고등학생들의 글쓰기에서 나타난 다중 표상의 내재성에 미치는 다중 표상 수업의 효과

남정희 · 이동원* · 남영호

부산대학교 화학교육과

(접수 2012. 4. 27; 게재확정 2012. 6. 7)

The Impact of Multimodal Representation-based Lesson on Embeddedness of Multimodal Representation in High School Students' Writing

Jeong Hee Nam, Dong Won Lee*, and Young Ho Nam

Department of Chemistry Education, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

*E-mail: 2nd-potato@hanmail.net

(Received April 27, 2012; Accepted June 7, 2012)

요 약. 이 연구의 목적은 다중 표상 수업이 고등학생들의 글쓰기에서 나타난 다중 표상의 내재성에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다. 이 연구는 광역시에 위치한 고등학교 자연계열 2학년 2개 학급 학생 74명을 대상으로 수행하였으며, 2개 학급 중 1개 학급 41명을 실험집단으로, 다른 1개 학급 33명을 비교집단으로 선정하였다. 실험집단에는 2차시의 다중 표상 수업과 7가지 주제에 대한 전통적인 방식의 수업을 처치하였고, 비교집단에는 다중 표상 수업을 제외하고 실험집단과 동일하게 수업을 진행하였다. 학생들이 작성한 Summary Writing의 분석 결과, 다중 표상의 내재성에 대한 실험집단의 평균이 비교집단에 비해 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다.

주제어: 다중 표상, 다중 표상 수업, 내재성

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate the impact of multimodal representation-based lesson on embeddedness of multimodal representation in high school students' writing. The participants in this study were two groups of second-year science-track students (74 students) at an academic high school in a metropolitan city. One group (41 students) was assigned to the experimental group, the other group (33 students) was assigned to the comparative group. Data analysis showed that the students of the experimental group were better at utilizing and embedding multimodal representations. Thus, the conclusion was drawn that multimodal representation-based lesson had an effect on high school students' embeddedness of multimodal representation.

Key words: Multimodal representation, Multimodal representation-based lesson, Embeddedness

서 론

정보를 처리하는 체계는 주로 언어적 정보를 처리하는 언어적 체계와 시각적 정보를 처리하는 영상적 체계로 구분할 수 있다. 언어적 체계와 영상적 체계는 각각 독립적인 기능을 갖기도 하지만 상관관계가 있어 정보를 두 가지 형태로 모두 제시한다면 한 가지 방법만을 사용했을 때 보다 더 잘 기억할 수 있을 것이다.¹ 학습에서도 그림을 글과 함께 제시할 경우 글만 제시하는 것 보다 정보에 대한 학생들의 학습 효과를 높일 수 있다.²

정보를 언어적 정보와 시각적 정보로 동시에 제시하였을 때 얻을 수 있는 학습 효과 중에서도, 학생들이 과학 개념을 이해하고 그 의미를 형성하는 것에 다중 표상이 미치는

영향에 대한 연구가 진행되어 왔다.^{3,4} 여기서 다중 표상은 학습자가 의사소통을 위해 주제에 대한 정보를 여러 가지 방법으로 표현하는 것이다. 이는 학생들이 표현하고자 하는 내용을 글로만 제시한 단일 표상과는 차이가 있으며, 도형, 그림, 수식, 표 또는 글이 포함된 그래프들과 같은 여러 양식들의 사용과 연관되어 있다.^{5,6}

하나의 표상만 제공하는 것보다 여러 표상들을 함께 제공하는 것이 학생들이 과학 개념을 이해하는 데 더 효과적이다.⁷ 다중 표상이 학생들의 의미 구성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 학생들의 글쓰기를 분석한 연구에서는, 학생들이 말이나 행동, 이미지를 포함하는 다중 표상에 의해 의미가 구성되는 것으로 나타났다.⁸⁻¹⁰ 다중 표상은 여러 표상을 함께 사용하므로 각 표상의 잘못된 해석

을 방지할 수 있고, 추상적인 개념을 심층적으로 이해할 수 있도록 도와준다.¹¹ 또한 다중 표상을 활용한 학습은 과학 개념 이해의 증진 이외에도 공간적, 시간적, 양적 관계 등을 간결한 자료로 나타내기, 추상적 상황을 구체화하기, 복잡한 정보를 통합하기와 같은 것들을 가능하게 하는 장점이 있다.¹²⁻¹⁴

그러나 초보자들이 다중 표상을 사용하여 학습할 때는 여러 가지 표상을 관련시키는데 따른 인지적 부담¹⁵⁻¹⁹과 표상 간에 번역할 때 생기는 문제^{20,22}에 의한 어려움이 있다. 다중 표상을 통한 학습이 이루어지기 위해서는 정보를 얻기 위한 다양하고 효과적인 과정을 찾는 능력, 여러 정보와 표상을 통합하는 능력을 갖추어야 하며, 새로운 내용을 다양한 표상으로 나타내는 능력과 하나의 표상을 다른 것으로 전이시키고 특정한 정보와 목표에 대하여 최적의 새로운 표상을 만들 수 있는 능력이 필요하다.²³⁻²⁵

다중 표상을 통한 학습에 필요한 능력들은 다중 표상의 내재성과 관계가 있다. 내재성은 학생들이 의사소통할 때 자신이 쓴 글에서 문맥상의 전후관계를 밝혀 설명하고, 정확하고 일관성 있게 자신이 이해한 것을 나타내는 것을 의미한다.⁵ 여기서 일관성은 여러 표상들을 의미 있게 연결하고 통합한다는 의미를 포함한다. 학생들이 여러 표상들 사이에서 관계를 구성할 수 있다면 일관성 있는 지식 구조를 만들 수 있으며,¹¹ 여러 표상들을 통합하는 능력은 다중 표상을 통해서 학습자가 얻을 수 있는 효과의 크기를 결정하는 중요한 요인이다.¹²

그러나 다중 표상의 사용이 학습자에게 가져다주는 이러한 장점들이 있음에도 불구하고 실제로 다중 표상을 사용하는 학생들의 숙련도는 다중 표상을 사용하는 빈도와 관련이 있다. 이를 위해서는 다중 표상을 사용할 수 있는 기회의 제공과 함께 학생 스스로 다중 표상의 필요성을 인지하는 것이 필수적이다.⁶

다중 표상 수업은 학생들이 다중 표상 및 다중 표상의 중요성에 대한 인식을 하고, 다중 표상을 사용하여 글쓰기를 하는 것이 더 효과적으로 지식을 표현할 수 있음을 안내하는 것을 목적으로 한다.⁶ 다중 표상 수업을 통해서 학생들이 다중 표상의 필요성과 효과적인 사용법을 인식하게 되었다면, 자신의 생각을 표현할 때 글의 형태로만 제시하기 보다는 다양한 표현을 유기적으로 결합하여 나타냄으로써 표현하고자 하는 내용을 보다 효과적으로 제시할 수 있을 것이라 생각된다. 또한 표현하고자 하는 내용을 새로운 형태로 재구성하여 나타내는 과정은 학생들이 학습 내용을 더 효과적으로 이해하는데 도움이 될 수 있으며,²¹⁻²³ 학생들이 재구성하여 제시한 표현들은 학습자의 수준에서 작성되었기 때문에 다른 동료 학습자들이 이해하기에 더욱 알맞은 형태일 것이라 생각된다. 따라서

학습자들에게 있어서 다중 표상의 사용은 학습내용에 대한 자신의 이해에도 긍정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라, 이들을 전달하는 과정에서 다른 학습자들의 학습에도 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것 이다.

따라서 이 연구에서는 다중 표상 수업이 고등학생들의 글쓰기에서 나타난 다중 표상의 내재성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

연구 방법

이 연구는 다중 표상 수업의 효과를 알아보기 위한 것으로, 다중 표상 수업이 고등학생들이 작성한 글쓰기에서 나타난 다중 표상의 내재성에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 연구 절차와 방법은 다음과 같다.

연구 대상

이 연구는 광역시에 위치한 N고등학교 자연계열 2학년 2개 학급 학생 74명을 대상으로 수행하였다. 2개 학급 중 1개 학급 41명을 실험집단으로, 다른 1개 학급 33명을 비교집단으로 선정하였다.

검사 도구 및 분석 도구

이 연구에서는 수업 처치 전 실험집단과 비교집단 학생들의 동질성을 판별하기 위하여 ‘반응속도’를 주제로 사전 Summary Writing을 실시하고, 학생들이 사용한 다중 표상의 내재성을 알아보기 위해 「다중 표상 글쓰기 평가틀」을 사용하여 분석하였다. 그리고 수업 처치 후, 학생들이 사용한 다중 표상의 내재성의 변화를 알아보기 위하여 ‘중화 반응’에 대한 사후 Summary Writing을 실시하고 이를 「다중 표상 글쓰기 평가틀」을 사용하여 분석하였다.

Summary Writing 검사: Summary Writing 검사에서 학생들에게 특정 주제의 내용을 모르는 친구에게 설명하는 편지글을 쓰도록 요청하였다. 이 때 사전 Summary Writing 검사는 반응속도, 중간 Summary Writing 검사는 물의 특성, 그리고 사후 Summary Writing 검사는 중화반응을 주제로 하였다.

사전, 사후 Summary Writing 검사는 다중 표상 수업이 학생들이 사용하는 다중 표상의 내재성에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였고, 중간 Summary Writing 검사는 2차 다중 표상 수업의 자료로 활용하기 위해 실시하였다.

다중 표상 글쓰기 평가틀(multimodal writing task assessment rubric): 이 연구에서는 다중 표상 수업이 고등학생들의 글쓰기에서 나타난 다중 표상의 내재성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 McDermott⁶이 개발한 「Multimodal

Writing Task Assessment Rubric」을 수정하여 사용하였다.

「다중 표상 글쓰기 평가틀」은 본문 평가, 일관성 평가, 다중 표상 평가, 개별 양식 분석의 요소로 이루어져 있다. 본문 평가는 전반적인 글의 평가로서, 학생들이 작성한 글이 제시된 주제 영역에 해당하는지, 정확한지, 완성된 형태인지, 그리고 문법적으로 옳은지에 대해 평가하고, 일관성 평가는 학생들이 다중 표상들을 이야기하고자 하는 주제에서 벗어나지 않고 본문 또는 다른 다중 표상들과 얼마나 조화롭게 연결하여 제시하는지에 대해 평가하는 것이다. 다중 표상 평가는 학생들이 Summary Writing에 얼마나 많은 수의 유의미한 다중 표상을 사용하였는지를 종류별로 평가하는 것이다. 이를 위해 ‘다중 표상의 총 수’를 구하고 이들 중 본문의 내용과 연관이 없거나 의미를 가지지 않는 ‘불필요한 다중 표상의 수’를 제한 ‘유의미한 다중 표상의 수’를 활용하였다. 마지막으로 개별 양식 분석에서는 개별 다중 표상마다 내재성을 각각 평가하였다. 내재성에 대해서 조사하는 것은 학생들이 작성한 논의가 더 높은 질을 갖는지 그리고 학생들이 학습한 과학 개념의 의미를 잘 인식하고 있는지 알아볼 수 있는 직접적인 방법이다.²⁶ 이러한 다중 표상의 내재성을 판단하기 위해 각 양식 별로 캡션 및 추가설명이 있는가, 본문에 언급하였는가, 본문과 인접한가, 독창적인가, 정확한가, 본문에 개념적으로 연결되었는가, 그리고 필요한 양식인가에 대해 평가하였다.

「다중 표상 글쓰기 평가틀」은 과학교육 전문가 1명, 박사과정 2명, 석사과정 2명에게 타당도를 검증받았으며, 연구자의 신뢰도와 타당도를 높이기 위하여 무작위로 선택된 학생들의 Summary Writing을 연구자를 비롯한 과학교육 박사 과정 2인과 석사 과정 2인이 분석틀을 이용해 평가한 후, 평가 결과가 서로 일치하지 않는 부분에 대해 논의를 거쳐 합의에 이르면 그에 따라 분석을 진행하였다.

다중 표상 수업

다중 표상 수업은 학생들이 다중 표상 및 다중 표상의 중요성에 대한 인식을 하고, 다중 표상을 사용하여 글쓰기를 하는 것이 더 효과적으로 지식을 표현할 수 있음을 안내하는 것을 목적으로 한다.⁶

이를 위해 2번의 다중 표상 수업을 실시하였으며, 이중 1차 다중 표상 수업은 학생들에게 다중 표상을 인식시키기 위한 목적으로 사전 Summary Writing 다음 차시에 시행되었다. 이를 위해서 학생들이 샤를의 법칙에 대한 내용을 주제로 글로만 구성된 읽기자료와 글과 함께 다중 표상이 포함된 읽기자료를 개발하였다. 샤를의 법칙을 주제로 선정한 이유는 연구 대상이 학습하는 화학1에 제시된 주제에서 사전, 사후 검사에 영향이 없도록 반응속도

와 중화반응을 제외한 나머지 주제 중 샤를의 법칙이 내용을 전달하는 방법에 있어서 다른 주제들에 비해 상대적으로 많은 종류의 표상을 사용하였기 때문이다. 또한 학습자들이 샤를에 법칙에 대해 낮은 수준이긴 하지만 이미 사전 지식이 존재하기 때문에 처음 접하는 다른 주제들에 비해 학생들이 개념 자체의 의미를 이해하는데 시간을 보내기 보다는 해당 개념을 어떻게 표현하고 구성하는지에 더욱 집중할 수 있을 것이라 생각했기 때문이다.

1차 다중 표상 수업에서 개발한 읽기자료들을 실험집단 학생들에게 제시하고 각각의 이해도를 조사한 뒤, 이해도의 차이를 발표하였다. 그리고 그림과 그래프 등을 사용하여 말하고자 하는 내용을 전달할 때의 장점, 단점, 사용 시 유의점 그리고 그림과 그래프 이외에 내용을 이해하는데 도움을 줄 수 있는 요소에 대해 논의하였다.

2차 다중 표상 수업은 학생들이 다른 학생의 Summary Writing을 평가함으로써 자신의 Summary Writing을 되짚어 보고, 평가틀을 만드는 과정에서 다중 표상의 효과적인 사용을 판단하도록 하기 위한 목적을 가진다. 이 수업은 1차 다중 표상 수업 후 이루어진 물의 전기분해, 물의 극성, 물의 수소 결합, 물과 얼음의 밀도, 수소결합에 의한 물의 특성, 양금생성반응 등 물의 특성에 대한 6개 주제의 전통적인 방식의 수업과 ‘물의 특성’을 주제로 하는 중간 Summary Writing 후 시행되었으며, 중간 Summary Writing 검사는 학생들이 작성한 글을 2차 다중 표상 수업의 자료로 활용하기 위하여 양금생성반응 수업 전 실시하였다.

이 수업에서 학생들은 그들이 작성한 중간 Summary Writing 중 2개의 글을 제시받는다. 그리고 조별로 이해도의 측면에서 잘한 점과 보완할 점을 논의하여 이를 토대로 제시된 글을 평가할 수 있는 Summary Writing 평가 기준을 작성한다. 그 후 이에 따라 조별로 두 글을 평가하였으며, 자신들이 작성한 글에 대해 스스로 평가를 하는 과정을 통해서 학생들이 다중 표상의 효과적인 사용법에 대해 인식하도록 하였다.

연구 결과

실험집단과 비교집단의 동질성 비교

수업 처치 전 실험집단과 비교집단의 동질성을 확인하기 위해 학생들이 작성한 사전 Summary Writing을 「다중 표상 글쓰기 평가틀」로 평가하여 이를 t-검증을 통해 분석한 결과, 두 집단 사이에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 따라서 실험집단과 비교집단은 동질집단으로 간주하였다(Table 1).

Table 1. Homogeneity verification between experimental group and comparative group

	Group	N	M	SD	t	p
Text assessment	Experimental	41	3.30	2.37	-.122	.904
	Comparative	33	3.37	2.50		
Overall cohesiveness of paper	Experimental	41	1.44	1.34	-.049	.961
	Comparative	33	1.45	1.37		
Overall alternative modes assessment	Experimental	41	0.20	0.51	-.615	.541
	Comparative	33	0.27	0.57		
Individual modal analysis	Experimental	41	0.88	2.23	-.178	.860
	Comparative	33	0.97	2.18		

*p<.05

다중 표상 수업이 고등학생들의 글쓰기에서 나타난 다중 표상의 내재성에 미치는 영향

본문 평가: 학생들이 작성한 글이 제시된 주제 영역에 해당하는지, 정확한지, 완성되어있는지, 그리고 문법적으로 옳은지 등 글에 대한 전반적인 평가를 나타내는 본문 평가의 총점에서 실험집단(6.40)과 비교집단(5.39) 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다(Table 2). 그러나 본문 평가의 하위 요소 중에서 ‘다루어야 할 개념들을 포함하는가’와 ‘키워드가 알아보기 쉬운가’에서 두 집단 사이에 차이가 나타난다. ‘다루어야 할 개념들을 포함하는가’에 대한 항목에서 실험집단과 비교집단의 평균은 각각 2.25, 1.42이고 ‘키워드가 알아보기 쉬운가’에 대한 항목에서 실험집단의 평균은 0.56이고 비교집단의 평균은 0.21이다. 제시된 주제에 대해서 다루어야 할 개념들을 포함하여 글을 작성한다는 것은 해당 주제를 설명하기 위해 필요한 개념적 요소들을 학생들이 인지하고 있다는 의미를 지니기 때문에 중요하다. 또한 다른 표식 등을 통해 두드러지게 표현된 키워드는 학생들이 각 개념의 중요도를 동일하게 보지 않고 개념들 사이의 경중

을 구분하여 더욱 중요한 개념을 특별한 표식을 사용하여 나타내었음을 의미하기 때문에 중요하다.

다음은 ‘키워드가 알아보기 쉬운가’에 대한 사례이다. 실험집단에서는 학생들이 중요하다고 생각되는 부분에 글상자와 밑줄 등을 사용하여 키워드를 돋보이게 하였으나(Example 1, 2), 비교집단에서는 이러한 사례가 거의 나타나지 않았다.

일관성 평가: 실험집단과 비교집단의 Summary Writing에서 학생들이 제시한 다중 표상의 일관성에서 실험집단

<Example 1, Student's summary writing>

Table 2. ANCOVA results for the text assessment in summary writing

		Experimental (n=41)		Comparative (n=33)		F	p
		M	SD	M	SD		
Accuracy of science concepts	pre	0.73	0.74	0.72	0.80	0.260	0.611
	post	1.39	0.70	1.30	0.80		
Discussed required topics	pre	0.64	0.55	0.64	0.53	11.821	0.001*
	post	2.25	1.11	1.42	1.20		
Text characteristics match intended writing type	pre	1.07	0.91	1.03	0.92	2.027	0.159
	post	1.10	0.83	1.33	0.69		
Language appropriate for audience	pre	0.80	0.56	0.75	0.56	0.076	0.783
	post	1.10	0.62	1.12	0.48		
Key terms underlined, highlighted, identified	pre	0.05	0.22	0.21	0.48	5.124	0.027*
	post	0.56	0.71	0.21	0.48		
Text assessment	pre	3.30	2.37	3.37	2.50	3.805	0.055
	post	6.40	2.80	5.39	2.20		

*p<.05

Table 4. ANCOVA results for the overall alternative modes assessment in summary writing

		Experimental (n=41)		Comparative (n=33)		F	p
		M	SD	M	SD		
Overall alternative modes assessment	pre	0.20	0.51	0.27	0.57	16.050	0.000*
	post	5.61	3.34	2.85	2.76		

*p<.05

Table 5. ANCOVA results for the individual modal analysis in summary writing

		Experimental (n=41)		Comparative (n=33)		F	p
		M	SD	M	SD		
Individual modal analysis	pre	0.88	2.23	0.97	2.18	9.958	0.001*
	post	7.04	2.71	4.89	3.19		

*p<.05

다중 표상 평가

다중 표상 평가에 대한 두 집단의 비교에서, 실험집단의 평균(5.61)이 비교집단의 평균(2.85)에 비해 통계적으로 유의미하게 더 높은 것으로 나타났다(Table 4).

개별 양식 분석

개별 양식 분석 결과, 실험집단이 사용한 다중 표상별 내재성 평균(7.04)이 비교집단(4.89)에 비해 유의미하게 높게 나타났다(Table 5).

다음은 개별 양식 분석의 하위 요소에서 집단 간에 차이가 드러나는 사례이다.

첫 번째 ‘양식 별로 캡션 및 추가설명이 있는가’의 요소에서, 실험집단의 경우 자신이 제시하는 양식이 어떠한 내용을 나타내는 지 독자가 효과적으로 알 수 있도록 그래프에 설명을 붙이거나 해석에 도움이 될 수 있는 설명을 다중 표상에 포함시켜 제시했다(Example 6, 7). 그러나 비교집단에서는 캡션이나 추가적인 설명 없이 단순히 다중 표상만 제시하는 사례가 많이 나타났다(Example 8).

두 번째 ‘다중 표상에 대한 설명이 본문에 언급되어 있는가’의 요소에서, 실험집단의 경우 학생이 말하고자 하는 내용과 그에 대한 다중 표상을 연결하여 제시함으로써 글을 읽는 사람이 내용에 대한 명확한 이해를 하도록

<Example 6, Student's summary writing>

<Example 7, Student's summary writing>

<Example 8, Student's summary writing>

<Example 9, Student's summary writing>

돕는다(Example 9). 비교집단에서는 다중 표상을 사용하였으나 그것이 어떤 의미를 가지는지 설명하지 않고 본문과 분리하여 제시하는 모습을 보인다(Example 10).

<Example 10, Student's summary writing>

<Example 11, Student's summary writing>

첫번째에 대해 간단히 ① 온도가 최대
② 전기전도도
③ 생성물 양
④ 지시약
⑤ 염기는 물에 녹아서
⑥ 표지약이면 아래와 같이

이 예는 속이 쓰릴때 제산제를 먹는것,
바인배를 부는 것과 같다.

이것을 제산제(수산화알루미늄 등)
제산제에 OH⁻가 만나 중화하면 H₂O를

<Example 12, Student's summary writing>

그리고 마지막으로 지시약을 사용하면 알 수 있어.

페놀프탈레인	산성 무색	중성 무색	염기성 빨간색
메틸오렌지	빨간색	중화점 주황색	노란색
B.T.B용액	노란색	초록색	파란색

<Example 13, Student's summary writing>

<Example 14, Student's summary writing>

<Example 15, Student's summary writing>

세 번째 ‘다중 표상이 본문의 설명과 인접한 경우’에서 실험집단에서는 다중 표상과 그에 대한 설명을 인접하게 배치하고 해당 표상과 관련이 없는 설명과는 분리하여 제시함으로써 글을 읽는 사람들이 이들을 혼란 없이 명확히 연관 지어 이해할 수 있도록 하였다(Example 11). 그러나 비교집단에서는 본문과의 거리에 상관없이 빈 공간에 다중 표상을 넣은 경우가 나타난다(Example 12). 이는 글 작성 시에 학생들이 말하고자 하는 내용과 다중 표상에 대한 통합이 이루어져 있지 않았기 때문에, 이들을 전체적인 구도를 생각하여 연결 지어 나타낸 것이 아니라 분리된 형태로 제시한 것으로 보인다.

마지막으로 ‘정확한가’ 항목에 대해서 실험집단에서는 과학적으로 올바른 개념을 사용하여 다중 표상을 나타냈다(Example 13). 그러나 비교집단에서는 축의 의미를 제

시하지 않고 내용도 틀린 그래프를 나타낸 경우(Example 14), 표현이 명확하지 않거나 부족하여 그 의미를 파악하기 힘든 그림을 그린 경우가 있었다(Example 15).

결론

이 연구에서는 다중 표상 수업이 고등학생들의 글쓰기에서 나타난 다중 표상의 내재성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

다중 표상 수업을 받은 학생들은 Summary Writing에서 자신의 생각을 표현하는데 있어서 글의 맥락에 맞게 여러 표현 양식들을 연관 지어 사용하고 이들을 더욱 드러나게 제시했다.

다중 표상 수업에서 학생들은 다중 표상이 포함된 읽기

자료와 다중 표상이 포함되어 있지 않은 읽기자료를 제시받고 각 읽기자료에 대한 이해도를 비교하는데, 이는 다중표상의 필요성을 학생들에게 인식시키고자 함을 목적으로 한다. 이후, 다중 표상의 어떤 측면들이 글의 내용을 이해하는데 도움을 주는지에 대한 논의를 통해 학생들은 내용의 효과적인 전달을 위한 다중 표상의 사용법에 대해 인식할 수 있었다고 본다.

또한 다중 표상 수업에서는 다른 학생들이 작성한 글들을 이해도 측면에서 논의하고 이를 토대로 제시된 글을 평가할 수 있는 평가 기준을 작성했다. 평가 기준을 작성하는 과정에서 학생들은 단순히 다중 표상의 사용 여부로 글을 평가하는 것이 아니라 다중 표상을 어떻게 사용하는 것이 효과적인지에 대해 구체적으로 사고할 수 있는 기회를 가진다. 그리고 작성한 평가 기준을 가지고 실제로 학생들이 작성한 글을 평가하는 과정을 통해 글의 내용을 효과적으로 전달하기 위해 자신이 생각하는 다중 표상의 사용법과 실제 사례를 연관 지어 볼 수 있는 기회를 제공받는다.

결론적으로 다중 표상 수업에서 이루어지는 이와 같은 활동들은 학생들이 다중 표상에 대한 필요성을 인식하는데 도움을 주고 자신의 생각을 나타내는 상황이 주어졌을 때, 다중 표상을 더욱 자주 사용하도록 하여 학생들이 작성한 글에서 다중 표상 수업을 받은 학생들이 그렇지 않은 학생들에 비해 다중 표상의 사용에 있어서 더욱 숙련된 모습을 보이는 것이라 생각된다. 표현하고자 하는 내용을 새로운 형태로 재구성하여 나타내는 과정이 학생들이 학습 내용을 더 효과적으로 이해하는데 도움이 될 수 있다는 점을 생각해 볼 때,²³⁻²⁵ 다중 표상을 더 많이 그리고 더 적절하게 사용하는 학생들은 학습 내용에서도 더욱 깊은 이해를 할 것이라 보인다. 또한 학생들이 재구성하여 제시한 표현들은 학습자의 수준에서 작성되었기 때문에 다른 동료 학습자들이 이해하기에 더욱 알맞은 형태일 것이라 생각된다. 따라서 학습자들에게 있어서 다중 표상의 사용은 학습내용에 대한 자신의 이해에도 긍정적인 영향을 미치지만 이들을 전달하는 과정에서 다른 학습자들의 학습에도 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이라 보인다. 이러한 것들이 다중 표상의 내재성의 비교에서 실험집단이 비교집단에 비해 더 높은 점수를 받은 이유라 생각된다.

특히 화학에서는 미시적인 세계의 변화를 다루기 때문에 개념이나 현상의 설명을 위해 모형, 비유 그리고 그래프나 표와 같이 이들을 간접적으로 설명할 수 있는 다양한 자료들을 제시하는 경우가 많다. 이러한 화학과목의 특성상 학습자들이 개념들을 전달하고 표현하는 방식 중 하나인 다중 표상이 무엇인지 인식하고 이들을 구성하는

원리에 대해 이해하고 이들의 사용에 익숙해져 있다면 제시되는 내용들을 학습자 스스로 학습하기에 효과적인 형태로 재구성하여 받아들이는데 도움이 될 것이다.

또한 다중 표상을 사용하는 학생들의 숙련도가 다중 표상을 사용하는 빈도와 관련이 있음을 고려할 때,⁶ 학생들에게는 이들을 사용할 수 있는 더 많은 기회의 제공이 필요하다. 따라서 다중 표상 수업에서 뿐 아니라 실제 교과 내용을 가르칠 때도 다중 표상을 사용하여 학습하도록 구조화된 수업을 제공한다면 다중 표상이 학습에서 더욱 큰 효과를 보일 것이라 기대된다.

Acknowledgments. 이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

REFERENCES

1. Paivio, A. *Imagery and verbal processes*; New York: Holt, Rinehart & Winston, 1971.
2. Small, M. Y.; Lovett, S. B.; Scher, M. S. *Journal of Educational Psychology* **1993**, 85(3), 520.
3. Lemke, J. L. Multimedia semiotics: Genres for science education and scientific literacy. In *Developing advanced literacy in first and second languages: meaning with power*; M. J. Schleppegrell.; M. C. Colombi, Eds.; Mahwah, NJ: Erlbaum., 2002.
4. Roth, W. M.; Bowen, G. M. *Linguistics and Education* **2000**, 10(3), 335.
5. Hand, B.; Choi, A.; Greenbowe, T.; Schroeder, J.; Bennett, W. *Examining the impact of student use of multiple-mode representations in constructing science arguments*, Annual International Conference of National Association for Research in Science Teaching, Baltimore, MD, 2008.
6. McDermott, M. A. *The impact of embedding multiple modes of representation on student construction of chemistry knowledge*. Ph. D. Dissertation, University of Iowa, Iowa, U.S.A., 2009.
7. van Someren, M. W.; Reinmann, P.; Boshuizen, H. P. A.; de Jong, T. *Learning with Multiple Representations*; Elsevier: Oxford, U.K., 1998.
8. Jewitt, C.; Kress, G.; Ogborn, J.; Charalampous, T. *Educational Review* **2001**, 53(1), 4.
9. Cho, H. S. *The Impact of the Science Writing Heuristic Approach on Students' Use of Multi Modal Representation and Embeddedness in Science Writing*; Pusan National University of Education: Korea, 2009.
10. Lee, D. W. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2011**, 31(6), 931.
11. Ainsworth, S. E. *Computers & Education* **1999**, 33, 131.
12. Ainsworth, S. E.; Bibby, P. A.; Wood, D. J. *Pedagogy and Education* **1997**, 6(1), 93.
13. Roth, W. M.; McGinn, M. K. *Review of Education Research* **1998**, 68(1), 35.

14. Winn, W. Contributions of perceptual and cognitive processes to the comprehension of graphics. In *Comprehension of graphics*; W. Schnotz.; R. W. Kulhavy, Eds.; Elsevier: Amsterdam, Netherlands, 1994; p 3.
 15. Chandler, P.; Sweller, J. *Cognition and Instruction* **1991**, 8(4), 293.
 16. Kozma, R. *Learning and Instruction* **2003**, 13(2), 205.
 17. Mayer, R. E. *Educational Psychologist* **1997**, 32(1), 1.
 18. Mayer, R. E.; Moreno, R. *Journal of Educational Psychology* **1998**, 90(2), 312.
 19. Mayer, R. E. *Learning and Instruction* **2003**, 13(2), 125.
 20. Anderson, T.L.; Bodner, G. M. *Chemistry Education Research and Practice* **2008**, 9, 93.
 21. Bhattacharyya, G.; Bodner, G. M. *Journal of Chemical Education* **2005**, 82(9), 1402.
 22. Tabachneck, H. J. M.; Leonardo, A. M.; Simon, H. A. How does an expert use a graph? a model of visual and verbal inferencing in economics. In *Proceedings of the 16th Annual Conference of the Cognitive Science Society*; A. Ram.; K. Eiselt, Eds.; Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1994; p 842.
 23. Bernsen, N. O. A research agenda for modality theory. In *Proceedings of the Workshop on Graphical Representations, Reasoning and Communication*; Cox, R.; Petre, M.; Brna, P. and Lee, J., Eds.; World Conference on Artificial Intelligence in Education: Edinburgh, 1993; p 43.
 24. Eliam, B.; Poyas, Y. *Learning and Instruction* **2008**, 18(4), 368.
 25. Pineda, L.; Garza, G. *Computational Linguistics* **2000**, 26(2), 139.
 26. Tang, K.; Moje, E. *Research in Science Education* **2010**, 40(1), 81.
-