

인지적 학습양식에 따른 10학년 여학생들의 화학성취도 비교

박진희[†] · 김봉곤*

경상대학교 화학교육과 중등교육연구원

[†]경남과학고등학교

(2008. 2. 16 접수)

Comparative Analysis of Chemistry Academic Achievement of 10th Grade Students according to Cognitive Learning Styles.

Jin-Hee Park[†] and Bong Gon Kim*

Department of Chemistry Education, Gyeongsang National University, Korea

[†]Gyeongnam Science High School, Korea

(Received February 16, 2008)

요 약. 이 연구는 10학년 여학생들을 대상으로 학습양식분포를 조사하여 학습양식에 따른 화학성취도를 비교 분석하였다. 또한 학습양식에 따른 화학교과 내용영역 및 문항유형별 성취도의 차이도 살펴보았다. 학습양식은 Kolb의 LSI 검사 결과를 토대로 9가지 양식으로 분류하였다. 본 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 10학년 학생들의 학습양식 분포는 적응자와 균형자가 각각 16%로 가장 높은 비율을 차지했고, 다음으로 남위자, 동위자순이었다. ANOVA 통계분석에서, 화학 성취도는 정보처리 단계의 학습 선호유형과 유의한 차이를 보였다. 그리고 학습양식은 비모수 통계분석에서, 통계적으로 유의미하게 융합자와 수렴자가 높은 화학 성취도를 보였고, 복위자 및 균형자가 낮은 성취도를 보였다. 둘째, 내용영역에서는 ‘전해질과 이온’ 단원의 정답률이 높았고, ‘산-염기’와 ‘반응속도’ 단원의 정답률이 낮았다. 그리고 문제유형에 따른 화학성취도는 학습자들의 학습 선호와 일치하는 문제유형에서 높은 성취도를 보였다.

주제어: 학습양식, 화학성취도, 학습 선호유형, 문제유형

ABSTRACT. The purpose of the this study was to analyse cognitive learning styles, relationships between learning styles and chemistry achievement. Additionally, the relationships between students' learning styles and chemistry achievement score within a subject area, as well as each questions were also discussed. The research investigation was conducted with 10th-grade girls students. Learning styles were divided into nine categories based on the result of Kolb's LSI. Results of this study were as follows. First, Distribution of nine-types learning styles on the 10th grade girls students was showed that "Accommodators" and "Balanced learner(Balancing)" obtained the highest distribution(16%), followed by "Southerner" and "Easterner". Using an ANOVA statistical analysis, the researchers reported significant differences between achievement scores and that of learning preference types in the information perceive. Using an Nonparametric statistical analysis, the researchers reported significant differences between achievement score and that of nine types learning styles. "Assimilator" and "Converger" were found to show higher achievement scores, while "Northerner" and "Balancing" were found to show the lowest achievement scores. Second, in respect of subject area, students were good at answering questions related with "Electrolyte and Ion" unit, while they were poor at answering questions related with "Acid & Base" unit and "Reaction Rate" unit. For the achievement by question types, students showed the high achievement in the questions appropriate for their learning preference types.

Keywords: Learning Style, Chemistry Academic Achievement, Learning Preference Type, Question Type

서 론

21세기 지식기반사회는 정보와 지식이 경쟁력을 좌우하는 핵심요소이자 가치창출의 원천이 되고 있다. 이러한 지식정보화시대의 교육은 개인차에 대한 재인식과 함께, 창의적이고 비판적인 능력을 가진 인재육성이 중요한 과제로 등장하게 되었다. 더불어 오늘날 학교 과학교육에서도 창의성과 다양성이 강조되고 있다. 과학에서 창의성은 올바른 과학적 개념이 형성되었을 때 가능하므로, 과학교육에서는 학생들의 개념형성 및 개념전환에 많은 관심을 보이고 있다. 인지심리학적 측면에서 본 개념형성은 학생들의 학습경험으로부터 정보의 지각, 정보의 처리, 및 기억·회상하는 단계를 거쳐 이루어지며,¹⁻⁸ 학습과정에서 동료 또는 학습자-교수사간의 사회적 상호작용을 통해서 개인적 개념이 형성된다는 사회적 구성주의 관점이 널리 받아들여지고 있다.⁹⁻¹⁰

교수지중심의 전통적 교수-학습관점에서는 학습자의 개인차(individual difference)를 중요하게 다루지 않았으나, 구성주의 관점에서 교수-학습은 학습자의 개인적 특성이 더욱 강조되고 있다.¹¹ 학생들의 개인적 특성에는 학생들의 지적능력, 사고양식, 성격 및 학습양식 등과 같은 내적요소와 동기화, 태도 및 교육 환경 등과 같은 외적인 요소들이 알려져 있다.¹⁻¹² 학교현장에서 개인차는 지적능력이나 사고양식, 흥미나 관심 등에 따라서도 달리 나타나지만, 교수-학습과 가장 밀접한 관계가 있는 학습양식으로부터 기인한바가 크다고 알려져 있다.¹¹⁻²⁸

학습양식은 지능과 거의 관계가 없이 학생들의 학업성취도와 학습결과에 영향을 미치는 개인차 개념으로, 학습자가 학습과정에서 주로 사용하는 학습방법과 전략을 의미한다.¹²⁻¹⁶ 따라서 문제해결과정이나 학습과정에서 주어진 정보를 지각하고, 지각된 정보를 처리하여 개념화하는 방식 및 형성된 개념을 기억하고 회상하는 과정에서 학습자들은 자신의 고유한 학습양식을 나타내게 된다. 그러므로 학습활동에서 학습자는 자신의 학습양식에 대한 정보를 알고, 자신의 강점양식으로 학습했을 때 학업성취가 향상된다는 연구결과들이 긍정적으로 받아들여지고 있다.¹¹⁻²⁵ 이러한 연구 결과로 인하여 학습자들의 다양한 학습양식이 학습 환경의 설계²⁴ 뿐만 아니라, 학업 성취도를 예언하는데 인지양식보다 더 유용하게 사용되고

있다.²⁵ 학습양식과 교과 성취도의 상관성 연구에서 초등학생들의 읽기 성적이 학습 선호 차이와 관련이 있으며,²¹ 정의적 학습양식(독립/의존형, 경쟁/협동형 및 참여/회피형)²²⁻²⁵과 중학생들의 과학탐구능력과 과학 성적 간의 높은 상관성이 있음을 보였다.²⁶ 그리고 정보인식 유형(시각적, 언어적)과 과학성적 간의 상관성 연구에서 시각적 학습자가 ‘지구와 달의 운동’ 개념에서 높은 성취를 보인다는 연구결과가 보고되어 있다.²⁷ 또한, Kolb 등은 학습양식과 학업성취도의 상관성 연구에서 학습양식이 학업성취의 중요한 변인임을 밝혔다.¹⁷

학생들의 학습양식은 학자들에 따라서 인지적,¹⁷⁻¹⁸ 정의적¹⁹⁻²⁰ 및 심동적¹⁸⁻²¹ 관점에서 다양하게 분류하고 있다. 그러나 과학관련 교과에서는 Kolb의 LSI(learning style inventory),¹⁷와 Felder의 LSM(learning style model)¹⁸에 의한 인지적 학습양식을 많이 이용하고 있다.

Carthey는 대학생들을 대상으로 Kolb 학습양식과 학업성취도의 상관 연구에서 수험자가 다른 유형의 학습자들보다 모든 과목에서 높은 학업성취도를 나타낸 반면, 분산자는 모든 과목에서 낮은 학업성취도를 나타내는 결과를 보여주었다.³² Matthews는 고등학교 학생들이 학습양식에 따라 자신의 학업 성취 수준을 다르게 지각함을 발견하였는데, 수험자는 적응자, 융합자, 분산자보다 자신의 학업성취를 높게 평가하는 반면, 분산자는 다른 학습 양식에 비해 자신의 학업성취를 낮게 평가하는 경향이 있다.³³ 또한, 학습양식과 시험문제의 형식과의 관계를 알아본 Holly와 Jenkins의 연구는 학생들이 시험형식에 따라 학습양식을 다르게 사용한다고 주장하였다.³⁴

최근 우리나라에서도 인지심리학에 근거한 구성주의 교육사조의 영향으로, 학습자의 개인차에 대한 관심이 높아지면서, 학습양식과 학업성취도에 관한 연구가 점차 활발하게 진행되고 있다. 그러나 실험실습이 강조되는 과학교과에서 교수-학습에 대한 연구들은 주로 학생들의 과학적 개념형성과 변화, 학습자의 개인차 요인인 선행개념과 정의적 학습양식에 대한 연구가 주로 이루어지고 있다. 학생들의 지적 능력과 함께 학습양식의 차이가 학업성취도에 많은 영향을 주는데, 그에 대한 연구는 아주 부족한 실정이다. 따라서 효과적인 과학교수-학습을 위해서 학생들의 학습양식을 파악하여 학업성취도와와의 상관성을 보다 체계적으로 분석하고, 학생 개개인에게 적합한

학습지도 방향을 모색할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 10학년 여학생들을 대상으로 학생들의 인지적 학습양식 분포를 조사하여 학습에 접근하는 학습 선호유형 및 학습양식에 따라 화학 성취도에 차이를 나타내는가를 알아보고자 하였다. 또한, 단원내용과 문제유형별 화학성취도는 학습양식에 따라서 어떤 차이를 나타내는가를 분석하고자 하였다.

연구방법

연구 대상. 이 연구는 고등학생들이 국민공통기본 교육과정 이수 후, 인문, 자연계열의 선택중심 교육과정을 이수하게 되면서 나타나게 되는 변화를 알아보기 위한 기초연구로서, 국민공통기본 교육과정에 해당하는 10학년 학생들을 대상으로 하였다. 연구대상 학생들은 경남의 M시에 소재한 MN여고 1학년 10개 학급 가운데 과학 성적이 유사한 4개 학급 128명 중에서 설문에 불성실하게 응답한 학생들을 제외한 96명을 대상으로 하였다.

학습양식 검사. 본 연구에서 사용한 인지적 학습양식의 검사는 12개 문항으로 구성된 Kolb의 ‘학습양식 진단 검사지’(learning style inventory: LSI-II)^{17c}를 우리말로 번안하여 사용하였다. 학생들의 인지적 학습양식을 측정하는 LSI 검사 도구는 학습양식의 기본 척도인 구체적 경험(CE), 추상적 개념화(AC), 반성적 관찰(RO), 능동적 실험(AE)에 대한 내용이 순서 없이 진술되어 있다. 학습자들의 학습과정에서 나타나는 이 특징들 중, 구체적 경험(CE)과 추상적 개념화(AC)는 정보인식단계에서, 반성적 관찰(RO) 및 능동적 실험(AE)은 정보를 처리하는 단계에서 나타나는 특성이다. 학습양식의 검사는 학생들이 자신을 가장 잘 묘사하는 것에 4부터 1까지 순위를 매기도록 하였다. 본 연구에서 사용한 검사지의 각 항목에 대한 Cronbach α 값은 Table 1과 같다.

학습 선호유형 및 학습양식의 분류. 본 연구에서는 Kolb의 LSI-II 검사 결과로부터 학생들의 개인적 특성을 학습 선호유형(learning preference types)과 학습양식(learning style)으로 분류하였다. 여기서 학습 선호유형은 정보인식과 정보처리의 각 학습단계에서 나타나는 학습자의 개인적 특성으로 정의하였으며, 학습양식은 단계별 학습 선호유형을 조합하여 나타

Table 1. Reliability score of Kolb's Learning Style Inventory

	Cronbach α
Concrete experience(CE)	.62
Reflective observation(RO)	.58
Abstract conceptualism(AC)	.85
Active experimentation(AE)	.77

나는 학습자의 특성으로 정의하였다.

학습 선호유형은 정보인식 단계에서 AC-CE 점수의 평균값인 -2.74를 기준으로 AC-CE 값이 66.7%인 +1이상 이면 AC 선호유형으로, 33.3%인 -9이하이면 CE 선호유형, 그 사이 값을 가지면 중간적(balancing) 학습자로 분류하였다. 정보처리 단계에서 학습 선호유형의 분류는 AE-RO 점수의 평균값인 4.40을 기준으로 하여 AE-RO 점수가 8.70이상이면 AE 학습자로, 0이하이면 RO 학습자, 그 사이 값을 가지면 중간적 학습자로 분류하였다.

Kolb의 학습양식은 적응자, 분산자, 융합자 및 수렴자 등의 네 가지 유형으로 분류하고 있으나,¹⁷ 이 연구에서는 학생들의 학습양식을 보다 자세하게 분석하기 위해서 Kolb의 LSI에 근거한 Demirbas의 분류방식인 9가지 학습양식으로 구분하였다(Fig. 1).^{35,36} Fig. 1의 9가지 학습양식 틀에서 가장 중앙지역은 균형자(balanced learner, balancing)로 분류하였다. 분산자는 CE로 정보를 인식하여 RO로 정보를 처리하는 학습자이다. 융합자는 AC와 RO, 수렴자는 AC와 AE,

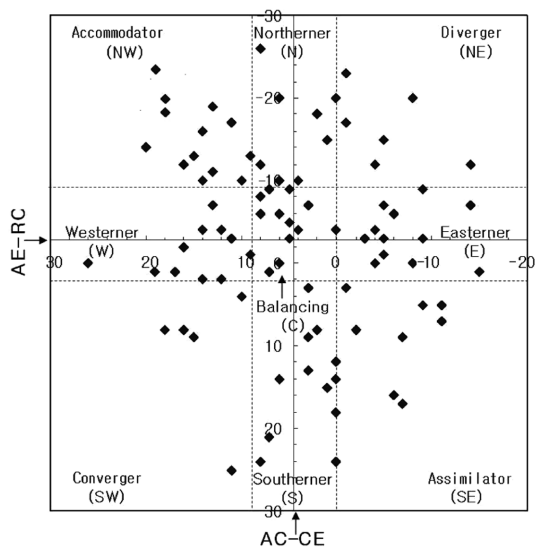


Fig. 1. Scattering plot of nine-region learning style.

적응자는 CE와 AE의 특성을 가진다. 북위자(northerner)는 CE로 정보를 인식하지만, 정보처리에서 중간적인 유형이다. 동위자(easterner)는 RO의 특성을 가지지만 정보인식에서 중간적이며, 남위자(southerner)는 AC로 정보를 인식하지만 정보처리에서 중간적인 학습자이다. 서위자(westerne)는 중간적으로 정보를 인식하지만 AE로 정보를 처리하는 특성을 가진 학습자이다.

학업성취도. 학업 성취도는 2006학년도 11월에 실시한 전국 연합학력고사 성적 중에서 화학탐구영역(10개 문항, 25점 만점)의 점수를 활용하였다. 연구대상인 M 여고 96명의 화학영역의 평균은 17.78이고 표준편차는 5.33이었다. 과학탐구영역의 전국 평균은 44.18, 표준편차는 21.79 이었으나, 연구대상 학생들의 과학 평균은 54.65, 표준편차는 16.74 이었다.

평가문항 분석. 본 연구에서 사용한 전국연합학력고사에서 화학영역은 ‘전해질과 이온’ 단원이 3문항, ‘산-염기’ 단원이 4문항, 그리고 ‘반응속도’ 단원이 3문항으로 모두 10개 문항으로 구성되어 있다. 평가문항의 분석은 Anderson의 분류 틀을 이용하여 지식과 인지과정 차원으로 분류하여 분석하였다.³⁷ 지식 차원은 사실적 지식, 개념적 지식, 절차적 지식, 메타인지 지식으로, 인지과정 차원은 기억, 이해, 적용, 분석, 평가, 창안으로 분류하였다.

자료의 통계분석. 본 자료의 통계처리는 SPSS WIN 12.0 프로그램을 사용하였다. 학습자 특성으로서의 학습양식, 학업성취도의 전반적인 경향을 알아보기 위하여 기술 통계치를 검토하였고, 요소들 간의 상관을 알아보기 위하여 pearson 상관계수를 산출하였다. 또한 학습자의 특성에 따른 학업성취도의 차이는 일원배치 분산분석(ANOVA) 및 미 모수 분산분석으로 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였다.

결과 및 논의

인지적 학습 선호유형의 분포와 화학 성취도와와의 상관성

학습에서 학생들이 나타내는 특징은 외부정보의 인식단계에서 시각적/언어적 또는 구체적 경험/추상적 개념화 등의 선호도가 다르게 나타난다. 뿐만 아니라 정보를 처리하는 과정에서 어떤 학생은 다양하게 숙고하는 형인 반면, 어떤 학생들은 생각보다 실행이 앞서는 학생을 종종 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 먼저 학생들의 정보인식과 처리단계에서 개인적 선호유형의 차이가 화학 성취도에 미치는 영향을 조사하였다. 정보인식과 정보처리 단계에서 학습 선호유형 요소의 평균값, 표준편차 및 각 척도에 대한 백분위 33.3%와 66.7%의 점수 및 이들 요소와 화학성취도의 상관분석 결과는 Table 2에 나타내었다.

Table 2에서 정보지각 단계의 학습 선호를 의미하는 AC-CE 평균값은 -2.74이고, 정보처리 단계의 AE-RO 평균값은 4.40으로 나타났다. 이결과로부터 연구대상 학생들은 정보지각에서 구체적 경험에 의한 학습을 더 선호하며, 정보처리에서 반성보다 실행을 선호하는 학생들이 많음을 알 수 있다. 또한, 각 학습 선호 유형과 화학 성취도의 상관을 살펴보면, 화학 성취도는 $p < .01$ 수준에서 AC와 AC-CE와 각각 .396과 .345의 비교적 높은 정적 상관을, RO와 $p < .05$ 수준에서 -.256의 부적 상관을 보였다. 이처럼 화학 성취도는 정보 지각 단계의 학습 요소와 유의한 상관을 보이지만, 정보처리 단계의 학습 요소와는 유의한 상관을 보이지 않는 것으로 나타났다.

Demirbas의 분류방식³⁶에 따라 세 그룹으로 분류한 학습 선호유형에 따른 화학성취도의 차이는 ANOVA와 Tukey 사후검정을 실시하여 분석하였다. 그 결과

Table 2. Learning style inventory score and correlations with chemistry achievement

	Information perceive		AC-CE	Information process		AE-RO
	CE	AC		RO	AE	
Mean	28.84	26.10	-2.74	30.33	34.73	4.40
S.D	5.62	8.24	11.83	4.97	6.72	8.99
range	15~41	13~45	-26~25	17~44	18~46	-15~26
33.3%	26.00	21.00	-9.00	28.00	32.00	0.00
66.7%	31.00	28.00	1.00	32.00	38.00	8.70
Chemistry(25) M 17.77, SD 5.13	-.145	.396**	.345**	-.256*	-.176	.010

** $p < .01$ * $p < .05$

는 Table 3과 Table 4에 각각 나타내었다.

Table 3에서 학습 선호유형에 따른 화학 성취도 차이를 살펴보면, 정보인식 단계의 선호유형 간에는 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. Tukey 사후 검정에서도 $p < .05$ 수준에서 AC 학습자는 CE 및 중간적 학습자와 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 집단별 평균차이는 Kruskal-Wallis 검정에서 카이제곱(χ^2)은 8.954, 자유도(df) 2에서 $p < .01$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 4). 정보지각 단계의 학습 선호유형에 따른 화학의 평균점수는 AC 학습자가 가장 높았고, 다음으로 Bal, CE 순이었다. 이 결과는 화학학습에서 추상적 개념화를 선호하는 학습자가 성취도가 높음을 의미하며, 정보지각단계의 학습 선호유형이 화학성취도의 요인 분석에서 중요한 예언 인자임을 확인하였다. 그러나 정보처리단계의 학습 선호유형에 따른

화학성취도는 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다.

본 연구에서 사용한 연합고사의 평가문항을 Anderson의 분류 틀³⁷에 의해서 분석한 결과, 지식 차원은 주로 사실적 지식과 개념적 지식을 다루었으며, 인지과정 차원은 기억, 이해 및 적용을 다루고 있었다. 따라서 이러한 평가문제는 과학지식을 습득하는 과정에서 경험과 느낌으로 받아들이는 학생보다 객관적이고 논리적으로 개념화하거나 이론화하는 능력을 가진 학생이 더 유리할 것으로 예상된다. 그러므로 이러한 특징을 공통적으로 가지고 있는 AC 점수가 높은 학생들이 화학성취도가 더 높게 나타난 것이라 생각된다. 이 결과는 AC가 높은 학생일수록 수학, 화학 및 화학실험에서 높은 성취도를 보인다는 Kolb 등의 연구와 같은 경향성을 보였다.^{17,29}

Table 3. One-way ANOVA of learning preference types and chemistry achievement

Learning preference types		N(%)	Chemistry achievement				df	F	p
			Mean	SD	Min	Max			
Information perceive	CE	31(32)	16.42	4.89	5	23	93	4.560	.013
	Bal	35(37)	17.06	5.01	5	25			
	AC	30(31)	20.00	4.95	10	25			
	Total	96(100)	17.77	5.13	5	25			
Information process	AE	32(33)	18.41	4.09	5	25	93	0.938	.395
	Bal	35(37)	16.83	5.60	5	25			
	RO	29(30)	18.21	5.58	5	25			
	Total	96(100)	17.77	5.13	5	25			

Table 4. Multiple comparisons of tukey HSD results

Learning preference		M.D	S. Error	p	95% Conf. Interval		
(A)	(B)	(A-B)			L. Bound	U. Bound	
Information Perceive	CE	Bal	-0.638	1.221	.861	-3.546	2.270
		AC*	-3.581	1.268	.016	-6.601	-0.561
	Bal	CE	0.638	1.221	.861	-2.270	3.546
		AC*	-2.943	1.232	.049	-5.877	-0.009
	AC	CE*	3.581	1.268	.016	0.561	6.601
		Bal*	2.943	1.232	.049	0.009	5.877
Information Process	RO	Bal	1.378	1.290	.536	-1.694	4.450
		AE	-0.199	1.317	.987	-3.336	2.937
	Bal	RO	-1.378	1.290	.536	-4.450	1.694
		AE	-1.578	1.256	.424	-4.570	1.414
	AE	RO	0.199	1.317	.987	-2.937	3.336
		Bal	1.578	1.256	.424	-1.414	4.570

*The mean difference is significant at the .05 level.

학습양식과 화학 성취도의 상관관계

학생들의 학습과정은 사물 또는 사건으로부터 정보를 지각하고, 지각된 정보를 처리하는 과정이 연속적으로 일어나므로, 각 단계에서 학습 선호유형의 조합으로부터 정의한 학습양식이 중요한 개인차 인자가 될 수 있다. 연구대상 학생들의 학습양식 분포는 정보인식과 정보처리 단계를 두 축으로 하여 Fig. 1에 나타내었다. 또한, 9가지 학습양식이 학업성취도에 미치는 영향은 ANOVA 및 Kruskal-Wallis 검정을 실시하여 분석한 결과는 Table 5에 나타내었다.

연구대상 학생들의 9가지 학습양식 분포는 Fig. 1과 Table 5에 나타난 바와 같이 적응자가 가장 많았으며, 다음으로 남위자, 균형자 및 동위자 순이었다. 그 밖의 5 가지 학습양식 소유자는 8.3~9.4%로 비슷한 분포양상을 보였다. 또한, 9가지 인지적 학습양식과 화학성취도의 Kruskal-Wallis 검정에서 카이제곱(χ^2)값은 15.326, 자유도(df)가 8로써 $p < .05$ 범위에서 집단 간의 화학 평균값이 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 따라서 본 연구대상 학생들의 각 학습양식 중에서 높은 화학성취도를 보인 학습양식은 융합자(83.5%), 남위자(79.7%) 및 수렴자(77.0%)이었다. 반면에 북위자(52.5%)는 가장 낮은 성취도를 보였음을 확인하였다.

학습양식에 따른 학업성취도가 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 볼 때, 화학 성취수준에 따른 학습양식의 특성은 더욱 뚜렷한 차이를 나타낼 것으로 기대된다. 따라서 화학 성취수준을 상(85.0%), 중(84.0-65.0%) 및 하(65.0% 미만)의 3개 성취집단으로 구분하여, 각 집단별 학습양식의 분포비율을 알아보았다. 동일 성취수준에서 학습양식별 학생들의 분포 비율(%)은 Fig. 2에 나타내었다.

Fig. 2에서 알 수 있듯이, 성취 수준에 따라서 빈도

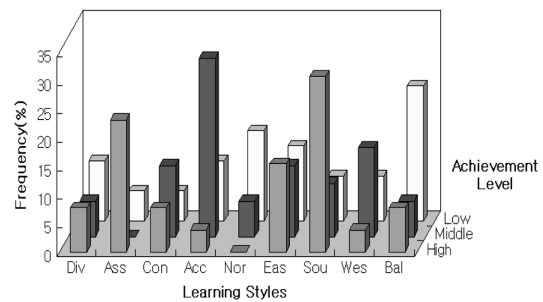


Fig. 2. Frequency distributions for students' learning styles in same academic levels.

수가 높은 2가지 학습양식을 살펴보면, 상위집단에서는 남위자(31.7%)와 융합자(23.1%)이었다. 중간집단에서는 적응자(27.6%)와 서위자(17.2%)이며, 65% 이하의 하위성취를 보인 집단에서는 균형자(22.0%), 북위자(14.6%)와 적응자(14.6%)이었다.

9가지 학습양식 중에서 화학 평균성적이 높은 두 집단은 추상적 개념화로 정보를 지각하고 반성적 고찰로 정보를 처리하는 융합자(20.9점)와 추상적 개념화로 정보를 지각하고 능동적 실험과 반성적 고찰의 균형적으로 정보를 처리하는 남위자(19.9점)이었다. 반면에 성취도가 가장 낮은 집단은 구체적 경험으로 정보를 인식하는 경향이 뚜렷하지만, 정보처리에서 뚜렷한 양상을 나타내지 않은 북위자가 상위집단에 비해 평균 7.7점(약 30.0%)정도 낮았다. 이것은 북위자가 사고활동을 통해서 개념화하거나 능동적인 경험으로 의미를 만드는 일이 서툴러서, 학습과정에서 능동적인 경험이나 사고적인 학습활동을 싫어하고 단지 주어진 정보를 구체적인 경험을 통해서 학습하기 때문인 것으로 판단된다.

Fig. 1에서 중앙에 위치하는 균형자는 능동적 실험,

Table 5. Nonparametric analysis of chemistry achievement and learning styles

	N(%)	Mean	SD	Min	Max	df	F	p
Div.	8(8.3)	17.13	4.22	12	23	87	2.062	.048
Ass.	8(8.3)	20.88	5.62	11	25			
Con.	8(8.3)	19.25	3.96	15	25			
Acc.	15(15.6)	17.80	4.46	5	23			
Nor.	8(8.3)	13.13	5.28	5	21			
Eas.	13(13.5)	17.23	6.60	5	23			
Sou.	14(14.6)	19.93	5.33	10	25			
Wes.	9(9.4)	18.67	3.84	12	25			
Bal.	13(13.5)	15.77	4.49	10	25			
Total	96(100)	17.77	5.13	5	25	95		

구체적 경험, 반성적 고찰 그리고 추상적 개념화의 특성을 균형 있게 가지고 있는 집단과 특정한 학습 양식을 가지지 않는 집단으로 나눌 수 있다. 이 때 4 가지 선호유형의 특성을 고르게 가지고 있으면 학습자는 학습상황에서 다양한 관점으로 정보를 인식하고 처리할 수 있어 학업성취도 또한 높을 것으로 예상할 수 있다. 그러나 본 연구에서 9개 유형의 학습 양식 중에서 화학성취도의 하위그룹에 속하는 균형자는 4가지 특성을 고르게 갖춘 학생이 소수이고 대부분 별다른 특성을 가지지 못한 그룹으로 판단된다.

화학 내용영역과 문제유형별 학습양식에 따른 화학 성취도

10학년 과학의 화학영역은 ‘전해질과 이온’, ‘산과 염기’ 및 ‘반응속도’ 단원으로 구성되어 있다. 세 단원에서 출제된 10개 문항을 내용영역별로 분류한 후, 각 문항에 대한 정답률을 9개의 학습양식별로 분류

하여 Table 6에 나타내었다. 또한, 3가지 단원에 따른 9가지 학습양식별 화학 정답률의 분포는 Fig. 3에, 비모수 분산분석의 결과는 Table 7에 나타내었다.

Table 6에서 알 수 있듯이, 본 연구대상 학생들의 평균 정답률은 69.8%로 모든 문항에서 전국 평균 47.3% 보다 높게 나타났다. 학습양식에 따른 평균 정답률을 단위 별로 살펴보면, ‘전해질과 이온’ 단원은 다른 단원에 비해 높은 82.6%이었으나, 복위자와 분산자는 낮은 정답률을 보였다. ‘산과 염기’ 단원은 63.5%로 낮았으나, 융합자(78.1%), 남위자(75.0%) 및 수렴자(71.9%)는 높은 정답률을 보였다. 또한 ‘반응속도’ 단원은 평균 정답률이 비교적 낮은 65.3%이었으나, 융합자(83.3%), 수렴자(75.0%) 및 남위자(73.8%) 등은 높았고, 균형자(56.4%)와 복위자(45.8%)는 낮은 정답률을 보였다. 이처럼 단원에 따른 학습양식별 성취도는 평균값에서 차이를 보였으나, 평균 정답률의 경향성은 동일한 양상을 보이는 확인할 수 있었다(Fig. 3).

Table 6. Achievement mean score for students' learning style in the chemistry contents and question types

		Learning Styles									Total (n=96)	NT
		Div. (8)	Ass. (8)	Con. (8)	Acc. (15)	Nor. (8)	Eas. (13)	Sou. (14)	Wes. (9)	Bal (13)		
C1	Q1	100	100	100	93.3	75.0	84.6	92.9	88.9	92.3	91.7	65.0
	Q2	75.0	87.5	62.5	66.7	50.0	61.5	78.6	77.8	76.9	70.8	42.0
	Q4	50.0	87.5	100.0	93.3	75.0	84.6	92.9	88.9	84.6	85.4	56.0
	Ave.	75.0	91.7	87.5	84.4	66.7	76.9	88.1	85.2	84.6	82.6	54.3
C2	Q5	75.0	100.0	100.0	73.3	62.5	61.5	85.7	88.9	61.5	77.1	51.0
	Q6	87.5	75.0	75.0	80.0	62.5	84.6	85.7	88.9	61.5	78.1	55.0
	Q7	62.5	62.5	75.0	60.0	50.0	76.9	71.4	55.6	53.8	63.5	37.0
	Q8	25.0	75.0	37.5	33.3	0.0	30.8	57.1	44.4	15.4	35.4	29.0
	Ave.	62.5	78.1	71.9	61.6	43.7	63.4	75.0	69.5	48.1	63.5	43.0
C3	Q3	50.0	87.5	87.5	40.0	37.5	30.8	57.1	22.2	46.2	49.0	36.0
	Q9	75.0	75.0	87.5	80.0	50.0	84.6	85.7	88.9	69.2	78.1	53.0
	Q10	75.0	87.5	50.0	73.3	50.0	69.2	78.6	77.8	53.8	68.8	49.0
	Ave.	66.7	83.3	75.0	64.4	45.8	61.5	73.8	63.0	56.4	65.3	46.0
T. Ave.		67.5	83.7	77.5	69.3	51.3	66.9	78.6	72.2	61.5	69.8	47.3

*C1: Electrolyte and Ion, C2: Acid and Base, C3: Reaction rate, Ave.: Average, NT: average performance score of all national student (n=494,763).

Table 7. Nonparametric test of nine-region LS and chemistry contents

		Descriptive Statistics				Test Statistics(a,b)		
	N	Mean	SD	Min	Max	χ^2	df	p
C1	96	2.17	0.70	0	2.67	8.93	8	.348
C2	96	1.47	0.59	0	2.25	13.77	8	.088
C3	96	1.80	0.81	0	2.67	8.85	8	.355

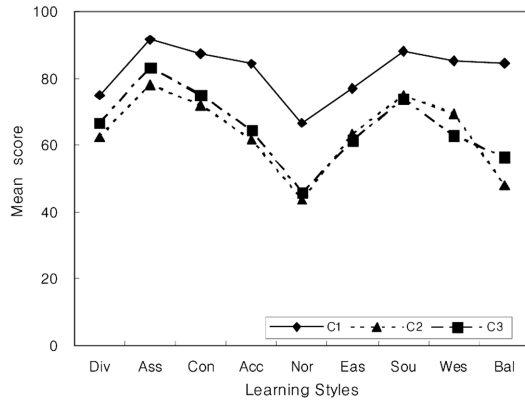


Fig. 3. Comparison of achievement mean score results for students' learning styles in three contents.

단원별 학습양식에 따른 학업성취도의 비모수 분산분석 결과는 Table 7에서 알 수 있듯이, ‘산-염기’ 단원은 $p < 0.1$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으나, 다른 두 단원은 학습양식에 따라서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 이유는 같은 개념에 대한 평가 문항이라도 문항이 요구되는 인지수준 또는 표상유형에 따라서 서로 다른 정답률을 보이는 것으로 생각된다.

단원 내에서 각 문항의 정답률과 학습양식의 상관성을 알아보기 위해서 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였다. 그 분석 결과는 Table 8에 나타내었다.

Table 8에서 알 수 있듯이, Q8($\chi^2 = 15.738$)과 Q3($\chi^2 = 14.971$)은 각각 $p = .05$ 수준에서 유의한 정답률 차이를 볼 수 있었다. 그러나 나머지 문항들의 정답률은 학습양식에 따라서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그 중에서 Q7이 다른 문항에 비해서 낮은 차이를 보였다. 각 단원에서 낮은 정답률을 보인 4개 문항(Q2, Q3, Q7, Q8)을 선정하여, 학습양식에 따른 각 문항의 정답률의 특징을 살펴보았다. 그 결과는 Fig. 4에 나타내었다.

‘전해질과 이온’ 단원의 Q2는 ‘전해질과 이온’의 평균 분포(Fig. 3)에 비해서 융합자와 수렴자의 평균

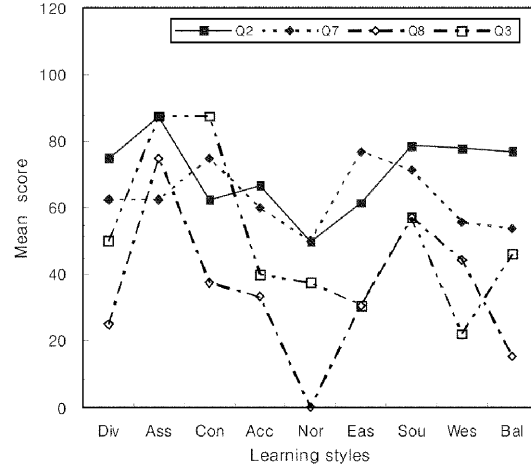


Fig. 4. Comparison of achievement mean score results for students' learning styles in four questions.

정답률에서 차이를 보였다.

Q2는 용액에서 이온의 반응에 대한 예로써 CaCO_3 의 양금 생성반응을 단계적으로 도식화하여, ‘ CaCO_3 은 흰색양금’이라는 사실적 지식과, 침전반응에서 ‘알짜반응’에 대한 개념적 지식의 이해를 묻는 문항이다. 문제해결에서 핵심은 도식적으로 표상화한 실험과정으로부터 반응물을 찾는 과정이다. 이 문항의 평균 정답률은 70.8%로 전국 평균(42.0%)에 비해 높았으나, ‘전해질과 이온’ 단원에서 가장 낮았다. 특히, 수렴자는 다른 문항에서 100% 정답률을 보였지만, 이 문항에서 62.5%의 낮은 정답률을 보였다. 또한, 분산자의 정답률이 적응자보다 높고, 융합자가 수렴자보다 높은 정답률을 보인 것으로 보아, 이 문항을 해결하는데 반성적 사고가 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

‘산-염기’ 단원의 Q7은 Q2와 마찬가지로 학습양식에 따른 정답률이 통계적으로 유의미하지 않았지만, 다른 문항에 비해 융합자가 평균 정답률보다 낮은 점이 특징적이다. 따라서 문항의 특징을 분석하여 그 요인을 살펴보았다(Fig. 5).

Table 8. Kruskal wallis test of chemistry achievement scores and learning styles^a in question types

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
χ^2	6.1	4.6	15.0	11.5	10.6	5.1	3.3	15.7	6.2	6.5
df	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
p	.641	.803	.050	.175	.225	.745	.914	.046	.628	.595

a : Grouping Variable is nine-region learning styles

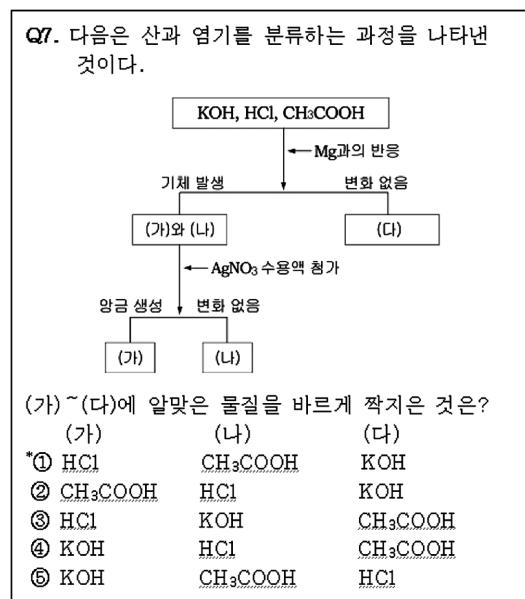


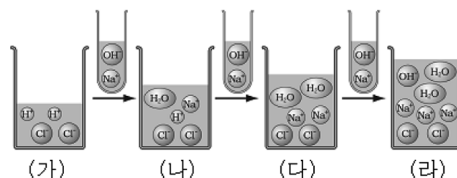
Fig. 5. The example item for examining students' classification of acid and base concept. *correct answer.

Q7은 산과 염기의 금속과 반응 및 양금생성에 대한 사실적 지식으로부터 산-염기의 분류에 대한 개념을 묻는 문항이다. 산-염기의 분류과정을 지문에서 도식적으로 나타냈기 때문에 실험과정에 대한 절차적 지식이 요구되지 않는다. 따라서 문제해결에서 파지한 지식을 흐름도에 따라서 적용하는 능력을 가진 학습자들이 쉽게 해결할 수 있다. 이 문항의 정답률은 동위자(76.9%), 수렴자(75.0%) 및 남위자(71.4%)는 비교적 높았으나, 나머지 집단들은 거의 50.0~60.0%로 낮았다. 이러한 결과는 이 문항이 패턴재인에 있어서 감각정보를 사용하지 않고 일반적 지식뿐만 아니라 패턴이 있는 맥락을 선호하는 하향적(top-down processing) 학습자가 더 유리한 때문인 것으로 생각된다.

Q8은 모든 문항 중에서 가장 평균 정답률(35.4%)을 보였으며, 정보처리 단계에서 반성적 관찰과 능동적 실험을 선호하는 학습자와 학업성취도 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

Q8은 Fig. 6과 같이 '산-염기의 반응'에서 중화반응을 이온모형의 도식적 표상으로 나타내어, 중화반응에 대한 기본 개념을 묻는 문항이다. 문제해결에서 요구되는 능력은 지시약의 변색, 중화반응 및 pH에 대한 개념적 지식과 제시된 도식적 표상으로부터

Q8. 그림은 일정량의 염산에 같은 농도의 수산화나트륨 수용액을 조금씩 가할 때 일어나는 변화를 나타낸 모형이다.



(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것을 [보기]에서 모두 고르면?

[보기]

- ㄱ. (가)에 페놀프탈레인 용액을 넣으면 붉게 변한다.
 ㄴ. (나)와 (다)를 혼합하면 산성용액이 된다.
 ㄷ. (가)에서 (라)로 갈수록 pH는 감소한다.

① ㄱ *② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

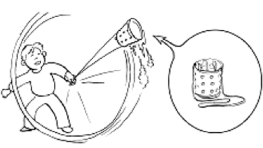
Fig. 6. The example item for examining students' reaction of acid and base concept. *correct answer.

중화점을 찾고, 관찰한 사실들을 통합하는 능력이다.

학습양식에 따른 Q8의 응답결과는 Kruskal-Wallis 검정에서 카이제곱(χ^2)이 15.738로 $p < .05$ 수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 이 문항의 정답률은 정보처리에서 반성적 관찰을 선호하는 융합자가 75.0%로 가장 높았으며, 정보처리에서 균형적인 남위자는 57.1%이었다. 그 밖의 모든 학습양식 소유자는 50.0% 미만의 낮은 정답률을 보였다. 이 문항에서 학습양식에 따른 특징은 '산-염기' 단원의 다른 문항에서 비교적 높은 정답률을 보인 수렴자(37.5%)와 북위자(0.00%)에서 찾을 수 있다. 융합자는 여러 가지 관찰들을 통합하여 설명하는 과정에서 뛰어난 능력을 발휘하는 귀납적 추리에 익숙한 학습유형의 특징을 가졌다면, 가설을 세우고 연역적으로 추론하며 과제에 대해 체계적으로 접근하는 특징을 갖지만, 성급한 의사결정으로 문제를 잘못 해결하는 특징을 가진 수렴자의 특징이 응답결과에서 잘 들어나고 있다. 이 문항의 결과는 학습자의 학습유형과 문제의 유형에 따라 문제해결력에 차이가 있다는 연구와 맥락을 같이 한다.¹¹⁾

'반응속도' 단원의 Q3은 단원 내에서 가장 낮은 평

Q3. 나뭇가지를 강통에 넣고 불을 붙여 빙빙 돌리면 불꽃이 원을 그리며 밤하늘을 아름답게 수놓는다. 이 때 불꽃이 약해지면 강통을 세게 돌려 다시 타오르게 한다.



밑줄 친 부분과 같은 원리로 반응 속도를 조절하는 예로 가장 가까운 것은?

- ① 식체를 만들 때 엿기름을 넣는다.
- ② 압력솥을 이용하면 밥이 빨리 된다.
- ③ 시장에서 생선을 보관할 때 얼음을 채운다.
- *④ 호흡이 곤란한 환자에게 산소마스크를 씌운다.
- ⑤ 수소와 산소의 혼합 기체에 백금 가루를 넣어 주면 폭발적으로 반응한다.

Fig. 7. The example item for examining students' reaction rate concept. *correct answer.

균 정답률(49.0%)을 보였다. Q3의 특징을 분석하였다(Fig. 7).

Q3은 나무의 연소반응에서 반응속도가 반응물(O_2)의 농도가 증가할수록 연소반응이 빠르게 일어나는 상황을 제시하여, '반응속도에 미치는 영향(농도, 온도, 압력 및 촉매 등)'에 대한 개념적 지식과 자연현상에 개념을 적용하는 능력을 묻는 문항이다. 이 문항을 해결하기 위해서는 '불꽃이 약해지면 강통을 세게 돌려 다시 타오르는 사실'의 연소반응에서 반응속도에 미치는 농도의 영향을 이해하고, 그 밖의 온도, 압력 및 촉매의 영향을 주변 현상에 연관을 시켜야 해결이 가능한 문제이다.

학습양식에 따른 Q3의 응답결과는 $p < .05$ 수준에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 그리고 평균 정답률은 아주 낮았지만, 추상적 개념화로 정보를 인식하는 융합자와 수렴자의 정답률이 87.5%로 매우 높았다. 반면에 구체적 경험으로 정보를 지각하는 학습양식(적응자, 분산자, 복위자)의 정답률은 매우 낮았다. 이들 중에서 적응자는 이 단원의 다른 문항에서 비교적 높은 정답률을 보였으나, 적응자 중에서 심층적인 학습자일수록 오답으로 응답하는 특이한 현상을 볼 수 있었다.³⁸ Q3과 같이 개념의 적용이 요구되는 문항은 어떤 현상이나 사실과 관련된 해석이나 이론에 관심을 갖는 추상적 학습자에게 유리하게

작용할 것으로 생각된다.

이와 같이 학습양식에 따른 학업성취도의 차이 분석에서 대체로 사고에 의한 추상적 개념화의 학습 선호도를 보이는 학습자 집단(융합자, 수렴자, 남위자)이 직접적인 경험에 의한 학습을 선호하는 구체적 경험 학습자 집단(적응자, 분산자, 복위자)보다 화학성취도가 높은 것은 문제가 한 가지 정답만을 요구하는 객관식과 같은 구조화된 문제일수록 교과중심의 논리적이고 체계적인 접근을 선호하는 추상적 개념화가 높은 학습자가 문제해결에 유리하게 작용한 것으로 판단된다.

이상의 결과로 종합해 보면, 문항의 특성과 문항의 내용영역을 모두 고려하더라도 정보지각단계에서 학습자의 개인차가 정보처리 단계에서 차이보다 화학성취도에 더 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한, 사실적 지식을 요구하는 문항은 구체적 경험을 선호하는 학습자가, 개념적 지식을 요구하는 문항은 추상적 개념화를 선호하는 학습자가 높은 성취도를 보이는 것을 확인하였다. 그리고 같은 학습양식의 소유자가 문제유형에 따라서 큰 편차의 정답률을 보이는 것은 학생들의 개념표상 유형이 개인차와 많은 관련이 있음을 의미하기 때문에, 문항의 출제에서도 학생들의 개념의 표상유형을 깊이 고려해야 할 것으로 판단된다.

결론 및 제언

10학년 여학생을 대상으로 인지적 측면에서 학생들의 개인차인 학습 선호유형 및 학습양식의 분포를 조사하여, 이들 개인차 요소와 화학성취도의 상관성에 대한 연구로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 인지적 학습양식의 분포비율은 적응자와 균형자가 가장 높았으며, 다음으로 남위자, 동위자 순이었다. 나머지 학습양식은 비슷한 빈도를 나타내었다.

둘째, 정보지각 단계의 학습 선호유형이 화학 성취도와 높은 상관성을 보였다. 정보지각단계에서 추상적 개념화를 선호하는 학습자가 구체적 경험을 선호하는 학습자보다 높은 화학 성취도를 보였다. 그러나 정보처리단계의 학습 선호유형은 화학성취도와 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

셋째, 학습양식과 화학 성취도는 추상적 개념화를 선호하는 융합자와 수렴자의 성취도가 가장 높았다.

구체적 경험으로부터 정보를 지각하고 균형적으로 정보를 처리하는 복위지는 가장 낮은 성취도를 보였다. 이러한 연구 결과는 화학성취도가 학습양식에 크게 의존하는 것을 의미하므로, 화학 교수-학습 현장에서 학습자의 개인차를 고려하는 일이 매우 필요하고 의미 있는 일임을 시사한다. 화학수업에서 학생들의 개인적 학습 선호유형과 이에 따른 학습양식의 차이를 고려하여 다양한 학습 자료를 준비, 제시하여 수업을 진행하였을 때, 더욱 활발한 교사-학습자 간 상호작용을 통하여 보다 높은 학업성취를 기대할 수 있을 것이라 생각한다.

넷째, 학습양식별 화학성취도에서 화학내용이 미치는 영향은 '산-염기의 반응' 단원이 $p < .1$ 이내에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었으나, 다른 단원은 차이를 나타내지 않았다. 화학내용이 학습양식별 성취도에 유의한 차이를 보이지 않는 것은 연합고사 문제가 학생들의 절차적 지식을 다루지 않고, 객관적 사실이나 개념적 지식을 묻는 문항이기 때문으로 생각된다.

다섯째, 문제 유형이 학습양식에 따른 성취도에 미치는 영향은 Q3와 Q8이 학습양식에 따라서 $p < .05$ 수준에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 구체적인 실험적 상황을 도식화하여 제시한 문항은 적응자가 높은 정답률을 보인 반면, 개념의 이해와 연역적 사고가 요구되는 문항은 추상적이고 사고적인 융합자가 높은 정답률을 보였다.

학생들의 학습 선호유형과 그에 따른 학습양식이 화학의 성취도에서 영향을 미치는 연구결과로부터 다음과 같이 제언을 한다. 첫째, 화학 수업전략의 수립에서, 교사는 학습자의 다양한 학습 선호유형 및 학습양식을 인식하고, 학습내용과 학습양식의 차이를 고려하여 그들과 일치하는 수업전략을 수립할 필요가 있을 것이다. 또한, 화학수업에서 여러 가지 수업모형의 효과에 대한 연구에서도 학습양식에 따른 학습자의 특성을 고려할 필요가 있을 것이다. 둘째, 학습자 중심의 수업은 교수자-학습자 간의 상호작용이 중요하므로, 학습자의 개인적 특성인 학습양식을 고려한 다양한 교수방법을 적용하려는 교사의 적극적인 노력이 요구된다. 즉, 학생들의 학습양식과 교사의 교수양식이 일치할 때 효과적인 수업목표 달성이 가능하므로 자신의 교수양식을 발전시켜 나갈 필요가 있을 것이다. 셋째, 동일한 학습양식의 소유자

가 문제유형에 따라서 다른 학업성취를 나타내는 것으로 볼 때, 평가문항의 출제에서 학생들의 학습양식에 따른 표상유형의 차이가 있음을 인식하고, 이를 고려할 필요가 있을 것이다.

인 용 문 헌

1. Sternberg, R. J.; Zhang L. F. *Perspectives on Thinking, Learning, and Cognitive Styles*; Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: U. S. A., 2001; pp 103-249.
2. Riding, R.; Rayner, S. *Cognitive Styles and Learning Strategies, Understanding Style Differences in Learning and Behaviour*; David Fulton: London, 1998; p 217.
3. Bell-Gredler, M. E. *Learning and Instruction, Theory into Practice*; Macmillan: New York, 1986; p 151.
4. Driscoll, M. P. *Psychology of Learning for Instruction*; Pearson: Massachusetts, 2000; pp 73-110.
5. Gagne, E. D.; Yekovich, C. W.; Yekovich, F. R. *The Cognitive Psychology of School Learning*; Longman: New York, 1993; pp 57-151.
6. Lefrancois, G. R. *Psychology for Teaching*; 10th edition, Wadsworth/Thomson Learning: Belmont, 2000; pp 164-235.
7. 장인에 왜 구성주의인가?: 정보화시대와 학습자 중심의 교육환경, 문음사: 서울, 2003, 15, 141.
8. 임창재 *교육심리학*, 학지사: 서울, 2005.
9. Daniels, H.; Cole, M.; Wertsch, J. V. *The Cambridge Companion to Vygotsky*; Cambridge university press: N. Y., U.S.A., 2007; p 332.
10. 한순미 *비고츠키와 교육 문화-역사적 접근*, 교육과학사: 파주, 1999; p 121.
11. (a) Jonassen, D. H.; Grabowski, B. L. *Handbook of Individual Differences, learning, and instruction*; Lawrence Erlbaum Associates: New Jersey, 1993; p 233. (b) Jonassen, D. H. *Educational Technology Research and Development* 2000, 48, 63.
12. a) 김은정 *연세교육연구* 1999, 12, 107. b) 김은정 *교육과정연구* 2002, 40, 203. c) 김은정 *교육의 이론과 실천* 2005, 10, 1.
13. 윤미선 *사고양식에 따른 학습동기 및 교과흥미가 학업성취에 미치는 영향*, 고려대학교 박사학위논문, 2003.
14. Entwistle, N. J. *Learning strategies and learning styles*; Plenum Press: New York, 1988.
15. Cassidy, S. *Educational Psychology* 2004, 24(4), 419-441.
16. Postlethwaite, K. *Differentiated science teaching: Respond to individual differences and to special educational needs*; Open university press: Buckingham, 1993.
17. a) Kolb, D. A. *Experiential learning: Experience as the Source of Learning and Development*; Englewood Cliff;

- Prentice Hall: New Jersey, 1984. b) Kolb, D. A. *Learning Style Inventory(LSI3)*; Hay Group: Boston, MA, 1985. c) Kolb, D. A. *Learning Style Inventory LSI-a*; Hay Group: Boston, MA, 1993.
18. a) Felder, R. M. *Journal of College Science Teaching* **1993**, 25(3), 286-290. b) Felder, R. M.; Brent, R. *Journal of Engineering Education* **2005**, 94(1), 57-72. c) Felder, R. M.; Felder, G. N. *Journal of Engineering Education* **1998**, 87(4), 469-480. d) Felder, R. M.; Silverman, L. K. *Engineering Education* **1988**, 78(7), 674-681.
 19. Entwistle, N. J. In *Learning strategies and learning styles*; Schmeck, R. R., Ed.; Plenum Press: New York, 1988.
 20. Riechmann, S. W.; Grasha, A. F. *Journal of Psychology* **1974**, 87, 213-223.
 21. a) Dunn, R. S.; Dunn, K. J. *Teaching Students Through Their Individual Learning Styles: A Practical Approach*; Reston Publishing: Reston, VA, 1978. b) Dunn, R. S.; Dunn, K. J.; Price, G. E. *Identifying individual Learning Style in Student Learning Style: Diagnosing and Prescribing programs*; NASPP: Reston, VA 1979. c) Dunn, R. S.; Dunn, K. J.; Price, G. E. *Learning Style Inventory*; Price System: Lawrence, KS. 1984.
 22. Biggs, J. B. *British Journal of Educational Psychology* **1985**, 55, 185-212.
 23. Carns, A. W.; Carns, M. R. *The school counselor* **1991**, 38, 341.
 24. Glasser, Bassock, M. *Annual Review of Psychology* **1989**, 40, 631.
 25. Tallmadge, G. K.; Shearer, J. W. *Journal of Educational Psychology* **1969**, 60, 22.
 26. 이현래 *중학생의 학습유형 유형에 따른 과학탐구능력과 과학성적*, 한국교원대학교 석사학위논문, 2004.
 27. 김봉섭 *학습자의 특성에 따른 지구와 달의 운동개념 형성*, 한국교원대학교 박사학위논문, 1999.
 28. Healey, M.; Jenkins, A. *Journal of geography* **2000**, 99, 185.
 29. Meinemelis, C.; Boyatzis, R. E.; Kolb, D. A. *Management Learning* **2002**, 33, 5-33.
 30. Bostrom, R. P.; Olfman, L.; Sein, M.K. *MIS Quarterly* **1990**, 14, 101-119.
 31. Karruppan, C. M. *Internet Research* **2001**, 11(2), 138-148.
 32. Carthey, J. H. *Relationships between Learning Styles and Academic Achievement and Brain Hemispheric Dominance and Academic Performance in Business and Accounting Courses*: M.S. Thesis, Winona State University, 1993.
 33. Matthews. D. B. *The Clearing House* **1996**, 69(4). 249-254.
 34. Holly, J. H.; Jenkins, E. K. *Journal of Education for Business* **1993**, 68, 301.
 35. Abbey, D. S.; Hunt, D. E.; Weiser, J. C. *The Counseling Psychologist* **1985**, 13, 477.
 36. Demirbas, O. O.; Demirkan, H. *Learning and Instruction* **2007**, 17, 345.
 37. Anderson, L. W.; Krathwohl D. R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*; Addison-Wesley Longman: New York, U.S.A., 2001.
 38. 박진희; 박종근; 김봉곤 *경상대학교 중등교육연구* **2006**, 18, 87.