

고등학교 과학교과서에 제시된 무기 화합물의 표기 및 표현 분석

남미자 · 채희권*
서울대학교 화학교육과
(2007. 11. 24 접수)

Analysis of Transcription and Expression of Inorganic Compounds in the High School Science Textbook

Mi-Ja Nam and Hee K. Chae*

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
(Received November 24, 2007)

요 약. 이 연구의 목적은 우리나라 고등학교 1학년 과학 교과서 5종에서 나타난 무기 화합물의 명명에 대한 표기 및 표현을 조사하는 것이다. 각 교과서별로 제시된 무기 화합물의 이름과 등장 빈도수 및 표기 방법을 비교 분석하였다. 평균적으로 48.8개의 무기 화합물을 86가지의 표기 방법으로 제시되었다. 대표적인 무기 화합물은 염산, 수산화나트륨 및 염화나트륨의 순이었다. 이들 화합물은 Johnstone의 삼각 모델로부터 얻은 7개 표현 형태로 화학적으로 표기할 수 있었다.

주제어: 명명, 무기 화합물, 과학 교과서, 표기 방법, 대표적 화합물

ABSTRACT. The purpose of this study is to investigate the transcription and expression about the nomenclature of inorganic compounds in five science textbooks for the 10th grade. Based on the comparison of each text content, the name, the appearance frequency, and the transcription method of inorganic compounds were listed. The results found that there are 48.8 inorganic chemical compounds and 86 transcription methods on the average. Representative inorganic compounds in the text were hydrochloric acid, sodium hydroxide and sodium chloride in order. They could be chemically transcribed by the seven expression modes which were obtained from the Johnstone's triangle model.

Keywords: Nomenclature, Inorganic Compounds, Science Textbook, Transcription Method, Representative Compound

서 론

과학교과서는 교사와 학생들에게 과학지식의 원천인 동시에 학생들이 배워야 할 과학과 교육 과정의 내용을 담은 기본적인 자료로서 교수-학습에 가장 중심이 되는 중요한 역할을 차지하고 있으며 교수-학습의 질을 결정하는 중요한 잣대이기도 하다.^{1,2} 교과서는 또한 읽기 매체의 가장 기본적인 도구이며 읽기는 교과서와의 의사소통 즉, 교과서와 상호작용을 하는 학생의 인지 구성 과정이라고 말할 수 있다.^{3,4} 학생들은 읽기 과정을 통해 학습 내용을 이해하고 지

식의 의미를 구성한다. 읽기의 과정은 표면상으로 수동적인 것처럼 보이지만, 학생들은 글에 나타난 각종 단서들을 종합하여 나름대로 재해석하면서 의미를 새롭게 구성해나간다.⁵ 따라서 글에 나타나 있는 개념이 이미 학생의 머릿속에 있는 것이라면 읽기는 비교적 쉬워지지만 그것이 새로운 것이라면 읽기는 단순히 내용을 받아들이는 차원을 넘어서서 학생의 경험을 토대로 새로운 것을 구성해 내는 문제 해결 과정이 된다.⁶ 과학 학습에 있어서도 마찬가지로 교과서를 읽는 과정은 내용을 받아들이고 의미를 찾아 내는 능동적인 과정이다. 그러므로 교과서 읽기는 기

본적이지만 간과할 수 없는 중요한 부분이며 교사들 역시 교과서 읽기를 과학 학습의 중요한 전략으로 보고 그 가치를 높이 평가하고 있다.^{7,8}

학생들은 과학 수업 시간에 듣고, 읽고, 쓰는 과정을 통해 학습하게 되지만 과학 내용을 이해하기 위해서는 특별히 전문적인 과학용어와 친숙해져야 한다. 과학 교과서에서는 개념의 의미를 효과적으로 전달하기 위해서 특별한 표기 또는 기호화된 시스템을 사용한다.⁸ 이러한 전문적인 용어는 학생들의 인지 발달 수준에 비해서 높은 추상성을 가지므로 구체적인 경험을 하기 이전에 제시되게 되면 학생들이 전문적인 용어에 대한 부담을 가지게 된다.⁹ 과학용어를 명확하게 이해하지 못하는 학생들은 전문 용어를 마치 외국어 처럼 느끼게 되고 과학 자체에 대한 거부감을 가지게 된다.^{10,11} 대부분의 학생들은 익숙하지 않은 용어를 단지 언어적 유사성이나 연결에 근거하여 의미를 파악하게 되는데,¹² 이러한 전문적인 용어는 학생들의 과학 교과에 대한 흥미와 성취도에 부정적인 영향을 미치게 된다.¹³ 따라서 과학 용어의 올바른 사용과 정확한 이해는 효과적인 과학 교육의 시작이라고 할 수 있다.

과학 용어에 초점을 맞춰 학생들의 교과서 읽기 능력을 이해하려는 연구는 이미 1970년대 후반부터 활발하게 진행되어 왔는데,¹⁴⁻¹⁶ 이들 연구는 교과서가 긴 문장과 다음절의 단어를 많이 포함하고 있고 많은 교과서의 평균적인 읽기 연령이 학생들의 언어수준보다 높으며 문장과 단어의 길이가 교과서 지면의 구성과 그림의 역할을 무시한 채 나타나고 있음을 보여주고 있다. 화학 교과서에 대한 연구는 화학 교육의 큰 주제 중의 하나이다. 미국에서는 이미 21년 전에 미국과학진흥협회(AAAS)에서 화학자, 화학교육자 및 교사로 구성된 팀에 의해 화학교과서를 모두 평가한 적이 있다.¹⁷ 우리나라에서도 과학교과서에 대한 내용 및 체계 비교^{18,19} 및 삽화분석 연구²⁰가 실시되어 왔으나 중등 교과서의 분석 및 용어 연구가 매우 제한적으로 이루어졌다.²¹⁻²³

물질의 성질, 조성, 구조 및 그 변화를 다루는 학문인 화학을 학습하기 위하여 화합물과 그 이름(the nomenclature of chemical compounds)의 도입은 불가피하다.²⁴ 그러나 교과서에서 제시되는 화합물의 이름을 학생들이 생소한 용어로 인식되게 되면 학습 내용이 쉽더라도 교과서 읽기에 방해가 됨은 물론 학습 하는데 곤란을 겪게 될 수 있다.^{25,27} 학생들이 일

상생활에서 쉽게 접하는 화합물의 이름을 다른 방식으로 표기하면 같은 화합물일지라도 학생들은 이를 같은 화합물로 인식하기 어렵게 되며 이 또한 문제가 된다.^{28,29} 따라서 학생들의 수준을 고려하여 화합물의 이름을 제시하고 이들 이름을 통일하여 사용하는 것은 중요하다.

화학은 보거나 만지는 등의 감각을 사용하여 알 수 있는 거시적 개념과 원자, 분자 수준의 상태, 반응속도 등의 미시적 개념 그리고 화학 기호, 반응식, 수화 표현 등의 기호, 이 세 가지 기본 개념을 포함하고 있으며, 미시세계와 거시세계를 연결할 뿐 아니라 그것의 기호까지 동시에 생각하여 균형 있게 이해해야 하는 학문이다.³⁰ 화합물의 표현도 마찬가지로 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 용어를 선택하여 설명하는 거시적(Macro) 표현, 분자 구조와 같은 미시적(Submicro) 표현, 그리고 분자식의 기호적(Symbolic) 표현을 균형 있게 사용해야 화합물을 올바르게 이해할 수 있게 된다.

초등학교와 중학교 교과서에서도 화합물이 제시되기는 하지만 많은 부분이 거시적 표현을 차지하며 표기 또한 한글로 번역한 것(예, 질산나트륨)이 대부분이다. 그러나 10학년 교과서에서 화학식과 함께 화합물의 이름이 본격적으로 사용되며 그 수도 급격히 증가한다. 10학년 학생들이 급증한 화합물의 이름과 화학식을 어떻게 받아들이고 이것이 진로와 선택교과를 결정하는데 어떤 영향을 미치는가의 연구를 위한 기초로서 교과서 내에서 화합물의 표현 및 표기의 분석이 필요하다.

이를 위하여 본 연구에서는 교과서에 제시된 무기 화합물의 이름, 빈도수, 표기 방법을 조사하고 교과서에 가장 많이 제시된 세 화합물-염산, 수산화나트륨, 염화나트륨-에 대한 표현을 거시적(M) 표현, 미시적(SM) 표현, 기호적(S) 표현, 거시적 표현과 미시적 표현을 함께 제시한 T1(M-SM), 미시적 표현과 기호적 표현을 연결한 T2(SM-S), 거시적 표현과 기호적 표현을 함께 제시한 T3(S-M), 그리고 세 가지를 모두 표현한 All의 7가지 유형으로 나누어 표현 형태를 조사하여 보았다.³¹

연구 내용 및 방법

연구내용. 학생들이 겪는 교과서 읽기의 어려움에

관한 연구를 위하여 과학교과서에 제시되어 있는 무기 화합물에 초점을 맞추어 교과서 내에 나타난 무기 화합물의 이름과 등장 빈도수를 조사하고 한 가지 화합물에 대한 다양한 표기 방법을 분석하였다. 그리고 조사한 무기 화합물 중에서 등장 빈도수가 가장 많은 세 가지 화합물을 Johnstone이 제안한 삼각형 모델을 적용하여서 그 표현 형태를 구체적으로 분석해 보았다.¹³⁾ 중학교 과정에서 고등학교 과정으로 넘어가면서 급격하게 무기 화합물의 종류와 수가 증가하게 되는 것에 주목하여 고등학교 과학 교과서를 분석 대상으로 하였다. 현재 교육부에서 검인정된 고등학교 과학 교과서를 분석 대상으로 하였다. 현재 교육부에서 검인정된 고등학교 과학 교과서는 11종이지만 그 중에서 과학, 화학 I, 화학 II 교과서를 모두 출판한 출판사가 화학 영역에서 보다 전문성을 나타낼 것으로 예상되어 이들 6곳의 출판사 가운데 4종의 교과서를 채택하였고 또한 과학기술부에서 출판한 차세대 과학 교과서도 분석에 포함하였다. 분석에 사용된 교과서는 Table 1과 같다.

연구방법. 본 연구에서는 제 7차 교육과정의 과학 교과서 4종과 과학기술부에서 출판한 차세대 과학 교과서를 선정하여 해당되는 분야를 학부 4학년생, 대학원생 및 교육 전문가가 한 조가 되어 차례로 통독하였으며 교과서에 제시되는 무기 화합물을 조사하여 종류와 빈도수, 표기 방법에 따라 분류하고 무기 화합물의 종류의 수(TN₁), 무기 화합물에 대한 표기 종류의 수(TN₂), 무기 화합물의 모든 표기의 합인 총 등장횟수(TN₃)을 산출하였다. 또한 교과서에 제시된 무기 화합물에 대한 여러 가지 표기 방법을 한글, 번역표기, 한글(번역표기), 번역표기(화학식), 화학식으로 분류하여 조사하였다. 한글(Korean)은 무기 화합물을 일상생활에서 사용되는 용어로 표기한 것, 번역 표기(Translation)은 화합물의 명명을 번역 표기한 것, 한글(번역표기)[Korean(Translation)]은 일상적 용어와 화합물의 명명을 번역 표기한 것을 함께 제

시한 것, 번역표기(화학식)[Translation(Formula)]은 화합물의 명명을 번역 표기한 것과 화학식을 함께 제시한 것, 그리고 화학식(Formula)은 무기 화합물을 화학식으로만 표기한 것을 나타낸다. 예를 들면 “소금”이라고 표기한 것은 한글에 해당하며 “소금(염화나트륨)”은 한글(번역표기), “염화나트륨”이라는 표기는 번역표기, “염화나트륨(NaCl)”과 같이 번역과 화학식을 함께 표기한 것은 번역표기(화학식)이며 “NaCl”로만 표기한 경우는 화학식에 해당한다.

분석한 과학 교과서 중 전산화된 교과서가 없었기 때문에 학부생과 대학원생이 함께 수작업으로 교과서를 분석하였고, 자료 정리의 신뢰도를 높이기 위하여 또 다른 대학원생과 교육 전문가가 이를 검토하였다.

작업한 4종의 고등학교 과학 교과서와 차세대 과학 교과서 모두 교과서의 화학 부분만 조사하였다. 고등학교 과학 교과서는 ‘물질’ 단원만을 살펴보고, 차세대 과학 교과서의 경우에는 이온, 산과염기, 반응속도의 세 단원을 살펴보았다. 교과서에서 살펴본 부분은 각 단원의 본문, 보충학습, 심화학습, 연구문제, 단원종합문제 등 한 단원에 포함된 모든 부분이며 부록은 살펴보지 않았다. 본문의 한 문단이나 하나의 탐구활동, 하나의 문제 내에서 한 종류의 화합물이 여러 번 제시되면 한 번 제시된 것으로 간주하였다. 유기화학을 탄화수소화합물과 이들의 유도체에 관한 화학이라고 정의하면 무기화학은 “그 외의 모든 것(everything else)”에 관한 화학이라고 할 수 있다. 무기화학은 원소 주기율표에 있는 주족 원소를 비롯하여 전이금속, 내부전이원소 등 모든 원소를 취급대상으로 하는 학문으로서 그 연구 영역이 매우 광범위하며 다양하다. 대부분의 원소와 이온들은 여러 가지 표기가 존재하지 않으며 한 가지 표기와 표현으로 제시되므로 본 연구에서는 한 가지 이상의 표기로 나타내어질 수 있는 무기 화합물의 이름에 초점을 맞추어 교과서를 분석하였고 이에 따라 한 종

Table 1. The list of the selected Korean high school textbooks

	Authors	Pages	Publishing Company
A	Lee, Kyu-Suk <i>et al.</i>	63	Daehan Printing & Publishing Co., Ltd. (2007)
B	Kim, Hie-Joon <i>et al.</i>	66	Chunjae Education Co., Ltd. (2007)
C	Suh, Jung Sang <i>et al.</i>	65	Kumsung Publishing Co., Ltd. (2007)
D	Woo, Kyu Hwan <i>et al.</i>	63	Institute for Better Education Co., Ltd. (2007)
E	Hyun, Jong-Oh <i>et al.</i>	106	The Ministry of Science and Technology (2007)

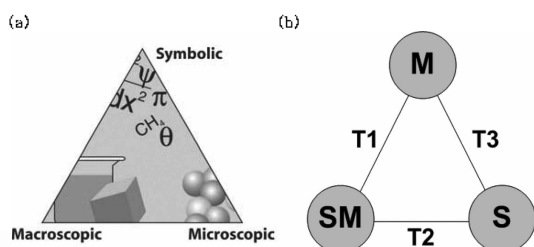


Fig. 1. (a) Johnstone's triangle illustrates the three modes of scientific inquiry used in chemistry: macroscopic (M), microscopic (SM) & symbolic (S)^{31,32} (b) The linguistic representations between the modes: T1, T2 & T3. T1, T2 and T3 can show the transfer from one corner to another inside the triangle.

류의 원소로 이루어진 물질과 이온은 분석에서 제외하였다. NaCl(aqueous) 등 수용액의 형태로 제시된 화합물은 원래 화합물과 같은 것으로 간주하였다. 또한 물(H₂O)은 무기 화합물에 속하지만 소급이 염화나트륨으로 명명된 것과 같이 화학식의 명명인 산화수소로 교과서에서 언급하지 않으므로 분석에서 제외시켰다.

조사한 무기 화합물 중에서 제시된 빈도수가 가장 많은 세 가지 화합물(염산, 수산화나트륨, 염화나트륨)을 대상으로 Johnstone이 제안한 삼각형 모델을 적용하여서 구체적으로 분석해 보았다.³¹ 즉, Fig. 1(a)에서처럼 눈으로 볼 수 있거나 실생활과 관련된 용어를 거시적(Macro) 표현, 화합물의 구조나 상태를 그림이나 언어로 설명한 것을 미시적 표현(Sub-Micro), 그리고 화학식으로 표현한 것을 기호적(symbolic) 표현으로 분류하였다.^{31,32} 그리고 이들을 함께 제시한 표현도 함께 분석하였는데 거시적 표현과 미시적 표현을 함께 제시한 T1(M-SM), 미시적 표현과 기호적 표현을 연결한 T2(SM-S), 거시적 표현과 기호적 표

현을 함께 제시한 T3(S-M), 그리고 세가지를 모두 표현한 SII의 7가지 유형으로 나누어 교과서의 표현을 조사하였다.

연구의 제한점. 본 연구는 화합물의 명명에 관한 연구로서 교과서에서 화학식의 표기가 급증하는 고등학교 1학년에 초점을 맞추었다. 또한 책과 실제 교육현장과 동일하지 않을 수 있으며 단지 교과서만으로 연구를 진행하였으므로 실제 수업에서 교사의 수업 방식에 따라 달라질 수 있다. 또한 교과서에서 제시되는 화합물 가운데 무기 화합물로 범위를 제한하였으며 과학, 화학 I, 화학 II를 함께 출판하는 6개의 출판사 가운데 4곳의 출판사만 조사하였으므로 일반화에 대한 제한점이 있다.

연구 결과 및 논의

무기 화합물의 종류와 수의 분석

고등학교 과학 교과서에 제시된 무기 화합물의 종류, 빈도수, 표기방법을 Table 2에 정리하였다. 제 7차 교육과정의 과학 교과서 A, B, C, D 와 차세대 과학 교과서는 기본적으로 쪽수가 크게 차이가 난다. 과학 교과서 A, B, C, D 의 경우에는 전체 교과서 가운데 화학 부분이 차지하는 지면이 평균적으로 64 페이지이지만 과학 교과서 E 의 경우에는 106 페이지를 화학 부분이 차지하고 있어 A, B, C, D 네 교과서에 비해 많았다. 또한 F 교과서의 이온 단원에서 두 페이지에 걸쳐 이온이 포함된 보석의 예 20 개를 제시하였는데, 이것은 다른 교과서와의 비교를 위하여 분석에서 제외하고 나머지 무기 화합물에 대하여서만 분석하여 Table 2에 제시하였다.

A, B, C, D, E의 교과서에 제시된 무기 화합물에

Table 2. Total numbers of inorganic chemicals appeared in the science textbook

	TN ₁	TN ₂	REPRESENTED METHODS					TN ₃	TN ₃ / pages
			Korean	Korean (Translation)	Translation	Translation (Formula)	Formula		
A	39	71	8(5.6)	2(1.4)	61(42.4)	46(32.9)	27(18.8)	144	2.3
B	54	97	7(3.6)	2(1.0)	94(47.7)	37(18.8)	57(28.9)	197	3.0
C	29	52	10(8.4)	-	75(63.0)	27(22.7)	7(5.9)	116	1.8
D	52	83	4(2.9)	-	61(43.6)	23(16.4)	52(37.1)	140	2.2
E	70	127	45(13.3)	6(1.8)	203(60.1)	8(2.4)	76(22.5)	338	3.2

TN₁: Total species of inorganic compounds; TN₂: Total numbers of all represented methods of inorganic compounds; TN₃: Total numbers of appearance of inorganic compounds repeated

대한 표기 종류의 수(TN_2)는 교과서에서 제시된 무기 화합물(TN_1)의 수보다 많다. A, B, C, D, E 각각의 교과서에서 제시된 무기 화합물의 수는 각각 39, 54, 29, 52, 70 개이며, 무기 화합물의 표기 종류의 수는 각각 71, 97, 52, 83, 127 개이다. 이러한 결과는 하나의 무기 화합물에 대해 두 가지 이상의 표기를 사용한 경우가 있기 때문에 나타난 것이다. 무기 화합물 수에 대한 무기 화합물에 대한 표기 종류의 수의 비율(TN_2/TN_1)은 대략 1.8 정도로 교과서별로 비슷한 수준을 나타내고 있었고 교과서 D의 경우만 1.59로 다른 교과서에 비해 같은 화합물의 표기에 있어서 나머지 교과서보다 통일된 표기를 사용하고 있음을 나타낸다. 교과서에서 같은 화합물을 표기하는데 있어서 통일되지 않은 표기 특히, 번역 표기와 화학식을 혼용하여 사용한다면 화학식을 처음 접하는 학생들의 경우 이러한 다른 표기가 같은 화합물이라는 것에 대하여 혼동할 수 있고, 그것은 교과서 읽기에 방해될 수 있다.¹⁰⁾ 예를 들어 수산화나트륨(NaOH)을 표기하는데 있어서 어떤 단락에서 수산화나트륨이라는 번역 표기를 사용하고 다른 단락에서 NaOH의 화학식을 사용한다면 학생들은 수산화나트륨과 화학식인 NaOH 를 연결 지을 수 있어야 하기 때문에 교과서에 제시되는 무기 화합물의 표기의 통일과 화학식과 번역표기를 함께 표현하여 화학식과 연결 지을 수 있도록 하는 것이 필요하다.

교과서에 제시된 무기 화합물의 모든 표기의 합(TN_3)은 A, B, C, D & E의 다섯 종의 교과서에서 무기 화합물에 대한 표기 종류의 수(TN_2)보다 훨씬 많다. 이것은 같은 표기의 반복을 의미하며 새로운 화합물에 대한 표기의 반복은 낯선 무기 화합물의 표기에 익숙해지도록 하여 학생들의 교과서 읽기에 도움을 줄 수 있다.

교과서 별로 화합물의 종류와 표기 방법의 수가 다르기 때문에 각각의 화합물의 다양한 표기법들을 교과서 별로 비교하기 위하여 다양한 표기 방식을 백분율(%)로 나타내었다. Table 2에서 보여주는 것과 같이 번역 표기와 화학식의 표기가 대부분을 차지하고 있었으며 번역 표기의 사용은 A~E 각각의 교과서 순으로 42, 48, 63, 44, 60%를 나타내었다. 무기 화합물의 표기가 번역표기, 화학식, 번역표기(화학식)의 순으로 많이 사용된 교과서는 B, D, E 였고 번역 표기, 번역표기(화학식), 화학식의 순으로 많이 사용

된 교과서는 A 와 C 였다. 특히 C 교과서의 경우 화학식의 표기가 5.9%로 나머지 네 교과서에 비하여 월등히 작았고 대신 번역 표기를 사용하고 화학식으로 제시하는 경우에는 번역 표기와 함께 나타난 것으로 보인다. 교과서 E는 쉽고 재미있는 스토리 라인을 중요하게 여기고 학생들의 삶 속에서 만나게 되는 일상을 주제로 하여 단원별 테마를 정한 교과서이다. 그런 만큼 다른 과학 교과서에 비해 학생들이 쉽게 접하는 일상적인 용어를 이용하여 무기 화합물의 한글 표기가 전체 표기의 13.3%를 나타내어 다른 교과서와 비교하여 많았으며 번역표기도 60.0 %로 다른 교과서보다 많았다. 또 C 교과서도 B 나 D에 비해서 비교적 높은 8.4%의 한글 표기가 제시되었다.

또한 교과서 한 지면 당 무기 화합물의 수(The number of inorganic chemical compounds per a page)는 전체 제시된 무기 화합물의 모든 표기의 합(TN_3)을 과학 교과서에 할당된 화학 부분의 페이지의 수로 나누었으며 그 결과는 한 페이지당 1.8~3.2로 다양하다. 보통 교과서는 한 페이지에 3~4 단락으로 구성되어 있으므로 B 와 D 의 경우 거의 한 단락에 한 번씩 새로운 무기 화합물 또는 같은 화합물의 다른 표기가 제시된다고 볼 수 있다.

교육과정 내용을 선정, 조직하는 준거로는 인지 구조의 발달 수준과 지식의 구조 및 표현양식을 들 수 있다. 나선형 교육과정에 의하면 학생들에게 제시되는 표상은 학년이 올라감에 따라 길으로 드러나는 행동을 통해 지식을 표상하는 작동적 표상에서부터 점점 상징적인 언어인 상징적 표상으로 변화되어야 한다.³⁾ 지식의 양이 증가함에 따라 상징적 표상은 좁은 교과서 지면에 많은 내용의 지식을 담을 수 있게 하기 때문에 화학 교육에 있어서 화학식이나 화학 기호의 사용은 매우 효율적이다. 그러나 학생들이 이러한 화학식이나 화학 기호에 친숙하지 않다면 학습에 있어서는 오히려 방해가 될 것이다. 따라서 고등학교 과학 교과서에서 무기 화합물을 제시할 때는 학생들의 인지 수준을 파악하여 학생들이 이해할 수 있는 수준으로 표기해야 한다. 또는 화학식의 명명법을 배우지 않은 학생들을 위한 교과서에는 화학식과 그것을 한글로 읽는 방법을 같이 표기해주며, 학생들이 교과서 읽기에 어려움을 겪지 않도록 교과서 전체에 걸쳐 같은 화합물은 같은 표기 방법을 사용하는 것이 바람직할 것이다.

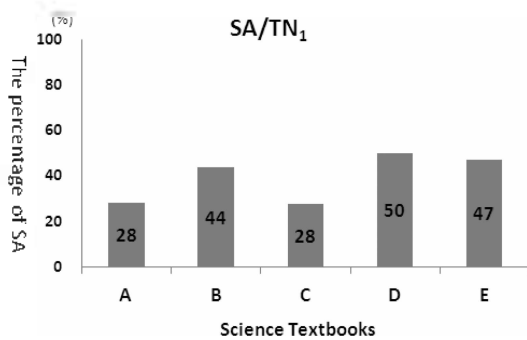


Fig. 2. The percent ratio of single appearance of inorganic chemical compounds (SA) in the total numbers of chemicals (TN) in the textbook.

과학 교과서 전체에서 한 가지 표기법으로 한 번만 제시되는 무기 화합물의 수를 조사해보았다. 한 번만 제시된 무기 화합물(Single appearance of inorganic chemical compounds, SA)은 교과서에서 한 번만 제시된 화학종으로 정의하였고, 이들 화합물의 수를 교과서에 제시된 무기 화합물의 종류의 수로 나누어 교과서 별로 비율을 나타내고 비교하였다. Fig. 2에 제시된 것처럼 과학 교과서에는 한 번만 제시된 무기 화합물이 차지하는 비율이 28-50%로 교과서마다 차이가 크다. 낮은 화합물의 이름에 대하여 외국어처럼 느낀다는 선행연구에 비추어 볼 때, 교과서 전체에 걸쳐 한번만 제시된 화합물이 많으면 많을수록 외국어처럼 느껴지는 무기 화합물의 이름이 많아지게 되며 그만큼 교과서 읽기에 어려움을 느끼게 된다.²⁵ 교과서 A와 C의 경우에는 전체 교과서에 제시된 무기 화합물 중 28%가 한 번만 제시된 무기 화합물이었으며 이와 같은 관점으로 볼 때 교과서 A와 C는 교과서 읽기에 있어서 다른 교과서에 비해 읽기가 쉽다. 그러나 B, D, E 교과서의 경우에는 한 번만 제시된 화합물이 44, 50, 47%로 전체 제시된 무기 화합물의 반절가량을 차지하였다. 화학 개념의 이해를 돕기 위해 제시된 화합물이 오히려 학생들에게 부담을 주는 결과를 초래하여 교과서 읽기의 어려움과 더불어 학습을 방해할 수 있다. 그렇지만 학생들이 친숙하게 느낄 수 있도록 구체적인 설명과 함께 여러 번 반복하여 제시한다면 학생들의 거부감을 줄일 수 있다.

교과서에서 가장 많이 제시된 세 종류의 무기 화합물의 표현 분석

교과서에서 제시된 화합물을 그 빈도에 따라 순서

Table 3. The list of the top ten inorganic chemicals in the science textbooks.

Order	Inorganic Chemical Compounds
1	Hydrochloric acid (HCl)
2	Sodium hydroxide (NaOH)
3	Sodium chloride (NaCl)
4	Sulphuric acid (H ₂ SO ₄)
5	Calcium carbonate (CaCO ₃)
6	Ammonia (NH ₃)
7	Calcium hydroxide (Ca(OH) ₂)
8	Nitric acid (HNO ₃)
9	Ammonia water (NH ₃ OH)
10	Silver nitrate (AgNO ₃)

대로 조사하여 Table 3에 나타내었다. Fig. 1에서 설명한 바와 같이 삼각형 모델을 이용하여 고등학교 과학 교과서에서 제시되고 있는 화합물의 표현 방식을 7 가지로 분류하였다. 7 가지 표현 방식은 지시적(M) 표현, 미시적(SM) 표현, 기호적(S) 표현, 거시적 표현과 미시적 표현을 함께 제시한 T1(M-SM), 미시적 표현과 기호적 표현을 연결한 T2(SM-S), 거시적 표현과 기호적 표현을 함께 제시한 T3(S-M), 그리고 세 가지를 모두 표현한 All의 7 가지 유형으로 나누어 보고, 교과서에 제시된 무기 화합물 가운데 가장 많이 제시된 세 화합물-염산(HCl), 수산화나트륨(NaOH), 염화나트륨(NaCl)-에 대하여 7가지 유형으로 교과서의 표현을 조사하여 보았다.

교과서에서 제시된 각각의 표현 방식의 예를 Fig. 3에서 염화나트륨의 예를 보여주려고 있다. 우리가 일상적으로 사용하는 '소금'이라는 단어를 사용하거나 사해의 소금 기둥 또는 소금의 사진 등을 제시한 것

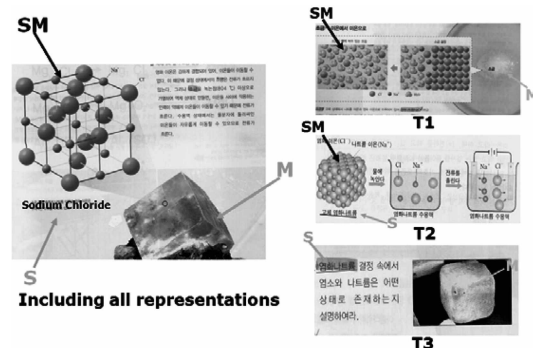


Fig. 3. An example of salt(sodium chloride) of the six classifications described in the science textbook.

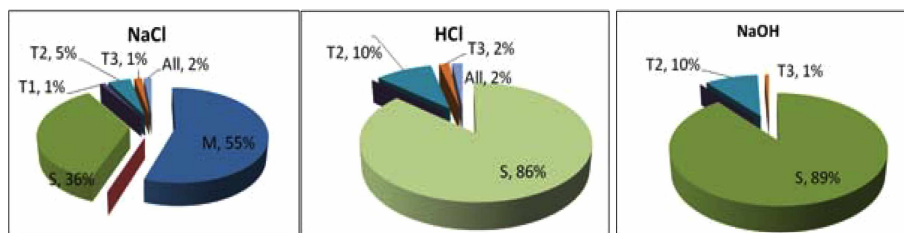


Fig. 4. The comparison of each description of top three inorganic chemicals: NaCl, HCl & NaOH.

을 거시적 표현(M)으로 분류하였고, 염화나트륨(NaCl)의 격자구조에 대한 그림 또는 수용액 상태에서 각각의 입자들의 상태들 그림으로 제시한 것을 미시적 수준의 표현(SM), 그리고 'NaCl' 또는 '염화나트륨'이라는 표기를 기호적 표현(S)으로 분류하였다. 그리고 '소금'이라는 단어나 사진(M)과 NaCl의 격자구조 또는 수용액 상태 그림(SM)을 함께 나타낸 것을 T1으로, 격자구조나 수용액 상태 그림(SM)과 NaCl 또는 염화나트륨이라는 표기가 함께 쓰인 표현을 T2, 그리고 NaCl 또는 염화나트륨이라는 기호적 표현(S)과 소금이라는 일상적인 용어(M)가 함께 쓰인 것을 T3로 분류하였다.

염산(HCl), 수산화나트륨(NaOH), 염화나트륨(NaCl) 대하여 위에서 분류한 7가지 표현방식을 어떻게 사용하고 있는지를 화합물 별로 비교하여 Fig. 4에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 염산(HCl)과 수산화나트륨(NaOH)의 경우 기호적 표현(S)이 80% 이상을 차지하고 있지만 염화나트륨의 경우에는 염산과 수산화나트륨과 비교하여 '소금'이라는 일상에서 접하기 쉬운 용어 또는 사진을 이용하여 거시적 표현으로 제시하고 있다. 소금과 같이 일상에서 접하기 쉬운 화합물의 경우에는 기호적 표현 대신 일상적인 용어로 화합물을 제시하는 것이 필요하며 학생들의 일상에서 접하기 어려운 화합물의 경우에는 그 화합물이 사용되는 예를 함께 소개함으로써 화합물의 거시적 표현을 대신할 수 있다. 그래서 거시적, 미시적 그리고 기호적 표현으로 나타내어지는 같은 화합물에 대하여 각각의 표현을 연결 지을 수 있도록 하는 것이 필요하다.

염화나트륨의 경우에 소금이라는 일상에서 접할 수 있는 표현을 사용하더라도 소금과 염화나트륨을 서로 연결 지어 제시하지 않는다면 학생들에게 익숙한 표현일지라도 여전히 어렵게 느낄 것이다. 결국

학생들이 교과서에서 제시되는 무기 화합물에 대해 이해하는데 도움을 줄 수 있도록 거시적 표현, 미시적인 표현 그리고 기호적 표현을 연결할 수 있도록 교과서에서 제시하는 것이 필요하다. 염화나트륨의 경우에 거시적 표현이 55%로 가장 많은 부분을 차지하고 있지만, 거시적 표현과 미시적 표현, 또는 기호적 표현을 함께 나타낸 것은 거의 없다. 거시적 개념과의 연결 표현인 T1과 T3는 1%에 불과하며 T2도 5%를 나타내었다.

염산과 수산화나트륨의 경우도 염화나트륨과 마찬가지로 거시적 표현과 미시적 표현을 함께 제시하는 T1 나 거시적 표현과 기호적 표현을 함께 제시하는 T3 역시 거의 없었다. 또한 미시적 표현과 기호적 표현을 함께 제시한 T2도 염산과 수산화나트륨 모두 10%로 거시적 표현과의 연결인 T1 과 T3에 비해서는 많았지만 기호적 표현(S)에 비해서는 훨씬 적게 사용되었다. T2는 학생들이 어려워하는 두 가지 표현을 함께 나타내고 연결 지으려는 설명이다. 이는 학생들에게 부담을 줄 뿐만 아니라 이해하기 어려운 내용이 복잡하게 연결되어 있는 것처럼 보일 수 있다. 따라서 화학 기호를 접하는 10학년 학생들에게 처음부터 익숙하지 않은 표현을 제시하기보다 거시적 표현을 중심으로 점차적으로 미시적 표현과 기호적 표현으로 확장시켜야 한다.

미시적 표현과 기호적 표현은 화학에 대한 이해가 깊어질수록 화학 개념을 설명하기 위해 더 많이 사용된다. 화학은 물질을 다루는 학문이며 이러한 물질을 이해하기 위해서는 원자와 분자 수준으로 이해해야 하기 때문이다. 그러나 화학을 전문적으로 배워 보지 못한 상태의 10학년 학생들에게까지도 T2의 표현이 T1 이나 T3 보다 많다는 것은 추상적인 화학 개념을 더욱 이해하기 어렵게 할 수 있다. 미시적인 화학 개념을 설명하기 위하여 미시적 표현은 불가피

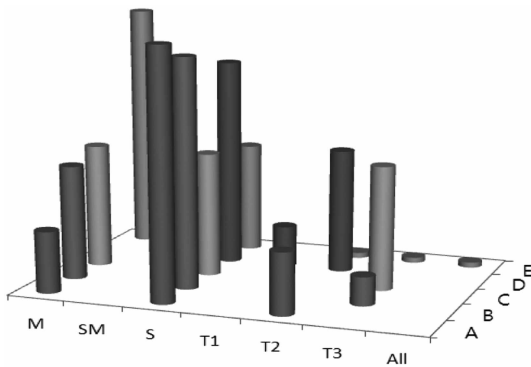


Fig. 5. The 2-dimensional classification of NaCl by six modes vs textbooks.

하지만 미시적 표현을 학생들이 일상에서 경험하는 기시적 세계의 표현과 함께 사용한다면 학생들은 그들의 삶 속에서 쉽게 접할 수 있는 화합물과 연결지어 좀 더 쉽게 화학 개념을 이해하게 될 것이다.

고등학교 과학 교과서에 가장 많이 제시된 세 가지 화합물의 표현 방법을 조사해본 결과 염화나트륨의 경우에만 거시적 표현의 비율이 나머지 두 화합물에 비하여 높아서 염화나트륨의 결과에 대해서 각 출판사별로 비교하여 보았다(Fig. 5). 화학을 처음 접하는 학생들에게 친숙한 거시적 표현을 먼저 제시함으로써 화학이 일상생활에서 접하는 물질의 학문임을 알게 하고 쉽게 화학 개념에 접근하도록 도울 것이다.

각 출판사별로 분석한 결과, 염화나트륨은 접하기 쉽고 학생들이 모두 알고 있는 화합물임에도 불구하고 A, B, D 교과서의 경우에는 기호적 표현의 비율이 50% 이상이였다. 교과서가 새롭게 개정되고 학생들의 눈높이에 맞추어 내용이 쉬워지고 단원을 줄이는 노력은 계속되고 있지만 여전히 교과서에서 미시적 표현과 기호적 표현이 거시적 표현보다 훨씬 많은 비율로 제시된다면 실제적으로 학생들이 겪는 부담은 크게 줄지 않을 수도 있다. 교과서 A, B, D와는 달리 E 교과서의 경우에는 거시적 표현의 비율이 66.2% 이었고 기호의 비율이 29.7%로 다른 교과서에 비해 낮았다. 거시적 표현으로 소금이라는 용어를 사용하거나 소금 기둥 또는 사해의 사진을 제시하여 학생들에게 화합물을 친숙하게 제시하였다. 이러한 노력은 학생들의 교과서 읽기가 훨씬 수월할 것은 물론 화합물이 실험실에서만 쓰이는 물질이 아니

라 우리와 친숙하다는 것을 인식하는데 도움을 줄 수 있다. 그러나 여전히 E 교과서에서도 나머지 교과서에서와 마찬가지로 각각의 표현들을 연결하는 표현 즉, T1, T2, T3의 표현은 극히 적었다. 교과서 C의 경우에는 거시적 표현과 기호적 표현의 비율이 33%로 같았으며 거시적 표현, 기호, 미시적 표현, 이 세 가지 표현을 모두 사용하여 학생들이 일상생활에서 사용하는 소금과 기호 표현인 염화나트륨 및 소금의 미시적 구조를 연결지을 수 있도록 함께 나타낸 표현 또한 33%로 다른 교과서에 비하여 월등히 많았다. 이를 모두 함께 나타내어 준 All의 표현은 낮설고 어려운 화합물을 학생들의 일상으로 끌어들이는데 도움이 될 수 있다.

결론 및 제언

본 연구에서는 과학 교과서에서 다루고 있는 무기 화합물의 등장횟수와 표기법에 대해 교과서별로 살펴해보았다. 먼저 전체 화합물의 수와 표기 방법을 기존의 과학 교과서 A, B, C, D, E의 5종의 교과서를 비교하였는데 A-E의 과학 교과서에서는 평균적으로 48.8 종류의 무기 화합물을 86개의 표기법으로 서술하고 있으며 E 교과서에서는 다른 과학 교과서에서 보다 많은 70개의 무기 화합물을 127개의 표기법으로 나타내고 있다. 조사한 과학 교과서 모두 무기 화합물의 이름의 번역 표기가 각각의 교과서에서 가장 높은 비율을 차지하였으며 교과서 C를 제외하고는 두 번째로 많은 표기가 화학식이였다. 교과서 C에서 무기 화합물을 대부분의 화학식을 번역표기와 함께 제시하였고 교과서 E의 경우에는 무기 화합물을 일상에서 사용하는 용어의 표기가 나머지 교과서에 비해 월등히 높았다. 화학식을 직접 제시하는 것은 화학식에 익숙하지 않고 명명법을 배우지 않은 학생들에게 부담을 주게 되므로 화학식을 제시해야하는 경우에는 화합물의 이름의 번역 표기를 함께 제시하는 것이 교과서 읽기에 도움을 줄 수 있다.

각각의 화합물에 대해서 교과서에서 하나의 화합물을 제시할 때 한 가지 표기 방법을 사용하는 것으로 나타났다. 교과서에 제시된 무기 화합물은 대부분이 번역 표기이며 하나의 무기 화합물에 대하여 제시된 한 가지의 표기 방법도 화합물의 이름을 번역한 표기이다.

교과서 전체에 걸쳐 한 번만 제시되는 화합물의 수를 교과서 전체에 제시된 화합물의 수로 나누어 전체 교과서에서 한 번만 제시된 무기 화합물의 비율을 조사해 본 결과 교과서 A와 C를 제외한 나머지 B, D, E 교과서에서는 한 번만 제시되는 무기 화합물이 교과서 전체에 걸쳐 제시되는 무기 화합물의 수의 절반 가까이에 해당한다. 단락이 바뀔 때마다 새롭게 제시되는 무기 화합물은 교과서 읽기에 방해는 물론 화학이라는 과목 자체에 거부감을 줄 수 있다.²³ 게다가 교과서에서 한 번만 제시된 화합물이 그 동안의 교육과정에서 접해보지 못한 것이라면 학생들은 과학 교과서 한 페이지를 읽는 데에도 많은 시간과 노력이 소요될 것이다.

화합물의 명명을 처음 접하는 학생들에게는 그들이 쉽게 읽을 수 있도록 번역 표기와 함께 화학식을 표기하여 학생들이 읽기에 어려움을 겪지 않도록 해야 한다. 학생들에게 부담감을 주는 한 번만 제시되는 화합물의 수를 줄이고 가능하면 같은 화합물을 자주 제시하는 것은 화학식의 명명법을 배우지 않은 학생들에게 화학식을 읽는데 덜 어려움을 느끼도록 할 것이다.

과학 교과서에서 제시되는 무기 화합물의 등장 빈도수를 조사하여 가장 많이 제시되는 세 가지 화합물인 염화나트륨, 염산, 수산화나트륨에 대하여 Johnstone의 삼각형 모델을 기초로 화합물의 7 가지 표현방법을 제시하고 이에 각각의 화합물에 대한 표현을 구체적으로 분석해 본 결과 화합물의 종류를 막론하고 기호적 표현이 대부분을 차지하였다. 화학에 대한 총체적 이해가 요구되는 것과 마찬가지로 화합물에 있어서도 거시적, 미시적, 기호적 표현을 함께 사용하여 각각의 표현을 자유롭게 연상할 수 있어야 한다.

염화나트륨(소금)은 우리가 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 무기 화합물이다. 그러나 연구결과에 의하면 과학 교과서 A, B, D의 경우에는 기호적 표현이 대부분을 차지하고 있었고, E와 C 교과서의 경우에만 일상적으로 접할 수 있는 거시적 표현이 기호적 표현보다 많았다.

국가 중심의 동일한 교육과정 틀에서 교과내용을 다루는 우리나라의 학교 교육은 교과서를 통해 지도되며 이러한 교과서는 학교 교육의 기초가 되므로 과학 교과서는 학생들의 학습을 도울 수 있도록 화합

물의 종류나 사용되는 원소의 수를 가능한 한 줄이고 화합물을 선택할 때도 가능하면 일상에서 사용되거나 언급되는 화합물을 중심으로 기술하되 전문적인 화합물의 표현이나 명명도 처음에는 거시적 표현으로부터 미시적 표현으로 점점 확대하여 궁극적으로는 기호적 표현으로의 전환이 용이하도록 점진적으로 제시하여야 한다. 또한 우리가 쉽게 접할 수 있는 무기 화합물의 경우에는 거시적 표현을 적극적으로 사용하고 이와 함께 미시적, 기호적 표현을 함께 제시하여야 하며 이는 화학 학습에 흥미와 성취도 향상에 도움이 될 것이다.

본 연구를 통해 제시된 무기 화합물의 등장 빈도수 및 표기법 분석연구과 더불어 실제 현장에서의 학생들이 과학교과서중 화학 영역의 읽기를 어떻게 느끼고 있는지를 연구할 필요가 있다.

이 연구는 최지혜와 문경아의 도움을 받아 이루어졌습니다.

인 용 문 헌

- (a) Wellington, J. *School Science Review* **1983**, 64, 767.
(b) Wellington, J.; Osborne, J., *Language and literacy in science education*; Open university press; Philadelphia, 2001.
- Bennett, J., *Teaching and Learning Science*, Continuum: New York, 2003.
- Chiappetta, E. L. *Journal of Research in Science Teaching* **1993**, 30(7), 787.
- Newton, D. P.; Newton, L. D. *Educational Studies in Mathematics* **2006**, 64, 69.
- 천정록; 이재승 *읽기교육의 이해* 우리교육: 서울, 1997.
- Gardner, P. L. *The Australian Science Teacher Journal* **1980**, 26(2), 882.
- Cassels, J.; Johnstone, A. *Words that matter in science*, Royal Chemical Society: London, 1985.
- Danili, E.; Reid, N. *Research in Science & Technological Education* **2004**, 22(2), 203.
- Gilbert, J. K. *International Journal of Science Education* **2006**, 28(9), 957.
- Johnstone, A. H.; Selepeng, D. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe* **2001**, 3(1), 19.
- Keepports, D. *Chemical Educator* **2006**, 11, 1.
- Osborne, R.; Freyberg, P., *Learning science, The implication of children's science*. Heinemann: London, 1985.
- 김주훈; 이미경, *과학과 교육 목표 및 내용 체계 연구(1)*,

- 한국교육과정평가원: 서울, 2003.
14. Johnson, R. *School Science Review* **1987**, 60, 562.
 15. Kuntton, S. *Education in Chemistry* **1983**, 20(3), 100.
 16. Merzeyn, G. *International Journal of Science Education* **1987**, 9(4), 483.
 17. American Association for the Advancement of Science *Science Books & Films* **1986**, 21(5), 249.
 18. 이선희; 이지연; 정병갑 *한국생물교육학회지* **2003**, 32(1), 24.
 19. 김현아; 이동준; 이준규 *한국생물교육학회지* **2006**, 34(3), 342.
 20. 노태희; 차정호; 왕혜남 *초등과학교육* **2004**, 23(1), 85.
 21. 최철남; 박면용 *화학교육* **1996**, 23(3), 150.
 22. 문경아; 채희권 *대한화학회지* **2007**, 51(6), 560.
 23. 문경아; 채희권 *현장과학교육* **2007**, 1(2), 59.
 24. Ben-Zvi, R.; Hofstein, A. *Improving teaching and learning in science and mathematics* Teachers College Press: New York, 1996, 109-119.
 25. Chavkin, L. *Clearing House*, **1997**, 70(3), 151-154.
 26. Schwartz, Y.; Ben-Zvi, R.; Hofstein, A. *Chemistry Education Research and Practice* **2006**, 7(4), 203.
 27. Spier-Dance, L.; Mayer-Smith, J.; Dance, N.; Khan, S. *Research in Science & Technological Education* **2006**, 23(2), 163.
 28. Scerri, E. *Journal of Chemical Education* **1991**, 68(2), 122-126.
 29. Gillespie, R. J. *Journal of Chemical Education* **1997**, 74(5), 484-485.
 30. Ben-Zei, N.; Gai, R. *Journal of Chemical Education* **1994**, 71(9), 730-733.
 31. Johnstone, A. H. *Journal of Chemical Education* **1983**, 60(11), 968.
 32. Atkins, P.; Jones, L. *Chemical Principles*, 4th Ed. Freeman & Company: New York, 2008.
 33. 이정아; 맹승호; 김혜리; 김찬종 *한국과학교육학회지* **2007**, 27(3), 242.
-