체로 이해하고 있었다. 그러나 풍속의 경우는 수업시간에 배웠음에도 불구하고 기대와는 달리 63.7%가 정답을 선택하였다. 인구밀도, 연비는 잘 이해하지 못했다. 사회 과목 등에서 이미 배웠고 생활 속 상식인데도 있었거나 차량의 경험이 없어서인지 잘 이해하지 못했다.

여덟째, 접두어를 이해하는지 질문에 가장 많이 사용하는 음, 양 접두어지만 정답률이 46.3%,

67.6%가 답하였다. 사용 경험과 과학단위 표기의 지식이 없어서인지 다소 낮은 정답률을 얻었다.

따라서 한국, 일본, 미국 초등 과학 교과서 분석에서처럼 많은 과학 단위 사용을 확인 하였다. 국제표준 기준인 국제도량형국(BIMP)이 있으나 전 국가적으로 보급과 계도가 되지 않았다고 본다. 또한 단위를 전문 지식으로 생각하기 때문에 인식하는 것이 어렵다는 것을 알고 있다. 그리고 초등예비교사가 과학 단위의 인식으로 올바르게 쓰는 것은 교사의 기본 지식으로 본다. 따라서 초등예비교사들에게 과학의 중요성과 과학 단위에 대한 체계적인 단위 교육이 필요하다고 하겠다.

앞으로 정부와 단위를 관장하는 한국표준과학연구원(KRISS)의 지속적인 계도로 실생활에서의 올바른 단위 사용에 모두가 동참해야 할 것이다.

## 2. 제언

한국표준과학연구원(KRISS)과 대전의 인근지역 자치단체와 같이 기획하여 진행한 꿈나무 과학캠프사업의 ‘신나는 단위 캠프’ 프로그램처럼 교육이 아니면 캠프라도 노력 할 부분이다. 또한 법정단위 정착을 위해서 정부의 부단한 계도와 개인 개인의 노력과 의식 전환이 필요하다. 수치 계산이나 문제풀이의 수단이 아니라 학문과 실생활에서 과학적인 소통이 될 수 있는 과학 단위 교육이 되어야 하겠다. 그리고 현직교사들이 단위를 얼마만큼 인식하고 있고 올바르게 쓰고 있는지 추가적인 조사가 필요하다.

단위는 사용하지 않으면 잊어버린다. 따라서 일회성 교육이 아니라 미국 과학 교과서 같이 부록에 넣고 언제든지 볼 수 있어야 하며 교사가 수업하기 전 관련 단위를 사전에 이해시키면 학생들의 학습효과가 향상될 것으로 생각된다. 또한 우리 생활 속에서 사용되고 있는 전통단위인 척관법, 일부 나라지만 여전히 사용하고 있는 야드-파운드법 그리고 세계적인 흐름으로 사용되고 있는 SI 미터법 등 사용하는 단위는 연수를 통하

여 배워 명확하게 구분 하는 능력과 지혜가 절실히 필요하다고 본다.

## References

- BIPM(2006). The International System of Units(SI). Bureau International des Poids et Mesures, 8th edition.
- Choi DK(2000). Punishment rules and life force of Chin-Han periods Weight and Measures. Chinese history research, 8, 1~31.
- Clark RW(2003). The Physics Teacher: To a Physics Teacher a Mass. To a Chemistry Teacher a Mass Is a Mess. Journal Chemical Education., 80(1), 1604~1609.
- Davis RS(2015). What Is a Kilogram in the Revised International System of Units (SI) Journal Chemical Education, 92, 1604~1609.
- Donga science(2017). What is the new definition of 1m?...International system of units, new technology with advanced science and technology. <http://dongascience.donga.com/print.php?idx=18792>.
- Gorin G(2003). Mole, Mole Per Liter and Molar: A Primer on SI and Related Units for Chemistry Students. Journal Chemical Education, 81(1), 103.
- Han CM(2006). Contents Related to Scientific Units in School Textbooks and Students' Activity of Searching for Scientific Units in Everyday Contexts, Seoul National University, Graduate school of Physics Education.
- Jeong SR(2011). A Scheme of the Instruction of Speed in Elementary School Mathematics. Konju National University of Education. Graduated School of Elementary Mathematics Education.
- Joongboo-ilbo(2017). Suwon City, distribution of publicity flyers such as meters(m) · square meter(m<sup>2</sup>). <http://www.joongboo.com/?mod=news&act=articleView&idxno=1167684>.
- Joongang Daily(2007c). "7g ring 48.8m<sup>2</sup> air conditioner both guest and owner are "confused". <http://news.joins.com/article/2778279>.
- Joongang Daily(1982). It is much more convenient to life when it is universalized. <http://news.joins.com/article/print1671351>.

- Joongang Daily(2002). The golf course 'Yard' butcher shop 'Guen' apartment does not have 'Pyeong' and 'Metric'. <http://news.joins.com/article/4235378>.
- Joongang Daily(2015a). The reason the Challenger - exploded, did not use the metric system. <http://news.joins.com/article/18940084>.
- Joongang Daily(2007b). 'Unit confusion' with 1160 billion won disappeared. <http://news.joins.com/article/2783332>.
- Joongang Daily(1983). The weight of the egg. <http://news.joins.com/article/print1693171>.
- Joongang Daily(2007a). Why does the traditional metaphorical government such as Pyong, Don, Guen. <http://news.joins.com/article/2796873>.
- Joongang Daily(2001). Why is it necessary to unify the metric type <http://news.joins.com/article/4133877>.
- Jung HN(2012). An analysis on the teaching and learning difficulties in elementary school science class on the chapter titled 'Speed of Objects', Seoul National University of Education, Graduate school of Elementary Science Education.
- Kang DS and Park KE(1989). Review on the fundamental units on physics. *Science Education*, 6, 1~61.
- Kang JY(2015). High School Student's Usage and Understanding of Science Units, Korea National University of Education, Graduated school of Education.
- KICE(1982). SI units and how to use. *The Korea Institute of Chemical Engineers*, 20(1), 71~76.
- Kim, EH(2017). Elementary School Students' Understanding level of Science Units and Experience Using Science Units in daily Life, Daegu National University of Education, Graduate school of Elementary Science Education.
- Kim SY(1976). SI units and fibers. *Korea Textile Engineering Foundation*, 13(4), 44~49.
- Kim SG and Song CK(2004). A Study on Correct Usage of SI Units and School Education for Units. *Journal Engineering Education Research*, 7(2), 51~59.
- Kim SK(2012). Elementary Schooler's Recognition and Understanding of the Scientific Units in Daily Life, *Journal of Science Education*, 36(2), 235~250.
- Kim SK and Kim YK(2004). The Pre-service Teacher' Understanding of the International System of Units. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(1), 27~36.
- Kim SK and Kong YT(2009). The Understanding of Elementary Pre-Service Teachers' on Legal Units. *Journal of Science Education*, 43(1), 111~121.
- Kim SK, Seo SJ, Jo TH, Back, NG, Park KE and Kong, JS(2002). Children's Understanding on Scientific Units in Elementary School Science Textbooks. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 21(2), 201~212.
- KRISS(2006). The International System of Units(SI). 8 ed.
- KRISS(2009). If you know the unit, you can see the world. 58~59.
- Ku JH(2017). A Comparative Study on Measurement Units of mathematics Texbooks Used in Elementary Schools in Korea, Japan, Finland and U. S. Busan National University of Education, Graduate school of Science Education.
- Lee CS et al.(2015b). *Practical Science 6* CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul.
- Lee DH(1985). A study on SI units which appear in current science and physics textbooks for junior and senior high school students, Inhwa University of Education, Graduate school of Science Education.
- Lee IY(2003). Domestic Laws and Regulations od SI Units System and Their Enforcements. *The Korean Society of Mechanical Engineers*. 43(2), 86~91.
- Lee JH(2001). Using the SI unit system is the tide of the times. *Equipment Journal*, 30(2), 2.
- Lee SW et al.(2015a). *Practical Science 5* CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul.
- Lee SY(2004). Middle school student's perception about science units & factors affecting their understanding of units appeared from problem solving activities, Seoul National University, Graduate school of Physics Education.
- Mamoru M, and Reiko B(2010). *Science 3-6*, Tokyo Books Corporation, Tokyo.
- Ministry of Education(MOE, 2013a). *Mathematics 2-1*. CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul, p 134~183, 160.
- Ministry of Education(2013b). *Mathematics 2-2*. CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul, p 86,

- 80~107.
- Ministry of Education(2014f). Mathematics 3-1. CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul, p 134~175, 156, 172.
- Ministry of Education(2014g). Mathematics 3-2. CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul, p 86, 80~107.
- Ministry of Education(2014h). Mathematics 4-1. CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul, p 72~117, 80.
- Ministry of Education(2015g). Mathematics 5-1. CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul, p 124~171, 134.
- Ministry of Education(2015h). Mathematics 5-2. CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul, p 142~169, 149, 151, 153, 157.
- Ministry of Education(2015i). Mathematics 6-1, CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul, p 94~135, 109, 170~200, 183.
- Ministry of Education(2014a). Science 3-1. MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul.
- Ministry of Education(2014b). Science 3-2. MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul, p 92~93.
- Ministry of Education(2014c). Science 4-1. MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul, p 92~93.
- Ministry of Education(2014d). Science 4-2. MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul.
- Ministry of Education(2014e). Science 3-2 instructions for teachers, VISANG Publishing Co Inc., Seoul. p 299~299, 318~319, 320~321.
- Ministry of Education(2015a). Science 5-1. MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul, p 92~93.
- Ministry of Education(2015b). Science 5-2. MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul, p 92~93.
- Ministry of Education(2015c). Science 6-1. MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul.
- Ministry of Education(2015d). Science 6-2, MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul.
- Ministry of Education(2015e). Science 5-2, instructions for teachers, MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul, p 308, 311~312.
- Ministry of Education(2015f.) Science 4-1. instructions for teachers, MIRAN-N Publishing Co Inc., Seoul, p 240~241.
- Ministry of Education(2014i). Society 3-4, CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul.
- Ministry of Education(2015j). Society 6-1, Dong-A, Publishing Co Inc., Seoul.
- Ministry of Education(2015k). Society 5, 6-2, CHUNJAE Publishing Co Inc., Seoul.
- Moyer R et al.(2002). McGRAW-HILL Sciene 3-6, McGRAW-HILL National Geographic Society, Washington, D. C..
- Ryu KS(1996). Technical standard unit of the Japanese Ministry of Construction, which is converted into the International System of Units (SI). Journal of The Korean Society of Agricultural Engineers, 38(5), 18~21.
- Shin JY(2015). Student's Understanding and Difficulties on the Concept of Speed and Unit of Speed in the Elementary School, Chongju National University of Education, Graduate school of Elementary Science Education.
- Sohn JH(2008). Proposals for the Coexisting of Legal Units and Living Measures. The Journal Of Contents, 8(9), 185~193.
- Suh JA, Jong HK, Jung YJ(2000). Investigation on the Students' Abilities of Reading Scales and Conceptions Related with Measuring Instruments and Units. Journal of the Korean Association for Science Education, 20(1), 1~11.
- Suh JA, Jo KH, Song JW and Pak SJ(2004). The Effects of Estimation Activities on Understanding Concepts, Predicting and Calculating Answers in Problem Solving Procedure : Case of Speed and Density. Journal of the Korean Association for Science Education, 24(5), 814~824.
- THE CHONSUN ILBO(2006a). "Do not use pyeong, inch or yard". [http://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2006/06/02/2006060270525.html](http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2006/06/02/2006060270525.html)
- THE CHONSUN ILBO(2006b). "Do not use pyeong, inch or yard"., m2 · kg is recommended. [http://srchdb1.chosun.com/pdf/i\\_service/pdf\\_ReadBody.jsp?Y=2006&M=06&D=03&ID=2006060300103](http://srchdb1.chosun.com/pdf/i_service/pdf_ReadBody.jsp?Y=2006&M=06&D=03&ID=2006060300103).
- THE CHONSUN ILBO(2007a). "Can not you say 'one person' at a restaurant?". [http://news.chosun.com/site/data/html\\_dir/2007/06/30/2007063000277.html](http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2007/06/30/2007063000277.html)
- THE CHONSUN ILBO(2007b). Is there any way to calculate the changed metric, easily and quickly?. [http://danmee.chosun.com/site/data/html\\_dir/2007/08/1](http://danmee.chosun.com/site/data/html_dir/2007/08/1)

4/2007081451009.html  
THE CHONSUN ILBO(2015). The unit is confusing... 660 billion disappeared in the air.  
[http://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2015/04/25/2015042500757.html](http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2015/04/25/2015042500757.html).  
THE CHONSUN ILBO(2015b). The United States does not use the world's only metric system.  
[http://srchdb1.chosun.com/pdf/i\\_service/pdf\\_ReadBody.jsp?Y=2015&M=08&D=17&ID=2015081700020](http://srchdb1.chosun.com/pdf/i_service/pdf_ReadBody.jsp?Y=2015&M=08&D=17&ID=2015081700020).  
The Kyunghyang Sinmun(2015). When will the US introduce the 'metric system'.  
[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201509072119545&code=990100](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201509072119545&code=990100).

Yoo JE(2013). Development and Application of Elementary Science Programs for the Understanding of Concepts and Units of Weight and Mass, Gyeongin National University of Education, Graduate school of Elementary Science Education.  
You KH(2009). Understanding SI units. Technical standard, 84, 35~36.

- 
- Received : 01 August, 2018
  - Revised : 27 August, 2018
  - Accepted : 01 September, 2018