

가르칠 지식으로서 무게에 대한 분석: 교수학적 변환 이론을 중심으로

최지선(광주교육대학교, 조교수)

초등학교 3~4학년군에서 무게를 지도하는 방식이 2015 개정 수학과 교육과정과 2015 개정 과학과 교육과정에서 상이하여, 초등학교 교사들과 학생들의 혼란이 야기된다는 비판이 제기되었다. 이에 본 연구는 사회적으로 사용된 지식이 가르쳐질 지식으로 교수학적 변환되는 과정에서 고려해야 할 사회적 인정성을 확인하고, 교수학적 의도에 따라 다르게 변환된 정도를 비교·분석하고자 하였다. 이를 위해 일상적 의미에서의 무게의 의미, 국제단위계에 따른 무게의 정의, 수학과 교육과정과 교과서에 구현된 무게, 과학과 교육과정과 교과서에 구현된 무게를 분석하였다. 이러한 분석을 통해서 가르칠 지식으로서의 무게를 어떻게 정의하고 가르칠 것인가에 관한 교수학적 관점을 도출하였다.

I. 문제 제기

“이 가방이 저 가방보다 무거워”, “이 수박은 7kg이야”, “내 몸무게는 50kg이야” 등과 같이, 일상생활에서 어떤 양을 나타낼 때 무게를 자주 사용한다. 이것은 무게가 일상적 개념이라는 것을 의미한다. 한편 무게는 산업 현장과 정밀과학에서 사용되는 과학적 개념으로도 사용된다. 이는 무게가 일상적 개념과 과학적 개념에 걸친 스펙트럼이 넓은 용어라는 것을 의미한다.

무게는 수학과 교육과정의 측정 영역에서 다루어지는 기본적인 양 중의 하나로, 길이, 들이, 각도 등과 함께 초등학교에서 3~4학년군의 중요한 학습 요소로 다루어진다(교육부, 2015b). 그리고 초등학교 3~4학년군 외의 다른 학년군에서는 무게를 다루지 않는다. 이는 교육과정과 교과서에서 다루는 무게가 스펙트럼이 넓은 무게라는 개념을 초등학교 3~4학년군의 수준에 맞도록 교수학적 변환된 형태라는 것을 의미한다.

최근 초등 수학 교과에서 무게와 관련된 논쟁이 제

기되었다. 국제단위계 SI(The International System of Units)는 킬로그램(kg)을 질량의 단위로 표기한다. 이를 바탕으로 2009년 전문개정된 대한민국 국가표준기본법에서는 킬로그램(kg)을 질량의 단위로 표기하게 되었다(법제처, 2021; 한국표준과학연구원, 2020). 이에 2015 개정 수학과 교육과정에서 무게의 단위로 질량의 단위인 킬로그램(kg)을 사용하는 것은 과학적 오류이기 때문에 수정이 필요하다는 민원이 제기되었다는 것이다(김선희 외, 2021, p.121). 이 주장은 과학 교육계에도 논쟁을 야기하였고, 그러한 가운데 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 초등학교 4학년 1학기 과학 교과서는 무게의 단위를 ‘g중’, ‘kg중’, ‘N’ 등으로 표기하였다(교육부, 2020, p. 79). 그 결과 2015 개정 교육과정을 따르는 초등학생들은 3학년 2학기 수학 교과서에서 무게의 단위로 킬로그램(kg), 4학년 1학기 과학 교과서에서 무게의 단위로 킬로그램중(kg중)을 학습한다. 이러한 변화가 수학과 교육과정에서 무게의 단위로 무엇을 사용할 것인가에 대한 구체적인 논의를 유발하게 된 것이다(이경화 외, 2021; 김선희 외, 2021).

수학과 교육과정에서 무게를 어떻게 정의할 것인가 그리고 무게의 단위를 무엇으로 할 것인가를 결정하기 위해서는 교수학적 변환 과정을 검토할 필요가 있다. ‘교수학적 변환’은 가르칠 목적으로 지식을 변형하는 일체의 과정을 통칭한다(Kang & Kilpatrick, 1992, p.3). 학교 밖의 지식체 중 일부가 교실에 도달할 때까지 선정되고 재조직되고 재정의되는 것을 포함한다(장혜원, 김동원, 이환철, 2013). 학교 밖의 지식체 중에서 어떤 지식이 선정되고 재정의되어야 하는지를 논의하기 위하여 ‘교수학적 변환’ 이론을 중심으로 다음 두 가지 측면에 주목할 필요가 있다.

첫째, ‘가르칠 지식’이 사회적으로 인정되는 지식인가이다. Chevallard(1989)은 지식의 사회적 측면에 비추어 ‘사용되는 지식’과 ‘가르칠 지식’의 차이를 다음과 같이 설명하였다.

* 접수일(2022년 9월 13일), 심사(수정)일(2022년 10월 12일), 게재확정일(2022년 10월 23일)
* MSC2000분류 : 97B70
* 주제어 : 교수학적 변환, 무게, 질량, 수학, 과학, 교육과정

‘사용되는 지식’의 가장 결정적인 특성은 그 지식의 관련성(relevance)이다. 유용하지 않은 지식은 폐기될 가능성이 높다. 그러나 관련성은 ‘가르칠 지식’에는 그다지 중요하지 않다. 실제로 유용하든 그렇지 않든 간에, 그것은 사회적으로 먼저 인정되어야 한다. 즉, ‘가르칠 지식’에서 중요한 것은 사회적 인정과 정당성이다. ‘사용되는 지식’에서 ‘가르칠 지식’으로 가는 과정에서 관련성은 합법성을 제공한다. 교수학적 변환은 ‘사용되는 지식’에 사회적인 인정과 정당성을 부여하는 과정이다. 사회적 인정을 받기 위해서는 지식이 사전에 선인되어야 한다 (Chevallard, 1989, p.9; Kang & Kilpatrick, 1992, p.2에서 재인용).¹⁾

가르칠 지식으로 변환되기 위해서는 사용되는 지식이 유용하고 사회적으로 인정되어야 한다. 만약 사회적으로 인정되지 않은 지식이라면 그 자체로 도태되거나 특수 영역에서만 사용되므로, 가르칠 지식으로 변환될 수 없다. 일반적으로 교육과정에서 제시된 성취기준은 선언된 가르칠 지식들을 제시하는 것으로 볼 수 있으며, 사회적으로 합의되고 통용되는 지식이어야 한다. 따라서 무계에 대한 최근의 논쟁은 무계의 정의 혹은 무계의 단위는 어떻게 사용되며 사회적으로 정당한 수준인가를 검토할 필요가 있음을 의미한다.

둘째, 교수학적 변환의 교육적 의도는 무엇인가이다. 교수학적 변환 이론에 따르면 교육과정과 교과서는 교수학적 의도로 변환된 것으로 교수학적 의도가 다른 교육과정과 교과서도 다르게 개발된다.

일반적으로 ‘사용되는 지식’은 다양한 상황의 조합이 가능한 특정 환경에서 발생한다. 주어진 환경에서 적절한 지식은 상황에 사용되기 위해 발생한다: 지식은 환경에 따라 다르다. 그러나 교수학적 변환에서, ‘가르칠 지식’의 발현은 교수학적 의도에 달려 있다. 따라서 ‘가르칠 지식’을 감싸는 교수학적 환경은 처음부터 적절하게 수정되거나 적절하게 재건되어야 한다. 교수학적 변환의 환경을 바꾸는 기본 원칙은 학습자가 학습해야 할 지식의 맥락화와 개인화를 용이하게 하는 것이다. (중략) 지식은 맥락과 의미는 교수학적 변환의 경로를 따라 변한다 (Kang & Kilpatrick, 1992, p.5).

사용되는 지식으로서의 무계와 무계 단위, 그리고 가르칠 지식으로서의 무계와 무계 단위는 교수학적 의도에 따라서 다른 형태로 변환될 수 있다. 따라서 우리나라 수학과 교육과정에서는 무계를 어떠한 의도로 가르칠 것인가에 대한 관점을 분명히 파악해야 한다. 또한 가르칠 지식이 학생의 개인화에 용이한 것인가를 판단해야 한다. 지식이 만들어지는 과정에는 개인의 맥락이 포함되지만, 보편화된 지식이 되기 위해서는 개인의 맥락을 없애는 탈개인화를 거치게 된다. 그리고 지식을 학습하는 과정에서는 다시 개인이 이해할 수 있는 맥락화와 개인화가 이루어져야 하므로, 교수학적 변환 과정에서 가르칠 지식이 학습자 수준에서 맥락화와 개인화가 가능한가를 고려해야 하는 것이다.

이에 본고는 수학과 교육과정에서 무계를 어떻게 정의할 것인가 그리고 무계의 단위를 무엇으로 할 것인가를 비판적으로 고찰하려는 목적을 가지고, 다음 두 가지 연구 문제를 제시한다. 첫째, ‘사용되는 지식’으로서의 무계 정의와 무계 단위는 무엇인가를 분석한다. 일상의 언어에서 무계는 어떤 의미로 사용되는지, 그리고 국제단위계 SI에서는 어떤 의미로 사용되는지를 살펴보고자 한다. 최근의 교육계에서 논쟁이 되는 무계의 개념과 그 단위는 국가표준기본법과의 상충에서 발생하였고, 국가표준기본법은 국제단위계에 근거하여 마련되었기 때문이다(법제처, 2021). 둘째, ‘가르칠 지식’으로서 무계 정의와 무계 단위는 교수학적 의도에 따라서 어떻게 변환되는가를 분석한다. 2015 개정 수학과 교육과정 중 초등학교 과정에서 무계의 정의와 무계의 단위를 살펴보고, 다른 나라 초등학교 수학 교육과정에서는 무계의 정의와 무계의 단위가 어떻게 제시되는지 비교한다. 더불어 최근의 무계 논쟁과 밀접하게 관련이 있는 한국의 2015 개정 과학과 교육과정 중 초등학교 과정도 살펴본다. 이는 교수학적 의도를 파악하고 어떻게 변환되었는지를 비교함으로써, 수학과 교육과정의 교수학적 의도를 비판적으로 검토하기 위함이다.

II. 선행 연구 분석

본 연구와 관련된 선행 연구로 우리나라 초등학교 수학과 교육과정과 교과서에서 무계를 어떻게 지도하

1) 연구자가 원문에 제시된 두 종류의 지식의 성격을 구분하기 위하여 작은 따옴표를 추가하였다.

너지와 관련된 주요 연구 4편, 과학과 교육과정과 교과서를 대상으로 하는 연구 3편, 그리고 수학과 교육과정과 교과서를 과학과 교육과정과 교과서와 비교한 연구는 1편을 살펴보았다. 선행 연구의 주요 결과를 본 연구와의 차별성을 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

방정숙 외(2016)은 한국, 일본, 싱가포르, 미국의 초등 수학 교과서에 제시된 들이와 무게에 관하여, 단위의 필요성, 용어의 의미, 적절한 단위 선택, 적절한 측정 도구 선택, 계산의 필요성을 기준으로 분석하였다. 측정을 지도하는 방향은 유사함을 확인하였다. 싱가포르와 미국의 교과서에서 질량이라는 용어를 사용한다는 점을 확인하였으나, 이에 대한 구체적인 논의를 제시하지는 않았다.

권미선, 방정숙(2017) 우리나라 5차 교육과정에서부터 2007 개정 교육과정까지의 교과서 분석을 통해서 들이와 무게 단위를 분석하였다. 교과서를 대상으로 단위, 단위 사이의 관계, 표준 단위의 필요성을 제시하는 방식을 비교하였다. 이 연구에서는 국제단위계 SI를 소개하고 질량의 단위로 킬로그램을 사용함을 설명하고, 교과서의 양에 대한 단위를 정할 때는 교육과정과 교과서와 일치해야 할 필요성이 있다는 제언을 하고 있지만 무게의 단위로 킬로그램이 적절한가라는 논의와는 다른 측면에서 시사점을 제시하였다.

이승은, 이정은, 박교식(2018)은 우리나라와 일본의 수학과 교육과정에서 외영량 측정을 비교·분석하였다. 측정 과정에 관련하여 직접비교, 임의 단위를 이용한 간접비교, 표준 단위를 이용한 측정의 과정을 체계적으로 비교하여 측정과 관련된 지도 방향에 대한 시사점을 제시하였다. 무게와 관련해서는 우리나라와 일본의 지도 방향이 크게 다르지 않다는 방정숙 외(2016)의 연구 결과와 일맥상통한다.

이종학, 전영주(2019)는 우리나라 2015 개정 교육과정을 중심으로 길이, 부피 및 들이, 무게, 넓이의 서술 내용을 비교 분석하였다. 각 측정량의 지도 방법 간의 차이를 파악할 수 있지만, 무게의 정의와 무게의 단위의 적절성을 다루지 않는다.

수학과 교육과정과 교과서에 대한 4편의 선행 연구 결과를 살펴본 결과, 측정의 지도 내용으로서의 적절성과 바람직한 지도 방향을 찾는 목적으로 연구가 이루어졌음을 알 수 있다. 많은 나라들이 무게라는 용어를 사용하지만 일부 국가에서 질량이라는 용어를 사용

하는데 대한 의문을 제기하는 선행 연구는 없었고, 따라서 이에 대한 관련 연구는 아직 이루어지지 않은 것으로 볼 수 있다.

박준형, 전영석(2014)은 과학과에서의 무게는 ‘역학’ 분야에 대한 입문 개념이라는 관점에서 연구를 진행하였다. 역학으로서의 무게를 이해하는 것이 중요하며, 역학적 의미에서의 무게를 학생들과 교사들이 이해하기 어려워한다는 사실을 밝혔다. 특히, 무게를 질량에 비례하는 힘의 크기로 설명해야 하는 초등 교사들은 질량, 중력을 사용하지 않고 무게를 가르치는 것을 어려워하였다. 또한 많은 학생들이 질량과 무게를 같은 개념으로 알고 있어, 교사들은 이 두 개념의 차이를 지도하기 어려워하였다. 초등학생들은 무게를 질량으로 혼동하거나 무게를 중력과 혼동하는 모습을 보였다. 이 연구는 과학과에서 역학적 의미로서의 무게를 이해한다는 가정을 바탕으로 한 것으로, 측정량으로서 무게를 지도하는 수학 교과와의 관점 차이를 보여준다. 또한 초등학교 4학년 학생들이 중력의 크기로서의 무게를 이해하기 어려워한다는 사실을 보여준다.

박준형, 전영석(2020)은 초등학교 과학과 교육과정에서 무게를 다룰 것인지 질량을 다룰 것인지를 논의하기 위하여, 우리나라 과학교육자들의 인식을 조사하고 우리나라 교육과정과 해외 교육과정을 분석하였다. 연구 결과, 과학교육자들은 무게와 질량을 구분하여 지도해야 한다고 인식하는 경우가 많았다. 우리나라 과학과 교육과정 5차, 6차, 7차, 2007 개정 교육과정에서는 무게를 ‘힘의 크기’로 다루어왔으나 2019 개정, 2015 개정 교육과정에서는 무게를 ‘물체의 양’을 나타내는 것으로 변화되었다고 분석하였다. 2007 개정 교육과정에서는 무게를 힘의 크기로 다루어도 불구하고 힘의 단위를 도입하지 않았다고 비판하였다. 또한 과학과 교육과정을 한국, 영국, 미국, 호주, 싱가포르를 대상으로 비교한 결과, 과학과 교육과정에서 질량을 다루는 국가는 없었고 싱가포르만 ‘무게’ 개념을 중력과 직접 관련시켜 도입하였고, 한국을 제외한 다른 국가들은 힘의 크기로 무게를 도입하였다고 분석하였다.

권성기, 남일균(2020)은 초등예비교사가 무게와 질량을 구별할 수 있는지를 조사하였다. 2015 개정 교육과정에서 질량 개념을 지도하지 않고 무게 개념을 지도하기 때문에, 초등예비교사들이 무게에 대한 개념을 이해하는 데 어려움을 내포할 수 있다고 보았다.

수학과와 과학과에서의 무게를 비교한 연구로는 방정숙, 권미선(2017)이 있다. 2009 개정 교육과정 문서와 교과서, 그리고 2015 개정 교육과정 문서를 비교하였다. 수학과 과학 모두 무게를 물체의 양으로 사용하며, 무게를 측정하는 것을 3~4학년군에 다루기 시작한다는 공통점이 있으나, 수학의 경우 무게의 단위와 단위 사이의 관계를 알고 무게의 덧셈과 뺄셈을 하는 것에 초점을 둔 반면, 과학은 저울의 원리를 알고 저울을 설계하는 것에 초점을 두도록 제시한다는 차이점을 제시하였다. 이 연구는 초등학교 수학과 과학과 교육과정의 차이를 드러냈으나, 무게의 정의와 무게의 단위는 연구의 범위에 포함되지 않았다.

선행 연구 분석을 통해서, 과학과에서 무게를 다루는 교육 목적이 수학과와는 크게 다르다는 것을 알 수 있다. 수학과는 측정량으로서 무게를 지도하지만 과학과는 측정량으로서의 무게뿐만 아니라 힘의 크기로서의 무게를 가르쳐야 한다는 관점이 공존하였다. 수학 교과에서는 무게를 측정량으로만 다루지만, 과학 교과에서 무게와 질량을 모두 설명함에도 불구하고 초등학교 4학년 학생들, 예비교사, 현직교사 모두 무게와 질량을 구분하기 어려워하는 것으로 볼 수 있다.

한편, 현재 진행 중인 2022 개정 교육과정 논의 과정에서 수학과 교육과정에서 무게의 단위를 킬로그램으로 할 것인지 또는 킬로그램중(kg중)으로 할 것인지가 언급되었다. 이는 2015 개정 교육과정 초등 수학 교과서와 초등 과학 교과서에서 서로 다른 무게 단위를 지도하는 것에 대한 문제의식으로부터 출발하였다. 이경화 외(2021)와 김선희 외(2021)는 전문가협의회에서 제시된 전문가 의견을 바탕으로, 무게의 단위를 킬로그램중으로 수정하는 안에 대한 다양한 의견을 제시하였다. 무게의 단위를 킬로그램중으로 지도하는 것은 국가표준기본법과 과학 교과서와 일관성을 가질 수 있는 장점이 있지만, 일상생활에서 무게의 단위로 킬로그램중을 사용하는 예를 찾기 어렵고 교육적으로 바람직한지에 대한 우려가 있다는 의견을 제시하였다. 이 연구 결과는 전문가들의 경험과 식견을 제시하였다는 측면에서 의의가 있지만, 역설적으로 수학과 교육과정에서 다루어야 하는 무게의 개념 그리고 무게의 단위에 대한 교육 연구가 이루어져야 하며 교수학적인 관점에서의 의사결정이 필요하다는 것을 시사한다.

III. 연구 방법

본 연구의 연구 방법은 문헌분석으로, 연구목적에 맞도록 분석 대상을 선정하고, 분석 목적에 맞는 내용 분석, 분석 결과 도출을 통해 시사점을 도출하는 과정으로 이루어졌다.

1. 연구 내용에 따른 분석 대상

첫째, 사용되는 지식으로서의 무게의 사회적으로 인정되는 정도를 파악하기 위하여, 무게의 일상적 의미로 분석하고 국제단위계에서의 의미를 분석한다. 일상의 의미를 분석하기 위해서는 표준국어대사전, 물리학백과 등의 사전류를 분석하였다. 국제단위계는 9번째 영문판의 한국어 번역판(한국표준과학연구원, 2020)과 관련된 자료를 활용하였다.

둘째, 교수학적 의도가 달라지면 따라 가르칠 지식도 달라지므로, 교수학적 의도에 따라 무게의 정의와 무게의 단위가 어떻게 다른지를 여러 교육과정들을 비교한다. 국외 교육과정과 교과서 분석은 지식의 교수학적 변환 결과를 비교할 수 있는 연구 방법으로, 널리 활용된다(방정숙 외, 2016; 최은아, 정연준, 2021; Lee et al., 2021). 본고에서의 분석 대상은 방정숙 외(2016)와 이승은 외(2018)를 참조하여 한국 수학 교육과정과 차이가 있는 싱가포르, 미국의 수학 교육과정 그리고 한국 과학 교육과정을 선정하였다. 교육과정 문서를 분석하고, 교육과정을 구체화한 자료가 필요한 경우에 교과서 내용을 분석하였다.

- 한국 2015 개정 수학과 교육과정(교육부, 2015b)
- 싱가포르 수학과 교육과정(Ministry of Education, Singapore, 2012)
- 미국 수학 공통핵심기준 CCSSM(Council of Chief State School Officers., 2010)
- 한국 2015 개정 과학과 교육과정(교육부, 2015a)

2. 분석틀

두 번째 연구 내용인 가르칠 지식으로 변환된 교육과정과 교과서를 분석하기 위하여, [표 1]과 같은 분석

들을 사용하였다.

[표 1] 분석틀

구분	분석 내용
학습 시기	• 무게를 학습하는 학년은?
무게 정의	• 무게는 어떻게 정의하는가? • 질량을 어떻게 정의하는가?
맥락	• 무게를 도입하기 위한 맥락은 무엇인가?
무게 단위	• 무게의 단위는 무엇인가?

첫째, 학습 시기를 분석한다. 일반적으로 학습 내용은 학생이 학습수준에 따라 다르게 교수학적 변환되므로, 몇 학년에서 어떤 방식으로 정의하거나 사용되는지를 파악한다. 둘째, 무게의 정의를 분석한다. 무게를 일상적인 의미로 사용하는지 역학적 의미로 사용하는지를 파악한다. 그리고 일상적 의미에서의 무게를 국제단위계에서는 질량이라고 정의하므로, 교육과정과 교과서에 질량을 정의하는지를 분석한다. 셋째, 무게를 도입하는 맥락을 분석한다. 무게 개념이 드러나는 맥락을 파악함으로써 무게 개념의 의미를 확인한다. 넷째, 무게 단위를 분석한다. 무게 단위는 무게 정의와 관련되므로, 무게 단위를 분석한다.

IV. 사용되는 지식으로서의 무게

1. 일상적 의미

무게는 <표준국어대사전>에 의하면, ‘물건의 무거운 정도’를 의미한다(국립국어원, 2022a). 물건의 무거운 정도를 나타내는 값이라는 의미이다. 이는 무형의 대상에도 적용되어 ‘사물이 지닌 가치나 중요성의 정도’를 나타내기도 하는데, 그 정도가 더 무겁거나 덜 무겁다는 뜻을 나타내기도 한다.

무게가 무거운 정도를 나타내는 단어로 사용된 것은 적어도 15세기부터인 것으로 알려졌다. 무게라는 말의 옛말은 ‘므기’로, 이 단어는 15세기 문헌에서 찾을 수 있다(송근원, 2020, p.311). 15세기부터 17세기까지는 ‘므기’, 18세기부터 19세기에는 ‘무기’ 그리고 19세기 이후부터 현재까지 ‘무게’로 변화되었다(국립국어원, 2022b). 우리말에서 척도를 나타내는 명사들은 일반적

으로 형용사와 파생접미사를 붙여서 만들었다는 것이 일반적인 가설로(양정호, 2003), ‘므기’는 형용사인 ‘무겁’과 파생접미사 ‘이’가 통합된 구조로 구조라고 할 수 있다. 따라서 ‘무게’는 ‘무거운 정도’를 의미하는 명사이다. 과거 문헌에 나타난 ‘므기’가 사용된 문헌을 통해서, 그 의미가 무거운 정도임을 확인할 수 있다(국립국어원, 2022b).

- ㉠ 고깃 므기 비두리와 곧게 주쇼서<월석 11:4> → 번역: 고기의 무게가 비둘기와 같게 해주소서.
- ㉡ 你這蔘多少斤重 我這蔘一百一十斤 네 이 심이 몇 근 므기오 내 이 심이 일백열 근이라<번노 하:57> → 번역: 네 이 인삼들은 몇 근 무게인가? 내 이 인삼은 백열 근이다.
- ㉢ 돌 므기 열흔斤 혼 兩이니.<화포 6> → 번역: 돌 무게 열한 근 한 냥이니.

㉠에서, 고기의 무거운 정도를 비둘기의 무거운 정도와 비교하고 있다. ㉡과 ㉢을 보면, 인삼의 무거운 정도 또는 돌의 무거운 정도를 측정 단위를 이용하여 표현하고 있다. 인삼의 무게는 110근이고, 돌의 무게는 11근 1냥으로, 무게의 단위로 ‘근’과 ‘냥’이 사용되고 있다. 당시에 측정 단위를 이용하여 배의 개념으로 무거운 정도를 측정한 값으로 표현한 것이다. 일상적 의미로서의 무게는 무거운 정도를 측정을 통해서 표현한 값을 나타낸다. 두 양이 무거운 정도가 같은지 또는 어느 쪽이 더 무거운지와 같은 직접비교를 하거나, 그 사회에서 통용되는 단위의 배수를 이용한 측정값을 의미한다. 나아가 이것은 무게가 일상생활에서 사용되는 측정값으로 통용되고 있는 일상적 개념임을 의미한다.

한편, 물리학, 토목공학, 천문학 등에서는 무게를 일상의 의미와는 다르게 사용한다. 예를 들어, 한국물리학회에서 발행하는 <물리학백과>에서는 무게를 ‘물체에 작용하는 중력의 크기’로 정의하고 다음과 같이 설명한다(한국물리학회, 2022).

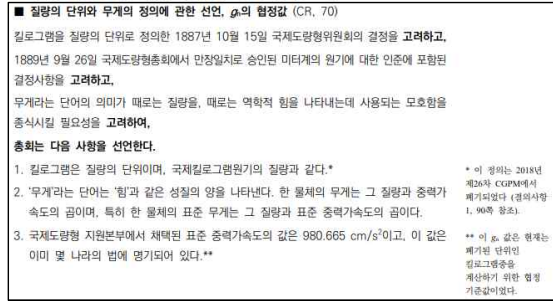
물체의 무게란 물체에 작용하는 중력의 크기를 말한다. 물체에 작용하는 중력은 물체 위치에서의 중력가속도와 물체 질량의 곱으로 나타낼 수 있으므로, 무게는 질량에 비례하는 물리량으로서 중력가속도의 크기에 따라 달라진다.

이 정의에 의하면, 무게는 질량에 비례하므로 질량이 무엇인가를 알아야 한다. <표준국어대사전>에는 질량을 물리학 용어로 분류하고, ‘물체의 고유한 역학적 기본량. 관성 질량과 중력 질량이 있다. 국제단위는 킬로그램(kg)’와 같이 설명한다. <물리학백과>에서도 질량을 ‘물체의 고유한 속성을 나타내는 물리량의 하나로서, (중력) 질량의 SI 단위는 킬로그램(kg)이다’로 설명한다. 무게는 물체의 고유한 기본량인 질량에 비례하고, 질량은 물체의 고유한 량을 의미한다는 것이다. 만약 인간이 지구 표면 위에서만 생활하고, 지구 표면 위의 중력가속도가 동일하다고 가정하면, 무게는 질량과 정비례한다. 따라서 일상적인 의미에서 물건의 무거운 정도를 표현할 때, 중력가속도를 의식하지 않는다면 무게를 사용하든 질량을 사용하든 의사소통에 문제가 발생하지 않는다.

2. 국제단위계로서의 무게

국제단위계 SI는 1875년 국제적으로 미터법을 공용하기로 한 미터협약에 따라 개발·발표된 것으로, 체계적 구조를 가지고 각국과의 논의, 협력, 조정을 통해서 결정된다. 오늘날 대부분의 측정 단위는 국제단위계 SI를 기반으로 한다. SI는 측정 단위를 7개의 ‘기본 단위’와 기본 단위의 합성을 통해 만들어지는 ‘유도 단위’로 구분한다(한국표준과학연구원, 2020). 국제단위계 SI의 기본 단위에는 ‘무게’가 포함되지 않고, ‘질량’이 포함되어 있다.

여기에서 드는 의문은 세계적으로 널리 사용되는 용어인 무게(weight)가 기본 단위에 포함되지 않은 까닭이 무엇인가하는 점이다. 다행스럽게도 SI에서 질량의 단위로 kg을 채택한 이유를 통해 무게의 의미를 고찰할 수 있다. 1901년에 개최된 제 3차 국제도량형총회(CGPM: the General Conference on Weights and Measures)의 회의 결과는 [그림 1]과 같다(한국표준과학연구원, 2020, p.5, p.48).



[그림 1] 제 3차 CGPM(1901) 회의 결과

무게라는 단어가 때로는 물체가 가지는 고유한 특성인 무거운 정도를 때로는 역학적 힘을 나타내는데 사용되어, 이 두 가지 의미를 구분하기 위하여 물체가 가지는 고유한 특성을 ‘질량’으로 명명한다고 설명하고 있다. 즉, 무게는 물건의 무거운 정도를 나타내는 질량의 의미를 가지기도 하고, 중력가속도를 받는 힘의 크기를 나타내기도 한다는 것이다. 국제도량형총회 CGPM은 무게가 2가지 의미로 사용되는 혼동을 피하기 위하여 일상적 의미의 무게를 ‘질량’으로 선언하고 그 단위를 킬로그램(kg)으로 하였으며, 역학적 의미에서는 ‘무게’로 구분한다는 것이다. 이에 따르면 일상적인 의미에서 말하는 ‘무게’는 국제단위계 SI에서 말하는 ‘질량’과 같음을 알 수 있다.

100여년 전에 무게와 질량이 국제단위계에 의해서 구분되었음에도 불구하고, 국제적인 행사에서, 비문학 글에서, 정보를 알리는 문서에서도 물체의 무거운 정도를 표현하기 위해 무게를 사용하는 예를 쉽게 찾을 수 있다. 여기에서는 3가지 예를 살펴본다.

첫 번째 예로, 국제적인 스포츠 행사인 올림픽 경기에서 무게를 나타내기 위해 kg을 사용하는 것을 쉽게 찾을 수 있다. ‘유도 100kg 급’, ‘역도 120kg’ 등에서 단위 킬로그램(kg)을 사용하며 한글로 표기할 때는 ‘무게’라는 용어를 사용한다. [그림 2]는 가장 최근에 개최된 2020년 올림픽 경기와 관련된 정보를 보여주는 그림으로, 킬로그램(kg)을 사용한다.

2) 7개 기본 단위는 길이 단위인 미터(m), 질량 단위인 킬로그램(kg), 시간 단위인 초(s), 전류의 단위 암페어(A), 온도 단위인 켈빈(K), 물질량 단위인 몰(mol), 광도 단위인 칸델라(cd)이다(한국표준과학연구원, 2020).



[그림 2] 무거운 정도로서 ‘무게’와 그 단위로 kg을 사용하는 예1 (<https://m.dailian.co.kr/news/view/122475>)

두 번째 예는 표준 단위의 올바른 사용을 돕기 위해 발행한 도서 ‘단위를 알면 세상이 보인다(2001)’에서 찾을 수 있다. [그림 3]과 같이, 물체의 무거운 정도를 질량이라고 표현하기도 하고 무게라고 표현하기도 한다. 특히 ‘몸무게’는 ‘몸’과 ‘무게’가 합쳐진 단어로 관습화된 경우에는 질량이라고 표현하기가 어렵다.

2008년 베이징올림픽 남자 77kg급에서 금메달을 따낸 사제혁 선수는 네 번이나 큰 수술을 이겨내고 세계 정상에 올라 흔히 ‘오륙이 역사(力士)’로 불린다. 당시 인상 162kg, 용상 204kg, 합계 366kg을 들어 기록이 중국 선수와 똑같았지만 몸무게가 450g이 덜 나가는 바람에 금메달을 따냈다. 질량을 정확히 재는 것은 역도나 권투 등 체중 경기에 한정되지 않는다. 각종 구기 종목에 사용되는 공의 무게도 정확히 측정해야 한다. 축구공은 410~450g, 배구공은 260~280g, 야구공은 141.7~148.8g이어야 사용할 수가 있으며, 배드민턴에 쓰이는 셔틀콕은 4.75~5.50g, 탁구공의 무게는 2.5g에 불과하다. 이들 공이 기준에서 조금만 벗어나도 경기를 치르는 데에 무리가 따른다.

[그림 3] 무거운 정도로서 ‘무게’와 그 단위로 kg을 사용하는 예2 (한국표준과학연구원, 2001, p.106)

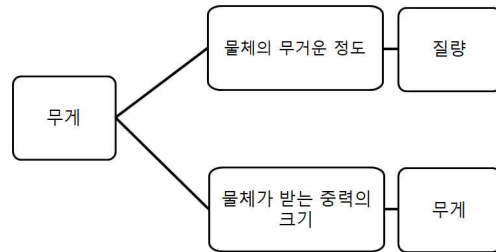
세 번째 예로 산업자원부에서 보도한 ‘법정계량단위 관련 FAQ(산업자원부, 2007)’을 살펴보면 ‘무게’의 단위로 킬로그램을 사용하고 있다. [표 2]와 같이, 국제단위계에 적합하도록 우리나라에서 전통적으로 사용해오던 단위인 근(斤), 관(貫), 돈, 냥을 사용하지 않도록 권고하고 있으며 킬로그램(kg)으로 표현되는 대상은 ‘무게’라고 제시한다. 계량과 관련하여 무게는 물체가

가지는 특성으로서의 무거운 정도를 의미하며, 그 단위는 킬로그램(kg)이라고 설명하는 것으로 볼 수 있다. 역학적 의미를 고려하지 않는 많은 상황에서 무게는 질량과 유사한 의미로 사용된다.

[표 2] 무거운 정도로서 ‘무게’와 그 단위로 kg을 사용하는 예3 (산업자원부, 2007)

구분	사용해야 하는 단위 (법정계량단위)	사용 금지 단위 (비법정계량단위)
길이	• 미터(m) • 센티미터(cm) • 킬로미터(km)	• 자(尺), 마(里)(里) • 피트, 인치 • 마일, 야드
넓이	• 제곱미터(m ²) • 제곱킬로미터(km ²) • 헥타아르(ha)	• 평(坪), 마지기 • 정보 및 단보 • 에이커
부피	• 세제곱미터(m ³) • 세제곱센티미터(cm ³) • 리터(L 또는 l)	• 홉, 되, 말 • 석(石), 가마 • 갈론
무게	• 그램(g) • 킬로그램(kg) • 톤(t)	• 근(斤), 관(貫) • 파운드, 온스 • 돈, 냥

종합하여 사용되는 지식으로서의 무게의 의미를 도식화하면 [그림 4]와 같다.



[그림 4] ‘사용되는 지식’으로서의 무게

국제단위계 SI는 100여년 전에 무게가 일상적인 의미에서 무거운 정도를 나타내거나 역학적 의미로 사용되는 경우를 구분하기 위하여 일상적인 의미에서의 무거운 정도를 ‘질량’으로 역학적 의미를 ‘무게’로 구분하고 킬로그램(kg)을 질량의 단위로 규정하였으나, 역학적 의미를 의도적으로 고려할 필요가 없는 경우 또는 무거운 정도를 비교하는 상황에서는 ‘무게’라는 용어를 사용하는 것이다. 그리고 그 단위로 킬로그램(kg)을 사용하는 경우를 쉽게 찾을 수 있다.

V. 가르칠 지식으로서의 무게

이 장에서는 사용되는 지식이 교수학적 변환을 거쳐 가르칠 지식으로 선언된 교육과정을 중심으로 무게를 지도하는 방식을 분석한다. 교육과정의 성취기준을 구체화한 자료가 필요한 경우에 교과서의 내용을 살펴본다. 이러한 분석을 통해 수학과 교육과정에서 가르치는 내용으로서의 무게의 성격을 파악한다.

1. 한국 수학과 교육과정

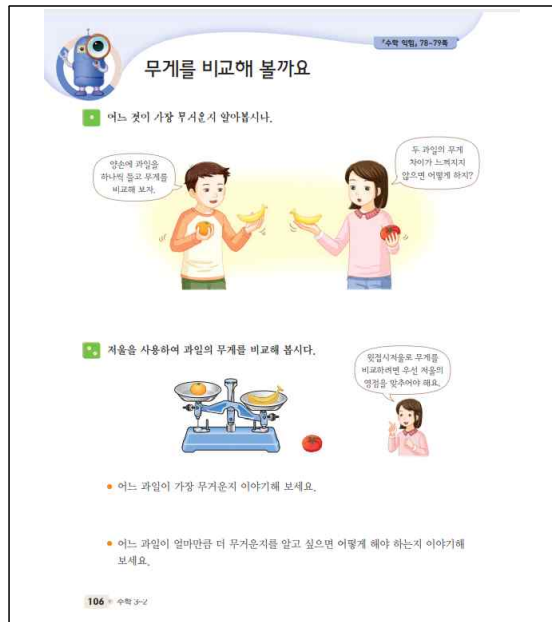
2015 개정 수학과 교육과정에서 ‘무게’는 측정량 중의 하나로, 생활 주변에서의 양을 측정할 필요성을 인식하고 비교, 측정, 어림하는 활동을 통해 측정의 유용성과 양감을 기르기 위한 내용 요소로 다루어진다. 무게와 관련된 성취기준은 초등학교 1~2학년군에 1개, 3~4학년군에 4개로, 주로 3~4학년에 제시된다.

[표 3] 2015 개정 수학과 교육과정 무게 관련 성취기준 (교육부, 2015b)

<p>(3) 측정 생활 주변에는 시간, 길이, 들이, 무게, 각도 등 다양한 속성이 존재한다. 측정은 여러 가지 속성의 양을 비교하고, 단위를 이용하여 재거나 어림해봄으로써 양을 수치화하는 것이다. 측정 과정에서 경험하는 양의 비교, 측정, 어림은 수학 학습을 통해 길러야 할 중요한 기능이고, 이는 실생활이나 타 교과 학습에서 유용하게 활용된다. 또한 측정을 통해 길러지는 양감은 수학적 소양을 기르는 데 도움이 된다.</p> <p>[2수03-01] 구체물의 길이, 들이, 무게, 넓이를 비교하여 각각 ‘길다, 짧다’, ‘많다, 적다’, ‘무겁다, 가볍다’, ‘넓다, 좁다’ 등을 구별하여 말할 수 있다.</p> <p>[4수03-08] 무게를 나타내는 표준 단위의 필요성을 인식하여 1g과 1kg의 단위를 알고, 이를 이용하여 무게를 측정하고 어림할 수 있다.</p> <p>[4수03-09] 1kg과 1g의 관계를 이해하고, 무게를 단명수와 복명수로 표현할 수 있다.</p> <p>[4수03-10] 실생활에서 무게를 나타내는 새로운 단위의 필요성을 인식하여 1t의 단위를 안다.</p> <p>[4수03-11] 실생활 문제 상황을 통하여 무게의 덧셈과 뺄셈을 이해한다.</p>
--

성취기준 [2수03-01]을 보면 무게는 ‘물체의 무거운 정도’를 의미한다는 것을 알 수 있다. [2수03-01]이 구체화된 초등학교 1학년 1학기 교과서를 보면 두 물건의 무거운 정도를 비교하여 ‘무겁다’와 ‘가볍다’로 표현한다(교육부, 2018a, p. 96). 그리고 3학년 2학기 교과서 ([그림 4] 참조)에서 무게를 비교한다는 것은 물건의 무거운 정도를 비교하는 것을 의미하는 것으로 설명한다(교육부, 2018b, p. 106). 무게를 정의하지 않지만 일상적인 의미에서의 물건의 무거운 정도를 측정할 값으로 가정한다고 볼 수 있다.

무게를 도입하는 맥락은 바나나, 귤, 토마토 등의 과일로 일상생활에서 접할 수 있는 대상이다. 두 과일의 무게를 비교하는 맥락에서 학생들은 두 과일의 무거운 정도를 비교하게 된다. 학생들은 무게를 직관적으로 비교하기 위하여 손으로 짐작하는 활동과 양팔 저울을 사용하여 무거운 정도를 비교하는 활동을 한다. 양팔 저울은 중력의 크기를 고려하지 않아도 두 대상의 무거운 정도만을 비교할 수 있는 도구로 무게를 학생들이 이해할 수 있도록 설명하기 위하여 양팔 저울을 사용한 것이다.



[그림 5] 2015 개정 수학과 교육과정 중 무게의 의미를 제시한 부분 (교육부, 2018b, p. 106)

무게의 단위는 성취기준 [4수03-08]와 [4수03-10]와 같이, 킬로그램(kg), 그램(g), 톤(t)이다. 무게는 질량이나 힘과 같은 내용 요소와는 관련성이 없이 물체가 가지는 있는 양의 특성으로 학습함을 알 수 있다.

2. 싱가포르 수학과 교육과정

싱가포르 수학과 교육과정에서 무게와 관련된 성취기준을 추출한 결과는 [표 4]와 같다. 무게는 길이, 부피와 함께 측정과 관련된 학습 요소이다. 무게에 대한 학습은 초등학교 2학년에서 5학년까지 이루어진다.

[표 4] 싱가포르 교육과정의 무게 관련 성취기(Ministry of Education Singapore, 2012)

학년	내용	학습경험
2	1. Length, Mass and Volume 1.1 measuring • mass in kilograms /grams 1.3 using appropriate units of measurement and their abbreviations cm, m, g, kg, l 1.4 comparing and ordering lengths/masses/volumes 1.5 solving word problems involving length/mass/volume	Students should have opportunities to: (a) <u>recognise that the term 'weight' is commonly used to mean mass in every situations.</u> (b) compare <u>masses</u> of objects using balance scales. (c) use everyday examples to develop a sense of <u>how heavy 1kg/1g is</u> , e.g. using a packet of sugar/flour/rice, a pin, a piece of paper. (f) work in groups to measure length/ <u>mass</u> using appropriate units and explain their choices of units and how the measurement is done, e.g. measure the length of a longer object in metres and <u>the mass of a heavier object in kg.</u> (g) estimate length/ <u>mass</u> /volume before measuring it and use the word 'about' to describe the estimation and measurement.
3	1. Length, Mass and Volume 1.2 measuring length/mass/volume (of liquid) in compound units 1.3 converting a measurement in compound units to the smaller units,	Students should have opportunities to: (e) work in groups to estimate and measure using appropriate tools <u>mass of more than 1 kg using measuring scales.</u>

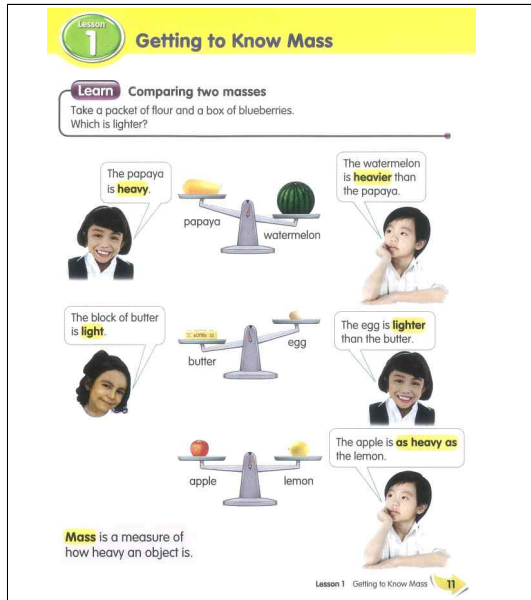
	and vice versa • <u>kilograms and grams</u> 1.4 solving word problems involving length/ <u>mass</u> /compound units	
4	1. Decimals up to 3 decimal places 1.1 notation, representations and place values(tenths, hundredths, thousandths) 1.2 comparing and ordering decimals	(b) record length/mass/volume of liquid in decimal notation e.g. 5 m 26 cm is 5.26 m, and identify the whole-number parts, tenths and hundredths in the decimal.
5	1. Four Operations 1.2. converting a measurement from a smaller unit to a larger unit in decimal form, and vice versa • <u>kilograms and grams</u>	Students should have opportunities to: (b) collect and talk about real-life examples of the use of different units of measurement e.g. specifications of furniture in a manual, <u>weighing scales</u> , height of a mountain in metres(m), car capacity in cubic centimetres.

무거운 정도를 처음 학습하는 2학년에서 “용어 ‘무게’는 모든 상황에서 질량을 의미하는 단어로 사용된다는 것을 안다(recognise that the term ‘weight’ is commonly used to mean mass in every situations)”를 중요한 학습 내용으로 설명하고 무거운 정도를 비교하고 측정할 때 사용하는 용어는 ‘질량(mass)’이라고 정의한다. 싱가포르 교육과정은 질량과 무게를 동일한 용어로 사용하되 교육과정에서는 질량이라는 용어를 사용하고, 무거운 정도를 측정할 값을 나타내는데 무게라고 표현하는 것을 허용한다고 볼 수 있다.

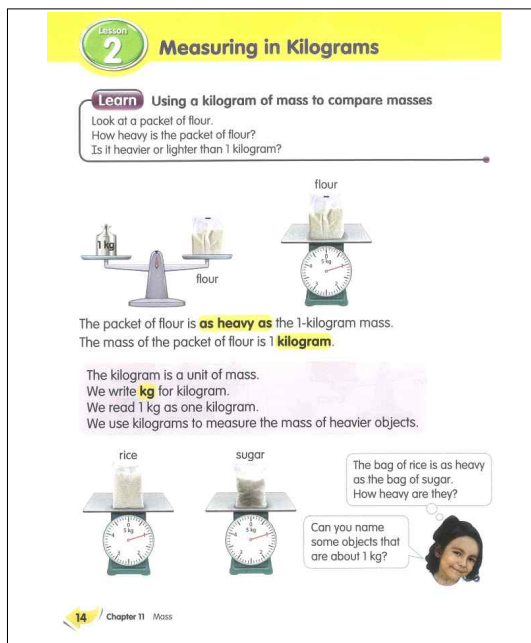
싱가포르 수학 교과서에서도 무게를 측정하고 기록하는 활동에서 물체의 무거운 정도를 ‘질량(mass)’이라고 한다. [그림 6]와 같이 무거운 정도에 대한 측정을 처음 배우는 2학년 교과서의 첫 번째 활동을 살펴보면, 두 물체의 무거운 정도를 비교하고 물건의 무거운 정도를 측정할 것을 ‘질량(mass)’으로 정의한다.

무게를 도입하는 맥락은 양팔 저울을 이용하여 여러 가지 과일의 무거운 정도를 비교하는 것이다. 양팔 저울은 중력의 크기를 고려하지 않아도 두 대상의 무거운 정도만을 비교할 수 있는 도구이다.

무게의 단위는 [그림 7]과 같이 킬로그램(kg)과 그램(g)이고, 톤(t)과 관련된 부분은 없었다.



[그림 6] 싱가포르 수학 교과서의 ‘질량’ (Kheong, Ramakrishnan & Choo, 2014, p.11).



[그림 7] 싱가포르 수학 교과서의 킬로그램 (Kheong, Ramakrishnan & Choo, 2014, p.14).

3. 미국 수학 교육과정

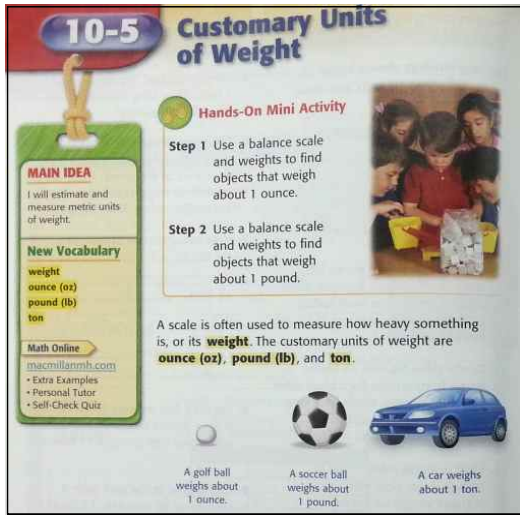
미국의 수학과 교육과정에 해당하는 문서 CCSSM (Common core standards for mathematics)을 살펴보면, 무게를 측정량으로 다룬다. 시간, 물의 부피와 함께 측정하고 어렵하고 단위 간의 환산과 관련된 내용을 학습하도록 하고 있다. 관련 학습 내용은 유치원 (K), 초등학교 2~3학년에 걸쳐 있다.

[표 5] 미국 CCSSM의 무게 관련 성취기준(Common Core State Standards Initiative, 2010).

학년	성취기준
K	Describe and compare measurable attributes. 1. Describe measurable attributes of objects, such as length or <u>weight</u> .
2	Solve problems involving measurement and estimation of intervals of time, liquid volumes, and <u>masses</u> of objects. 2. Measure and estimate liquid volumes and <u>masses</u> of objects using standard units of <u>grams(g)</u> , <u>kilograms(kg)</u> , and liters(l). Add, subtract, multiply, or divide to solve one-step word problems involving masses or volumes that are given in the same units, e.g., by using drawings (such as a beaker with a measurement scale) to represent the problem.
3	Solve problems involving measurement and conversion of measurements from a larger unit to a smaller unit. 1. Know relative sizes of measurement units within one system of units including km, m, cm; <u>kg</u> , g; lb, oz.; l, ml; hr, min, sec. Within a single system of measurement, express measurements in a larger unit in terms of a smaller unit. Record measurement equivalents in a two column table. For example, know that 1 ft is 12 times as long as 1 in. Express the length of a 4 ft snake as 48 in. Generate a conversion table for feet and inches listing the number pairs (1, 12), (2, 24), (3, 36), ... 2. Use the four operations to solve word problems involving distances, intervals of time, liquid volumes, <u>masses</u> of objects, and money, including problems involving simple fractions or decimals, and problems that require expressing measurements given in a larger unit in terms of a smaller unit. Represent measurement quantities using diagrams such as number line diagrams that feature a measurement scale.

K 과정에서 물체의 길이 또는 무게(weight)를 비교하는 활동을 한다. 어떤 물건이 더 가벼운지 무거운지를 비교하는 활동을 하는 것으로 추측할 수 있다. 한편, 초등학교 2학년에서부터 측정 활동을 학습하는데 이 때 물체의 ‘질량(mass)’을 다룬다.

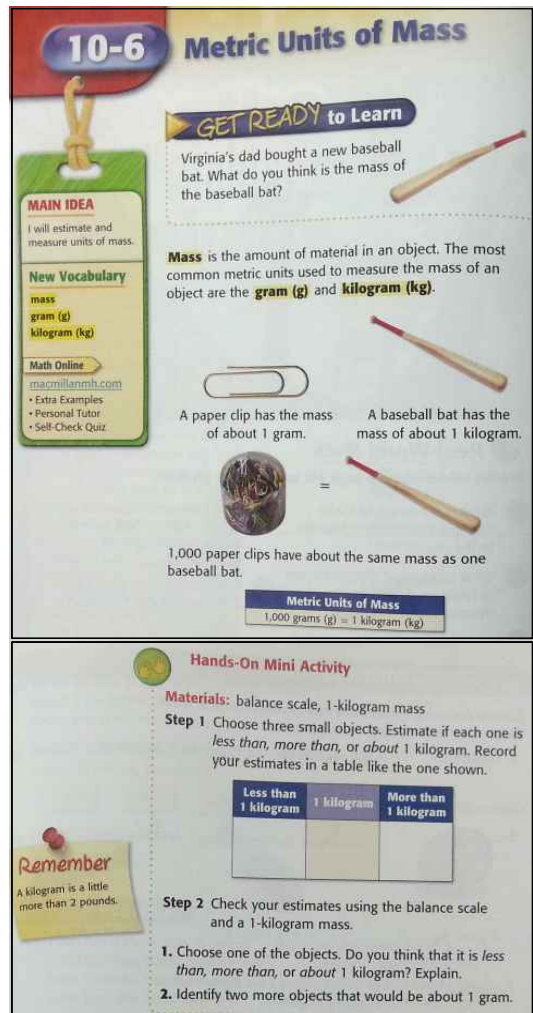
CCSSM 문서를 통해서 질량이 물체의 무거운 정도를 측정할 값인지를 확인하기 위하여 [그림 8]과 [그림 9]에 제시된 교과서 내용 살펴보았다. [그림 8]과 같이, ‘관습적인 단위’라는 제목 하에, 물체의 무거운 정도를 ‘무게’라고 설명한다. 학습 활동으로 양팔 저울(balance scale)을 사용하여 무게를 물체의 무거운 정도를 비교하도록 한다. 무게를 도입하는 맥락은 한국, 싱가포르와 마찬가지로 양팔 저울을 사용하는 것이다. 무게의 단위로 미국 내에서 일반적으로 사용하는 온스(oz)와 파운드(lb), 그리고 톤(t)을 제시한다(Altieri et al, 2009a, p.438).



[그림 8] 미국 Math Connect 3학년 교과서의 무게 (Altieri et al., 2009a, p.438)

반면 [그림 8]과 같이 ‘미터법 단위’라는 제목 하에, ‘질량은 물체에 있는 물질의 양이다(Mass is the amount of material in an object)’와 같이 질량을 정의하고, 질량의 단위로 킬로그램(kg)과 그램(g)을 사용한다(Altieri et al, 2009a, p.444). 미국 수학 교과서에서 무게는 관습적인 의미를 갖는 것으로 질량은 미터법에

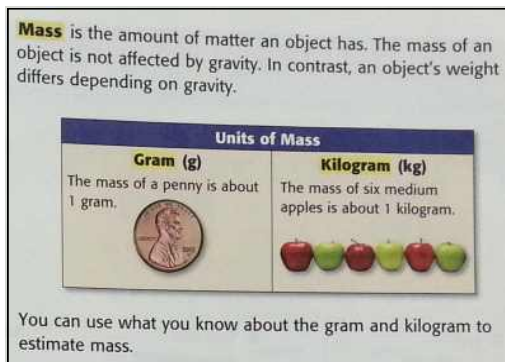
의해서 규정된 의미를 갖는 것으로 구분한다. 한편 학생들의 조작 활동을 살펴보면 양팔 저울(balance scale)을 이용하여 사물을 1 킬로그램과 비교하도록 한다. 무게와 질량을 동일하게 양팔 저울을 이용하여 측정하기 때문에 무게와 질량은 그 속성에 따라 달라지는 것이라고 볼 수 없으며, 무게와 질량의 구분은 관습적인 단위를 사용하느냐 혹은 국제도량형에 따른 단위를 사용하느냐에 의해서 구분된다.



[그림 9] 미국 Math Connect 3학년 교과서의 질량 (Altieri et al., 2009a, pp.444-445).

4학년 교과서에서도 물체의 무거운 정도를 무게라고 정의하고, [그림 10]와 같이 질량을 물체의 특성으로 설명한다. 추가적으로 무게는 중력에 영향을 받고 질량은 중력에 영향을 받지 않는다는 사실을 제시함으로써, 무게는 일상적 의미를 가지면서 동시에 역학적 의미를 갖는다는 사실을 언급한다. 하지만 중력과 관련된성을 설명하지는 않는다. 이러한 방식으로 학습한 학생들은 무게는 일상적인 의미에서의 물건의 무거운 정도를 측정할 값으로 중력에 영향을 받는 것으로 알게 된다. 1901년 제 3차 CGPM 회의에서 비판적으로 언급한 것과 같이, 무게가 사용되는 일반적인 두 가지 경우를 모두 가르치는 것이라고 할 수 있다.

미국 교과서에서 특이한 점은 단위이다. 무게의 단위는 파운드(lb), 온스(oz), 톤(t)이고, 질량의 단위는 킬로그램(kg)과 그램(g)이다.



[그림 10] 미국 Math Connect 4학년 교과서의 질량 (Altieri et al., 2009b, p.509).

이상의 비교를 통해 초등 수학교육에서 무게를 지도하는 공통된 측면을 찾을 수 있었다. 한국, 싱가포르, 미국의 수학과 교육과정은 ‘물체의 무거운 정도’를 비교하고, 측정하고, 어렵하는 활동을 주로 다룬다. 일상적인 물체의 무거운 정도를 측정하는 필요성을 인식하고 측정할 수 있게 함으로써 일상생활을 하는데 필요한 기초 지식을 갖추고 측정 단위를 적절하게 사용할 수 있게 교육하려는 의도를 갖는다. 물체의 무거운 정도를 일상생활에서 유용한 지식으로 가르치려는 의도는 학생들이 맥락화와 개인화를 용이하게 하도록 하는 것으로 볼 수 있다. 이를 싱가포르 교육과정과 미국의

교과서에 명백하게 확인할 수 있었다. 싱가포르 교육 과정은 ‘무게’가 ‘질량’을 의미하는 용어로 사용될 수 있음을 학생들이 이해하도록 가르칠 것을 제시하였고, 미국 교과서는 일상에서 널리 사용되는 물체의 무거운 정도를 무게라고 설명하였다. 초등 교육과정에서는 학생들이 수학적 지식과 개념을 이해하는 것뿐만 아니라 일상에서 필요한 기초지식을 습득하는 것이 중요하기 때문에, 측정 활동을 일상생활에서 필요한 지식과 연결시키는 것은 필수적이다.

다만 ‘물체의 무거운 정도’를 정의하는 방식은 국가마다 조금씩 상이하였다. 한국은 3~4학년군(교과서 기준 3학년)에서 1번에 가르치고, 물체의 무거운 정도를 ‘무게’라고 암묵적으로 정의한다. 무게의 단위로 킬로그램(kg), 그램(g), 톤(t)을 사용한다. 질량이라는 용어는 사용하지 않았다. 싱가포르는 초 2·5학년에서 수의 범위의 변화에 따라서 그 내용을 다르게 하여 가르친다. 무게는 모든 상황에서 질량을 의미하는 단어로 사용된다는 것을 인지하도록 하고, 물체의 무거운 정도를 ‘질량’으로 명시적으로 정의한다. 질량의 단위로 킬로그램(kg)과 그램(g)을 사용하고 톤(t)을 다루지 않는다. 미국은 K학년에서 무게를 비교하고 2, 3학년에서는 측정량으로 질량을 학습한다. 질량과 무게에 대한 구분을 수학 교과서 Math Connect를 통해 살펴본 결과, 관습적인 차원에서 물체의 무거운 정도를 무게라고 하고 그 단위로 파운드(lb), 온스(oz), 톤(t)을 사용한다. 미터법에 의해 물건의 무거운 정도를 측정할 값을 질량이라고 하고, 질량의 단위로 킬로그램(kg)과 그램(g)을 사용한다. 한편 4학년 교과서에는 간단하게 무게는 중력에 영향을 받는 값이라는 부연 설명하여, 무게의 외연을 확장하는 방식으로 가르칠 지식을 위계적으로 전개하였다.

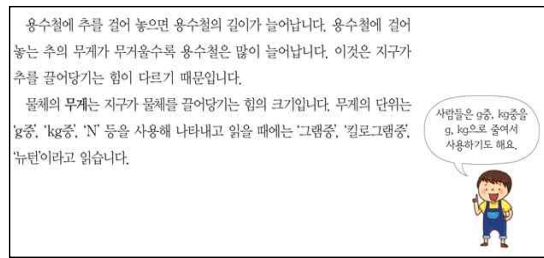
4. 한국 과학과 교육과정

2015 개정 과학과 교육과정에서는 일상생활에서 경험하는 무게를 측정할 필요성을 인식하고 저울을 이용하여 물체를 측정하도록 한다. 초등학교 3~4학년군의 물체의 무게와 관련된 내용은 [표 6]과 같다.

[표 6] 2015 개정 과학과 교육과정 초등학교 3~4학년
군의 무게 관련 성취기준(교육부, 2015a)

<p>(9) 물체의 무게 이 단원에서는 학생들이 일상생활에서 경험하는 무게에 대해 과학적으로 탐구함으로써 무게 측정의 필요성을 인식하도록 한다. 일상생활이나 과학 실험 활동에서 저울을 이용하여 무게를 정확하게 측정할 수 있도록 한다. 또 수평 잡기 활동을 통해 물체의 무게를 비교할 수 있도록 하며 용수철저울로 물체의 무게를 재는 원리를 이해하도록 한다.</p> <p>[4과09-01] 일상생활에서 물체의 무게를 측정하는 예를 조사하고 무게 측정이 필요한 이유를 설명할 수 있다.</p> <p>[4과09-02] 수평 잡기 활동을 통해 물체의 무게를 비교할 수 있다.</p> <p>[4과09-03] 용수철에 매단 물체의 무게와 용수철의 늘어남 길이의 관계를 조사하고 물체의 무게를 재는 원리를 설명할 수 있다.</p> <p>[4과09-04] 간단한 저울을 설계하여 제작하고 그 결과물을 평가할 수 있다.</p> <p>(다) 교수·학습 방법 및 유의 사항 초등학교 수준에서는 질량을 정의하기 어렵기 때문에 무게로 물체의 양을 나타내고 질량은 도입하지 않는다.</p>
--

물체의 무거운 정도를 측정한 값으로 보는 것이 아니라 중력과 관련성을 갖는 역학적 의미로 보는 것이다. 일반적으로 인간이 일상생활에서 중력을 경험한다고 보기 어렵기 때문에 교과서의 무게 정의는 교육과정의 설명과는 결이 다르다고 할 수 있다.



[그림 11] 2015 개정 과학과 교육과정 초등학교 교과서 4학년에서의 '무게'(교육부, 2020, p. 79)

과학과 교육과정에는 무게의 단위를 설명하지 않지만 교과서는 무게의 단위로 그램중(g중), 킬로그램중(kg중), 뉴턴(N)을 제시한다. 이는 역학적 의미로서의 무게를 의미하는 것으로, 중력가속도와 질량에 비례한다는 것을 표현한다. 즉, g중의 'g'는 질량의 단위이고 '중'은 중력가속도를 표현한 것이다. 중력가속도는 엄밀하게 시간 단위와 길이 단위로 구성되는 유도 단위로 표현되는 것으로 초등학교 4학년 학생들이 중력가속도의 단위를 이해하기 어렵기 때문에 이를 '중'으로 표현한 것이다.

그리고 말풍선에 '사람들은 g중, kg중을 g, kg으로 줄여서 사용하기도 해요'라고 부연되어 있다. 물건의 무거운 정도를 표현하는 일상생활에서는 g, kg을 사용할 수 있음을 언급한다. 하지만 kg중이 kg은 아니기 때문에 초등학교 4학년에서 학생들이 이 둘이 같은지를 판단하기에는 어려울 것으로 예측할 수 있다.

우리나라 초등학교 수학과 교육과정과 과학과 교육과정에서 무게를 다루는 관점이 크게 다를 수 있다. 수학교육에서는 무게를 일상적인 의미에서 무겁고 가벼운 정도를 측정하는 활동의 일부로 다루지만, 과학교육에서는 측정 대상으로뿐만 아니라 중력과 관련성을 다루고자 하는 관점이 공존한다. 초등 과학교육에서 '지구가 물체를 끌어당기는 힘의 크기'로 정의 할지에 대한 여러 가지 관점이 존재한다고 볼 수 있

학생들이 무게를 처음으로 과학적으로 학습한다는 점과 '일상생활에서 경험하는 무게'를 학습한다는 점에서 과학과 교육과정에서의 무게는 물건의 무거운 정도를 의미한다. 이에 대해 박준형, 전영석(2020)은 2015 개정 교육과정은 무게를 힘의 크기가 아니라 '물체의 양'으로 다루고 있다고 분석하였으며 이러한 교육과정의 의도는 2009 개정 교육과정에서 시작되었다고 분석하였다.

한편 교수·학습 방법 및 유의 사항에서 '초등학교 수준에서는 질량을 정의하기 어렵기 때문에 무게로 물체의 양을 나타내고 질량은 도입하지 않는다'고 기술하고 있다. 이는 '질량'은 학습 요소가 아니라는 의미이다. 결과적으로 한국의 수학 교과와 과학 교과 모두 '무게'만 다루며 '질량'은 다루지 않는다.

하지만 교과서는 교육과정과 다른 방식으로 무게를 정의한다. 2015 개정 초등학교 4학년 교과서에서 무게를 [그림 11]과 같이 '지구가 물체를 끌어당기는 힘의 크기'로 정의한다. 이 정의는 무게를 일상적인 의미의

며, 2015 개정 교육과정에서는 교육과정과 교과서에서 측정량으로서의 무게와 중력의 크기로서의 무게를 모두 제시하고 있는 상태이다.

이상의 결과를 종합하여 한국, 싱가포르, 미국의 수학과 교육과정, 한국의 과학과 교육과정을 분석한 결과를 요약하면 [표 7]과 같다.

[표 7] 가르칠 지식으로서의 교육과정 비교 결과

교과	국가	학습시기	무게와 질량	단위
수학	한국	초3	· 물체의 무거운 정도를 '무게'로 암묵적 정의 · 질량을 다루지 않음	· 무게 단위: g, kg, t
	싱가포르	초2~5	· 물체의 무거운 정도를 '질량'이라고 정의 (물체의 무거운 정도를 '무게'라고 할 수 있음)	· 질량(무게) 단위: g, kg
	미국	K, 초2~3	· 미터법에 의한 물질의 양을 '질량'으로 정의 · 물체의 무거운 정도를 '무게'로 정의	· 질량 단위: g, kg · 무게 단위: lb, oz, t
과학	한국	초4	· '지구가 물체를 끌어당기는 힘의 크기'를 '무게'로 정의 · 질량을 다루지 않음	· 무게 단위: g중, kg중, N

VI. 논의 및 결론

초등학교 3~4학년군에서 무게를 지도하는 방식이 2015 개정 수학과 교육과정과 과학과 교육과정에서 상이하여, 교사들과 학생들의 혼란이 야기된다는 비판이 제기되었다. 이에 본 연구는 사회적으로 사용된 지식이 가르쳐질 지식으로 교수학적 변환되는 과정에서 고려해야 할 사회적 합의 정도를 확인하고 교수학적 의도에 따라 다르게 변환된 정도를 비교·분석하고자 하였다. 이를 위해 무게의 어원, 국제단위계에 따른 무게의 정의, 한국, 싱가포르, 미국의 교육과정과 교과서를 분석하였다.

교수학적 변환 이론에서 가르칠 지식이 되기 위해서는 우선 사용되는 지식이 유용하고 사회적으로 인정되어야 한다고 설명한다. 무게의 일상적 의미를 분석한 결과, 무게는 그 어원이 '무거운 정도'를 의미하며

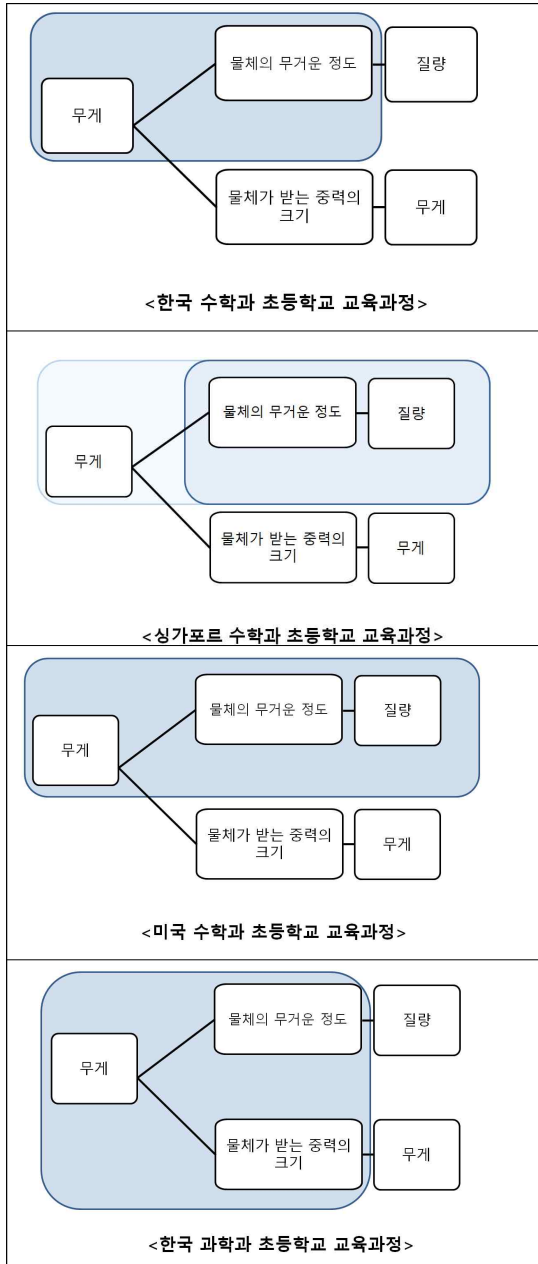
발음도 '무거운 정도'를 나타낸다. 한편, 국제도량형총회 회의록을 살펴보면, 100여년 전에 '물체의 무거운 정도'와 '물체가 받는 중력의 크기'를 구분하기 위하여 전자를 질량, 후자를 무게로 정의하게 되었다. 하지만 오늘날에도 일상생활에서 무게는 물체의 무거운 정도를 나타내기 위한 용어로 널리 사용된다. 따라서 '무게'는 물체의 무거운 정도를 나타내기 위한 일상적 개념으로 굳어져 있다고 볼 수 있으며, 이것이 과학분야에서 유용하다는 이유로 일상생활에 유용한 지식을 학습하고 다양한 경험과 지식을 쌓는 초등학생들에게 가르치기는 쉽지 않을 것이다.

교수학적 변환 이론에 따르면, 교수학적 의도에 따라서 동일한 지식도 다르게 교수학적 변환된다. 본 연구에서 분석한 4개의 교육과정은 무게를 다른 방식으로 다루고 있어 교수학적 의도의 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 이를 도식화하면 [그림 12]와 같다.

우리나라 수학과 초등학교 교육과정은 무게를 일상적 의미인 물체의 무거운 정도로 암묵적으로 정의한다. 순우리말로 물체의 무거운 정도를 나타내는 단어로 '무게'를 사용하기 때문에, 학생들이 일상생활에서 측정량을 유용하게 활용할 수 있고 측정량으로서의 무거운 정도에 관한 지식을 개인화하기 위해서는 '무게'로 정의하는 것으로 볼 수 있다.

싱가포르 수학과 교육과정은 국제단위계와 일관된 관점으로 물체의 무거운 정도를 나타내기 위하여 질량을 사용한다. 다만 무게가 무거운 정도를 나타내는 용어로 널리 사용되기 때문에 질량 대신에 무게를 사용할 수 있음을 별도로 설명하는 것으로 볼 수 있다. 중국어와 영어 등을 공용으로 쓰는 싱가포르 문화권에서는 초등학생들이 질량(mass)을 맥락화와 개인화할 수 있을 것으로 판단한 것으로 볼 수 있다.

미국 수학과 교육과정은 물체의 무거운 정도를 무게로도 표현하고 질량으로도 표현한다. 질량은 미터법에 의해 정의된 것으로 정의하고 단위는 킬로그램과 그램을 사용한다. 반면 무게는 관습법에 의해 사용되는 개념으로 정의하고 단위는 파운드와 온스를 사용한다. 무게(weight)가 질량(mass)보다 일상적인 의미로 물체의 무거운 정도를 나타내는 것으로, 교수학적인 관점에서 일상생활에서 무거운 정도를 의미할 때는 무게가 적절하고 학문적인 맥락에서 중력의 크기를 의미할 때는 질량이 적절하다고 판단한 것이다.



[그림 12] ‘가르칠 지식’으로서의 무게와 질량

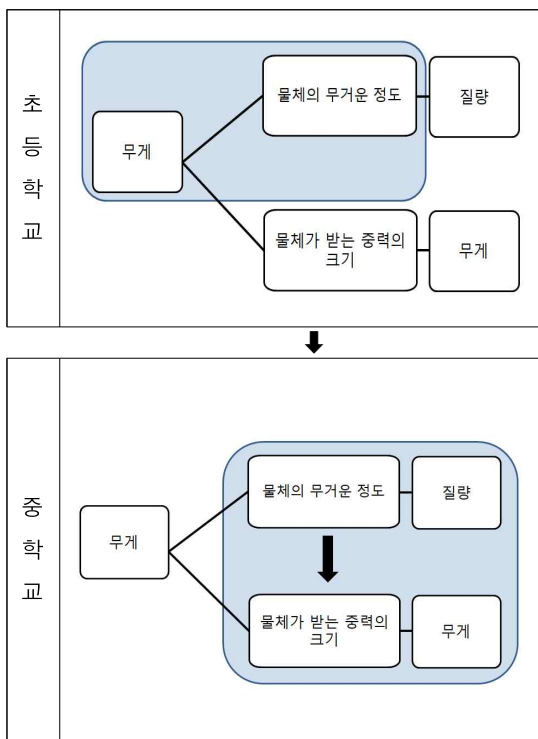
우리나라 과학과 교육과정에서는 무게를 물체의 무거운 정도를 나타내기도 하고 물체가 받는 중력의 크기를 나타내기도 한다. 과학과 교육과정의 변화(박준

형, 전영석, 2020)는 이러한 두 가지 관점이 교차되었음을 의미하고, 2015 개정 교육과정의 성취기준은 일상에서의 물체의 무거운 정도를 나타내는 것으로 설명하고, 교과서는 중력의 크기로 무게를 정의한다.

현재 수학과 교육과정에서 무게를 다루는 방식이 적절한지를 판단하기 위하여, 현재와 다른 방식을 도입할 수 있는지 비판적으로 검토할 필요가 있다. 싱가포르와 같이, 처음부터 질량과 무게를 구분하여 일상에서 물체의 무거운 정도를 ‘질량’이라고 정의하는 방식을 생각해보면, 무게의 어원 때문에 쉽지 않을 듯하다. 무게는 15세경부터 사용된 우리말로, 교육과정 상의 선언을 통해 무게를 질량으로 바꾸기 쉽지 않다. 사용되는 지식이 가르칠 지식으로 변환되기 위해서는 사회적 합의가 필요하므로, 만약 교육과정에서 물체의 무거운 정도를 질량으로 정의하기 위해서는 사회적 합의가 우선적으로 이루어져야 할 것이다. 또한 관습법과 미터법으로 무게와 질량을 구분한 미국의 방식도 한국에 적용하기가 어려울 것이다. 관습법에 의한 측정 단위인 근, 돈, 냥 등은 현재 사용되지 않기 때문이다. 그리고 우리나라 과학 교과의 입장은 수학과와 교수학적 의도가 다르기 때문에, 과학 교과의 방식을 사용하기가 어렵다. 수학 교과는 측정의 필요성, 임의단위를 통한 비교, 표준 단위를 이용한 측정, 어림 등의 측정의 대상으로 무게를 가르치려는 교수학적 의도를 가지고 있고, 힘의 크기로서 무게를 가르치려는 교수학적 의도가 없기 때문이다. 또한 선행 연구에서 밝히고 있듯이 초등학교 3~4학년 학생들이 질량과 무게를 구분하여 학습하더라도 이를 잘 구분하지 못하는 것은 이 학습자들에게 질량과 무게를 구별하는 것은 학습자 수준에 적절하지 않을 가능성이 크다는 것을 의미한다.

이러한 논의를 바탕으로, 우리나라 초등학교 교육과정에서 가르칠 지식으로서의 무게를 어떻게 정의하고 가르칠 것인가에 대한 결론을 내릴 수 있다. 사용되는 지식으로서의 무게는 ‘일상적 의미의 물체의 무거운 정도’와 ‘물체가 받는 중력의 크기’를 모두 나타내는데, 이를 초등학생 대상의 가르칠 지식으로 변환하기 위해서 교수학적 의도와 개인의 맥락화와 개인화 가능성을 고려해야 한다. 수학과 교육과정은 측정의 대상으로 물체의 무거운 정도를 가르치려는 교수학적 의도를 가지고 있으므로 ‘일상적 의미의 물체의 무거운 정도’를 다룰 필요가 있다. 그리고 이를 지칭하는 용어는 학습

자의 맥락화와 개인화 정도를 고려하여 질량보다는 무게라 표현하는 것이 적절하다. 왜냐하면 무게는 순수리말로 물체의 무거운 정도를 나타내는 말이기 때문이다. 학문적인 지식이 가르칠 지식으로 변환될 때, 학생들이 개인화와 맥락화가 가능한가를 판단한 결과는 각 문화권 내에서 다른 방식으로 결정될 수 있으며, 본고에서는 이러한 결정이 한국, 싱가포르, 미국에서 각각 다른 방식으로 선언되었음을 확인할 수 있었다.



[그림 13] 무게 개념의 학습 위계(안)

한편 무게가 2가지 의미로 사용되므로, 일상적인 의미에서의 무게의 의미뿐만 아니라 물체가 받는 중력의 크기로서의 무게의 의미를 학습해야 하는 시점을 고려한 학습 위계를 구상할 필요가 있다. 물체의 무거운 정도가 눈에 보이지 않는 중력에 영향을 받는 사실을 이해해야 하거나 이해할 수 있는 시점에, 학습자는 무게의 개념을 재구성해야 할 것이다. 구체적인 학습 시점은 최소한 학습자가 주관적인 관점에서 벗어나 대상의 성질과 특성을 파악할 수 있을 때로 Piaget의 발달

심리학에 의하면 형식적 조작기가 가능한 시기로 일반적으로 초등학교 고학년 또는 중학교 이후의 시기라고 할 수 있다. 나아가서는 중력이 지구의 위치에 따라서 상대적으로 다르다는 사실을 인식하거나 인식할 필요성을 알 수 있는 시기로 중학교 이후가 될 것이다.

연구자는 이에 따라 무게에 대한 학습 위계를 [그림 13]과 같이 2단계로 제안하고자 한다. 1단계는 초등학교 3~4학년군으로, 측정의 대상으로의 물체의 무거운 정도를 측정하는 활동으로 '무게'를 도입하고 그 단위는 킬로그램과 그램을 사용한다. 국제단위계에 의하면 기본 단위인 질량을 학습하는 것이지만, 학습자의 학습 수준과 말의 의미를 고려하여 '무게'라고 정의한다. 교수학적 의도는 측정량으로서 무게를 학습하도록 하는 것이고, 학습자는 맥락화와 개인화를 통해서 물체의 무거운 정도에 대한 개념을 이해하게 된다. '무게'로 표현된 물체의 무거운 정도를 측정하는 활동은 학습자의 경험적 지식을 풍족하게 만들고, 차후에 질량과 무게를 구분할 수 있는 선행 지식을 구성하게 된다.

2단계는 국가 교육과정의 위계에 따라서 중력의 크기를 학습해야 하는 중학교 이후의 시기로, 물체의 무거운 정도가 중력의 크기에 의해서 결정된다는 사실을 이해하고, 물체의 무거운 정도와 물체가 받는 중력의 크기를 구분하고, 무게를 재정의하는 단계이다. 원시적인 무게 개념은 물체의 무거운 정도를 의미하는 것이었으나 물체의 무거운 정도가 중력에 의한 것임을 이해함으로써 무게 개념의 외연을 확장하는 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부(2015a). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9].
- 교육부(2015b). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8].
- 교육부(2018a). 초등학교 수학 1-1. 천재교육.
- 교육부(2018b). 초등학교 수학 3-2. 천재교육.
- 교육부(2020). 초등학교 과학 4-1. 비상교육.
- 국립국어원(2022a). 표준국어대사전. Retrieved from <https://stdict.korean.go.kr/main/main.do> (2022.05.01).
- 국립국어원(2022b). 우리말샘. Retrieved from <https://opendict.korean.go.kr/main> (2022.05.01).

- 권미선, 방정숙(2017). 들이와 무게의 단위에 대한 초등학교 수학 교과서 분석. 학교수학, 19(2), 385-403.
- 권성기, 남일근(2020). 초등학교 예비교사들은 무게와 질량 개념을 구별할 수 있을까? 한국교원교육연구, 37(4), 1-18.
- 김선희, 권석일, 박인, 선우진, 신보미, 이경화, 이화영, 임미인, 임해미, 정진호, 조성민, 하승수, 김철민, 변윤성(2021). 역량 함양 수학과 교육과정 재구조화 연구. 발간등록번호: 11-1342000-000791-01. 교육부
- 박준형, 전영석(2014). 무게 단위 수업에서 겪는 교사 와 학생의 어려움 분석. Journal of the Korean Association for Science Education, 34(3), 295-301.
- 박준형, 전영석(2020). 초등학교에서 무게와 질량 단위 도입의 문제에 대한 고찰. New Physics: Sae Mulli, 70(7), 603-612.
- 방정숙, 권미선(2017). 초등학교 3~4학년군 수학·과학 교과서 비교 분석: 들이, 부피, 무게, 질량을 중심으로. 학교수학, 19(3), 617-638.
- 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.
- 법제처(2021). 국가표준기본법. Retrieved from <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9%EA%B5%AD%EA%B0%80%ED%91%9C%EC%A4%80%EA%B8%B0%EB%B3%B8%EB%B2%95> (2021.12.01).
- 양정호(2003). 언해본 '무예제보'에 대하여. 관악어문 연구, 28, 225-246.
- 이경화, 김동원, 김선희, 김해미, 김화경, 박진형, 이호, 이화영, 임해미, 장정욱, 정종식, 조성민, 최인용, 송창근(2021). 포스트코로나 대비 미래지향적 수학과 교육과정 구성 방안 연구. 교육부.
- 이승은, 이정은, 박교식(2018). 우리나라와 일본의 초등학교 수학과 교육과정 측정 영역 비교·분석: 외연량을 중심으로. 한국학교수학회논문집, 21(1), 19-37.
- 이종학, 전영주(2019). 한국 초등수학 교과서의 도량형 서술 내용에 대한 분석. 한국학교수학회논문집, 22(3), 183-199.
- 산업자원부(2007). 법정계량단위 관련 FAQ. 산업자원부.
- 송근원(2020). 우리 뿌리말 사전: 말과 뜻의 가치치기 (재개정판). 퍼플.
- 장혜원, 김동원, 이환철(2013). 초등학교 수학과 교육과정과 교과서의 연계 분석-2009 개정 교육과정 초등학교 1~2학년군을 중심으로. 학교수학, 15(4), 759-783.
- 최은아, 정연준(2021). 한국, 일본, 싱가포르, 미국의 초등학교교서에 제시된 곱하는 수가 두 자리 수인 자연수 곱셈 지도 내용의 비교 분석. 수학교육 논문집, 35(4), 505-525.
- 한국물리학회(2022). 물리학백과. Retrieved from <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=4389941&cid=60217&categoryId=60217> (2022.05.01).
- 한국표준과학연구원(2001). 단위를 알면 세상이 보인다 단위이야기. 한국표준과학연구원 & 한국과학창의재단.
- 한국표준과학연구원(2020). 국제단위계(제9판). 한국표준과학연구원.
- Altieri, A. B., Balka, D. S., Day, R., Gonsalves, P. D., Grace, E. C., Krulik, S., Malloy, C., E., Molix-Bailey, R. J., Moseley, L. G., Mowry, B., Myren, C. L., Price, J., Reynosa, M. E., SantaCruz, R. M., Silbey, R., & Vielhaber, K. (2009a). *Math connect 3*. Columbus, Macmillan McGraw-Hill.
- Altieri, A. B., Balka, D. S., Day, R., Gonsalves, P. D., Grace, E. C., Krulik, S., Malloy, C., E., Molix-Bailey, R. J., Moseley, L. G., Mowry, B., Myren, C. L., Price, J., Reynosa, M. E., SantaCruz, R. M., Silbey, R., & Vielhaber, K. (2009b). *Math connect 4*. Columbus, Macmillan McGraw-Hill.
- Chevallard, Y. (1989) *On didactic transposition theory: Some introductory notes*. In Proceedings of Communication à l'International Symposium on Selected Domains of Research and Development in Mathematics Education (Bratislava, 3-7 août 1988), Bratislava, pp. 51-62. Retrieved from http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/On_Didactic_Transposition_Theory.pdf. (2022.08.01).

- Council of Chief State School Officers(2010). *Common core state standards for mathematics*. Council of Chief State School Officers. Retrieved from http://www.corestandards.org/wp-content/uploads/Math_Standards.pdf (2022. 05.01).
- Kang, W., & Kilpatrick, J. (1992). Didactic transposition in mathematics textbooks. *For the learning of mathematics*, 12(1), 2-7. Retrieved from <https://flm-journal.org/Articles/53840B1E86320031E69B7938060517.pdf> (2022.08.01).
- Kheong, F. H., Ramakrishnan, C., & Choo, M. (2014). *My pals are here!* Maths 2B. Marshall Cavendish Education.
- Lee, M. Y., Choy, B. H., & Mizzi, A. (2021). Exploring the introduction of fractions in Germany, Singapore, and South Korea mathematics textbooks. *Research in Mathematical Education*, 24(2), 111-130. <https://doi.org/10.7468/JKSMED.2021.24.2.111>
- Ministry of Education, Singapore. (2012). *Mathematics syllabus primary one to six*

Weight as Knowledge to be taught according to Didactic Transposition Theory

Choi, Jisun

Gwangju National University of Education

E-mail : jisunchoi@gnue.ac.kr

Criticism has been raised that the way of teaching weights in the 3rd and 4th graders of elementary school is different between the 2015 revised math curriculum and the 2015 revised science curriculum, causing confusion among elementary school teachers and students. This study tried to confirm the social recognition that should be considered in the process of didactic transformation which means transformation from knowledge to used into knowledge to taught and to compare the variations of didactic transformations differently according to didactic intentions. The research analyzes and synthesizes the root of the meaning of weight, weight in the international standard system of units SI, weight implemented in Korean mathematics curriculum and textbooks, Singaporean mathematics curriculum and textbooks, USA mathematics curriculum and textbooks, and Korean science curriculum and textbooks. Through this analysis, a pedagogical perspective on how to define and teach weight in elementary school as knowledge to be taught was derived.

* MSC2000분류 : 97B70

* Key Words : didactic transposition, weight, mass, mathematics, science, curriculum, textbook