중학생의 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 및 학습 전략 사이의 관계

차정호[1] · 윤정현 · 노태희*

대구대학교[1] · 서울대학교*

The Relationships Among Middle School Students' Understanding About the Nature of Scientific Knowledge, Conceptual Understanding, and Learning Strategies

Cha, Jeongho[1] · Yun, Jeonghyun · Noh, Taehee*

Daegu University[1] · Seoul National University*

Abstract: This study investigated the relationships among middle school students' understanding about the nature of scientific knowledge, conceptual understanding, and learning strategies. Grade 7 students (N=162) in Incheon completed the nature of scientific knowledge scales (NSKS) and a learning strategy questionnaire. After learning density by way of a CAI program, a conception test was administered. Results indicated that students' conceptual understanding and both deep and surface learning strategies were significantly correlated to their understanding about the nature of scientific knowledge. A cluster analysis was used to classify students on the basis of their deep and surface learning strategies. Three clusters of students with distinctive learning strategy patterns were found; high deep-low surface strategy (cluster 1), low deep-high surface strategy (cluster 2), and high deep-high surface strategy (cluster 3). One-way ANOVA results revealed that the scores of cluster 3 were significantly higher than those of the others in the NSKS and the conception test. Additionally, cluster 1 also performed better than cluster 2 in the conception test. Lastly, educational implications were discussed.

Key words: nature of science, scientific knowledge, conceptual understanding, learning strategy, cluster analysis

I. 서 론

과학 교육의 목표가 과학 지식의 습득에서 과학적 소양을 갖춘 시민 양성으로 변화됨에 따라, 과학의 본성에 대한 이해는 과학적 소양의 요소로서 그 중요성이 강조되고 있다(AAAS, 1990). 우리나라에서는 제5차 교육과정(교육부, 1998)에 과학의 본성에 대한 이해가 교육 목표로 제시된 이래로, 제6차 교육과정의 공통과학 교과서와 제7차 교육과정의 10학년 과학 교과서에 과학의 본성과 관련된 단원이 포함되어 왔다. 학교 수업에서도 과학의 본성을 가르치려는 시도들이 이루어졌는데, 주로 실험을 통해 탐구 과정을 경험하게 하거나(Meichtry, 1992) 과학사 소재를 수업에 도입하는 방법(유미현, 1999; Solomon *et al.*, 1992) 등으로 진행되어 왔다. 이러한 시도들은 학생들이 과학자들의 사고방식과 지식의 발달과정을 접하면, 과학 지식의 창의성과 잠정성 등에 대한 이해가 향상될 뿐만 아니라 개념을 보다 효과적으로 이해하게 된다는 가정에 기초하고 있다(유미현, 1999; Solomon *et al.*, 1992). 즉, 과학의 본성에 대한 이해와 학생들의 개념에 대한 이해가 서로 관련이 있다는 것이다. 그러나 과학의 본성에 대한 이해와 개념 이해 사이에 상호 관련성이 있다고 보기에는 두 변인 사이의 관계에 대한 연구가 부족할 뿐만 아니라 결과도 혼재되어 있는 실정이다.

과학의 본성에 대한 이해와 인지적 변인과의 상호

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)
**2004.11.5(접수) 2005.5.20(1심통과) 2005.8.13(2심통과) 2005.8.20(최종통과)

관련성을 보고한 초기의 연구들은 과학의 본성에 대한 이해가 개념 이해와도 관련 있을 가능성을 암시하고 있다(Songer & Linn, 1991; Tsai, 1998). 중학생을 대상으로 컴퓨터를 활용하여 탐구 실험을 진행한 Songer와 Linn(1991)의 연구나 중학생의 원자 이론에 관한 개념을 면담을 통하여 조사한 Tsai(1998)의 연구 결과, 과학의 본성에 대해 적절하게 이해하고 있는 학생일수록 지식의 통합이나 지식의 회상 점수가 높았다. 최근에는 개념 이해와의 관계를 직접적으로 조사하기 시작했는데, 중학생을 대상으로 과학의 본성과 개념 문제 해결력의 관계를 조사한 Lin 등(2004)의 연구에서는 과학의 본성에 대한 이해가 높은 학생일수록 개념 이해 점수가 높은 것으로 조사되었다. 그러나 이와 상반되게 고등학생을 대상으로 과학의 본성과 화학 양론 개념 점수와의 상관을 조사한 연구(Abd-El-Khalick & BouJaoude, 2004)에서는 과학의 본성에 대한 이해와 개념 이해 사이에 상호 관련성이 없는 것으로 나타났다.

이처럼 과학의 본성에 대한 이해와 개념 이해 사이의 관계를 조사한 연구들은 연구 방법이나 대상, 조건 등에 따라 상이한 결과가 보고되고 있다. 특히 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 조사하기 위한 검사 도구는 일반적으로 과학의 본성에 포함되는 과학 지식의 본성, 과학과 사회와의 관계, 과학자의 역할 등을 포함하는데, 각 연구에서 서로 다른 영역들을 조사하고 있어 각각의 결과를 일반화하기 힘들다. 과학의 본성에 대한 이해와 개념 이해가 관련 있다는 주장은 학생들의 개념 발달이 과학 지식의 발달 과정과 유사하다고 전제하고 있으므로(Sequeira & Leite, 1991), 과학의 본성 중 과학 지식의 본성에 초점을 두고 개념 이해와의 관련성을 조사할 필요가 있다. 또한 명제적인 지식만을 전달하는 전통적인 수업 상황에서 학습한 개념에 대하여 과학의 본성과의 관련성을 조사하는 것은 연구 방법상 문제가 있을 수 있다. 따라서 개념을 습득할 때 과학 지식의 본성을 인식할 수 있는 개념 수업의 환경에서 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 사이의 관계를 조사할 필요가 있다.

한편, 학습 전략은 학습 과정에서 사용되는 인지적 전략으로서 개념 이해에 영향을 미치는 중요한 변인으로 제안되고 있으며(Cavallo, 1996), 과학의 본성에 대한 이해와의 관계성 측면에서도 연구가 일부 진행되었다. 이 연구들에 의하면, 과학의 본성에 대하여 적절한 견해를 지닌 학생일수록 과학 지식을 암기하기 보다는 이해하려는 심층적인 전략을 사용하는 것으로 나타났다(Davis, 2003; Edmondson & Novak, 1993). 또한 개념 이해와 학습 전략과의 관계를 조사한 기존의 연구들에서도 심층적인 전략을 사용하는 학생일수록 개념 이해가 높다고 보고 되었다(BouJaoude, 1992). 그러나 이 연구들은 학생들이 심층적 학습 전략과 피상적 학습 전략 중 한 가지 전략만을 주로 사용한다고 가정함으로써, 학생들의 학습 전략은 고정되어 있는 것이 아니라 학습 내용과 상황에 따라서 두 가지 전략을 병행하여 사용한다는 최근의 관점(Case *et al.*, 2000)을 반영하지 못하고 있다. 개념 이해와 과학의 본성에 대한 인식은 과학 학습에서 가장 중요한 변인이며, 이들과의 상호 연관성이 보고되고 있는 학습 전략을 보다 정확하게 측정하는 것은 학생들의 학습 과정을 이해하는 데 기초적인 작업으로 생각된다. 따라서 기존의 학습 전략에 대한 이분법적 시각에서 벗어나 학생들이 학습 전략을 복합적으로 사용하는 양상을 고려하여 과학의 본성에 대한 이해와 개념 이해와의 관계를 알아볼 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 중학생들의 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 및 학습 전략 사이의 관계를 조사하였다. 또한 복합적인 학습 전략 유형에 따라 학생들을 몇 개의 군집으로 구분한 후, 각 군집별로 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해의 차이를 조사하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 연구 절차

이 연구에서는 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 사이의 관계를 조사하기 위해 대상 개념을 밀도로 선정하였다. 밀도 개념은 실생활에서 자주 접할 수 있으므로 학생들이 다양한 오개념을 가지고 있는 것으로 보고되었다(노태희 등, 2002). 특히 학생들은 질량 · 부피 개념과 밀도 개념을 구별하는데 어려움을 겪고 있는데, 이러한 오개념은 전통적인 수업 방법으로 쉽게 극복하기 어려운 것으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 2004). 따라서, 질량 · 부피 개념과 구별되는 밀도 개념을 개념 학습 과정을 통하여 학습하게 되면 개념의 발달 과정을 경험 할 수 있으므로, 학생들의 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해와의 관련성을 알아보는 데 적합할 것으로 생각된다. 연구 대상은 인천시에 소재한 남자 중학교 1학년 4학급의 162명이었다. 사전 검사로 학습자의 사전 상태에 해당하는 과학 지식의 본성 검사와 학습 전략 검사를 30분 동안 실시하였다. 다음 시간에 CAI 프로그램을 이용하여 15분 동안의 개념 학습을 진행하고 개념 이

해도 검사를 실시하였다.

2. 검사도구

1) 과학 지식의 본성 검사

과학 지식의 본성 검사는 Modified Nature of Scientific Knowledge Scale(Meichtry, 1992)을 번역하여 사용하였다. 이 검사는 과학 지식의 본성을 가치중립성, 창의성, 잠정성, 검증가능성, 통합성의 5개 영역(총 40문항)으로 구분하고 있으며, 5단계 리커트 형식으로 구성되어 있다. 과학 교육 전문가 3인으로부터 번역의 적절성과 내용의 적합성을 점검받았으며, 이 연구에서의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .73이었다.

2) 개념 검사

개념 검사는 밀도 개념 중 '뜨고 가라앉는 현상을 통한 밀도의 크기 비교'에 관한 3개 문항과 '질량과 부피에 관계없는 물질의 특성으로서의 밀도'에 관한 2개 문항을 개발하여 사용하였다. 각 문항은 4개의 답지 중 하나를 선택하고 그 이유를 자세히 기술하는 방식이며, 2점 만점으로 구성되어 있다. 예를 들면, "물이 든 수조에 조그만 양초를 넣었더니 물 위에 떴다. 크고 굵은 양초를 물에 넣으면 어떻게 될까?"라는 질문과 같이 밀도가 물질의 고유한 특징임을 물어보는 문항에 대하여 "물 속에 가라앉는다"는 답지를 선택하고 그 이유로 질량이 큰 물체는 물에 가라앉는다는 응답을 한 경우가 있었다. 개발한 검사지는 과학 교육 전문가 3인과 과학 교사 2인으로부터 문항 구성의 적절성과 내용의 적합성에 대하여 점검받았으며, 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .62였다.

3) 학습 전략 검사

학생들의 학습 전략을 조사하기 위해 Revised Approaches to Studying Inventory(Entwistle & Tait, 1994)를 사용하였다. RASI는 심층적 접근(deep approach), 피상적 접근(surface approach), 전략적 접근(strategic approach), 학습 방향 설정의 부족(lack of direction), 학습에 대한 자신감(academic self-confidence)의 5개 영역(총 38문항)으로 구분되어 있으며, 5단계의 리커트 형식으로 구성되었으며, 이 중 심층적, 피상적, 전략적 접근 영역 30문항이 Duff(1997)에 의해 타당성과 신뢰성이 검증된 바 있다. 이 연구에서는 선행연구들의 이분법적 접근과 비교하기 위하여 심층적, 피상적 접근의 영역에서 각각 10문항씩 사용하였다. 심층적 전략은 학습 내용을 자신의 기존 경험과 연관짓고자 노력하는 등의 인지적 전략을, 피상적 전략은 학습 내용을 주로 암기하려고 하는 등의 인지적 전략을 말하며, 이 두 범주는 학습 전략을 구분하는 가장 좋은 분류 방법으로 제안되고 있다(Entwistle, 1986). 개발한 검사지는 연구 대상과 동일한 중학생을 대상으로 실시한 예비 검사를 통해 수정·보완하였고, 과학 교육 전문가 3인으로부터 번역의 적절성과 내용의 적합성을 점검받았다. 이 연구에서의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 심층적 전략이 .78, 피상적 전략이 .62였다.

3. 개념 학습

과학 철학적 배경으로 볼 때 개념 학습은 기존 개념을 포기하고 새로운 개념을 창조함으로써 개념이 발달한다는 이론(Kuhn, 1970)과 유사하므로, 이 과정을 통해 학생들은 과학 지식의 본성을 경험 할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 학생들에게 개념 학습 과정을 통해 밀도 개념을 습득하게 하였는데, 학습 과정에 미치는 교사와 학급 환경의 영향을 통제하기 위해 선행연구(노태희 등, 2002)에서 개발한 CAI 프로그램(Fig. 1)을 이용하였다. 개념 변화 수업의 일반적인 요소를 고려하여 구성된 이 프로그램의 도입부에서는 물체가 무거울수록 물에 가라앉을 것이라는 학생들의 오개념을 지지하는 주장을 제시한 후, 그 주장을 검증하기 위한 실험에서 상반된 결과를 보여주었다. 전개부에서는 나무와 철 등의 예를 통해 질량이 크면서도 물에 가라앉지 않는 현상을 보여주면서, 동일한 부피에서 질량을 비교해야 할 필요성을 인식시켰다. 그 후 밀도 개념을 도입하여 질량 및 부피와의 차이를 이해시킨 후, 물에 뜨고 가라앉는 실험의 결과를 밀도 개념으로 예측, 설명해보게 하였다. 정리부에서는 도입부에서 제시되었던 상반된 실험 결과를 밀도 개념으로 설명하고 간단한 문제를 풀어보면서 마무리하도록 하였다.

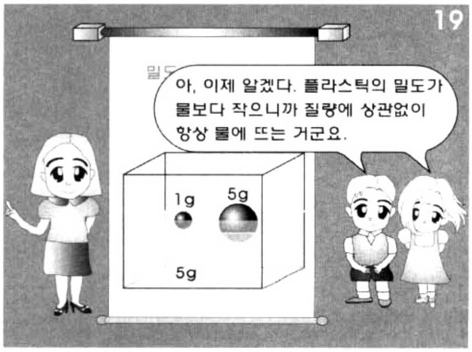

Fig. 1 *CAI program on density*

4. **분석 방법**

SPSS 통계 프로그램을 이용하여 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 및 학습 전략 사이의 상관관계를 조사하였다. 그 후 학생들이 복합적으로 사용하는 학습 전략의 유형을 확인하기 위해 심층적 전략과 피상적 전략 점수에 대해서 K-mean 군집 분석을 실시하여 학생들을 군집별로 구분하였다. 각 군집에 따라 학습 전략과 과학 지식의 본성에 대한 이해 및 개념 이해의 차이를 분석하기 위해 일원 변량 분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 각 군집별로 차이가 있는 경우 사후 검증으로 Scheffé 방법을 사용하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 및 학습 전략 사이의 상호 관련성

과학 지식의 본성 검사, 개념 검사, 그리고 학습 전략 검사의 평균과 표준편차를 Table 1에 제시하였다. 과학 지식의 본성 검사의 평균은 139.43으로 동일한 검사를 사용한 선행연구 결과를 200점 만점으로 환산하면 미국의 중학생들(103점; Meichtry, 1992)보다는 높고, 국내의 고등학생들(147점; 서성미, 1996)과는 비슷한 수준이다. 하위 항목별로 살펴보면, 가치중립성은 27.42, 창의성은 27.96, 잠정성은 25.91, 검증가능성은 28.56, 통합성은 29.58로, 과학 지식의 잠정성에 대한 이해도가 다른 영역에 비해 낮은 경향을 보였다. 과학 개념 검사 점수의 평균은 10점 만점 중 5.49였으며, 학습 전략 검사에서는 피상적 전략 점수(31.85)가 심층적 전략 점수(30.64)보다 다소 높았다.

과학 지식의 본성 검사 점수와 개념 검사 점수, 학습 전략 검사 점수 사이의 상관분석 결과를 Table 2에 제시하였다. 과학 지식의 본성에 대한 이해 및 개념 이해 사이의 상관계수는 .42로 통계적으로 유의미하였다(p<.01). 즉, 과학 지식의 본성에 대하여 현대적인 견해를 지닌 학생일수록 개념 이해가 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 과학 지식의 본성을 중심으로 과학의 본성을 조사하여 압력, 밀도 등의 개념에 대한 이해도와의 관계를 조사한 Lin 등(2004)의 연구 결과와도 일치하는 것으로, 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 사이에 밀접한 관련이 있음을 시사한다. 그러나 학생들의 과학의 본성에 대한 이해와 개념 이해가 관련이 없었던 Abd-El-Khalick과 BouJaoude (2004)의 연구와는 상반되는데, 이는 연구 방법상의 차이에서 기인한 것으로 볼 수 있다. 즉, 과학의 본성 중 과학 지식의 본성에 대한 이해를 선다형 검사로 측정한 이 연구와는 달리, Abd-El-Khalick과 BouJaoude (2004)의 연구에서는 주관식 검사로 과학의 본성 중 여러 영역을 조사하였다. 또한 이 연구에서는 거시적 수준의 밀도 개념을 대상으로 하였는데, 미시적 수준의 화학 양론(stoichiometry) 개념을 대상으로 한 Abd-El-Khalick과 BouJaoude(2004)의 연구와는 차이가 있다. 특히 이 연구에서는 CAI 프로그램을 이용한 개념 학습 상황에서 밀도 개념에 대한 이해도를 측정하였기 때문에 전반적인 개념 이해로 일반화시키기에는 제한점이 있다. 따라서 대상 개념의 종류나 학습 상황, 과학의 본성 중 측정 영역, 그리고 검사 방식 등의 차이가 어떤 영향을 미치는지에 대해서는 추후 연구가 필요하다.

과학 지식의 본성에 대한 이해는 심층적 학습 전략 및 피상적 학습 전략과 상호 관련성이 있었다(심층적 전략: r=.39, p<.01; 피상적 전략: r=.21, p<.01). 개념 이해와 학습 전략 사이에도 전략 유형에 관계없이 유의미한 상호 관련성이 있었다(심층적 전략: r=.32, p<.01; 피상적 전략: r=.26, p<.01). 따라서 학생들이 개념을 습득하는 과정에서 심층적인 이해 학습과 피상적인 암기 학습 모두에 의존한다(Entwistle, 1986)고 해석할 수 있다. 이러한 결과는 과학의 본성(Davis, 2003; Edmondson & Novak, 1993)에 대해 적절하게 이해하고, 개념 이해(BouJaoude, 1992; Cavallo, 1996)

Table 1
Means and standard deviations of the test scores

	Total Score	Mean	SD
NSKS[1]	200	139.43	16.76
Conceptual Understanding	10	5.49	2.48
Deep Strategy	50	30.64	7.81
Surface Strategy	50	31.85	6.60

[1]Nature of Scientific Knowledge Scale

Table 2
The correlations among students' understanding about the nature of scientific knowledge, conceptual understanding, and learning strategies

	Conceptual Understanding	Deep Strategy	Surface Strategy
NSKS	.42*	.39*	.21*
Surface Strategy	.26*	-.04	
Deep Strategy	.32*		

*p<.01

Table 3

Analysis of cluster difference on learning strategy

	Cluster 1 (n=51)		Cluster 2 (n=58)		Cluster 3 (n=53)				
	M	SD	M	SD	M	SD	MS	df	F
Deep Strategy (50)	35.31	4.79	22.72	4.30	34.81	6.14	2835.28	2	110.84*
Surface Strategy (50)	25.69	3.97	31.24	4.60	38.43	3.81	2128.26	2	123.04*

*p<.01

Table 4

Analysis of cluster difference on the nature of scientific knowledge and conceptual understanding

	Cluster 1 (n=51)		Cluster 2 (n=58)		Cluster 3 (n=53)				
	M	SD	M	SD	M	SD	MS	df	F
NSKS (200)	138.4	15.96	131.68	13.09	148.74	16.70	4031.31	2	17.31*
Conceptual Understanding (10)	5.48	2.24	4.35	2.33	6.72	2.30	76.88	2	14.64*

*p<.01

가 높은 학생일수록 심층적 전략을 주로 사용하고 피상적 전략의 활용도는 낮다고 보고한 선행연구 결과와는 상이하다. 특히 심층적 전략과 피상적 전략 사이의 상관 계수(r=-.04)는 0에 가까워 두 전략은 서로 상호 관련성이 없으며, 학생들의 학습 과정에서 복합적으로 사용될 가능성이 있음을 시사한다. 또한 과학 지식의 본성에 대한 이해와 심층적 전략과의 상관(r=.39)이 피상적 전략과의 상관(r=.21)에 비해 2배 정도 컸던 점을 고려한다면, 과학 지식의 본성에 대하여 적절하게 이해하고 있는 학생의 경우 심층적 전략을 주로 사용하면서 피상적 전략도 함께 사용하는 것으로 볼 수 있다.

2. 복합적인 학습 전략 유형에 따른 차이 분석

1) 학습 전략에 기초한 군집 분석

학생들의 복합적인 학습 전략 유형을 조사하기 위해 심층적 전략과 피상적 전략 점수에 기초하여 K-mean 군집 분석을 실시한 결과, 학생들은 3개의 군집으로 구분되었다(Table 3). 각 군집의 특성을 확인하기 위해 학습 전략 점수에 대해서 일원 변량 분석을 실시한 결과, 세 군집 간에 심층적 전략(MS=2835.28, F=110.84)과 피상적 전략(MS=2128.26, F=123.04)에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.01). Scheffé 검증 결과, 심층적 전략에서 군집 1(35.31)과 군집 3(34.81)의 점수가 군집 2(22.72)의 점수에 비해 통계적으로 유의미하게 높았다(p<.01). 피상적 전략에서는 군집 2(31.24)와 군집 3(38.43)의 점수가 군집 1(25.69)에 비해 유의미하게 높았다(p<.01). 이상의 결과로부터 학습 전략 유형에 대한 각 군집을 다음과 같이 정의하였다.

군집 1: 심층적 전략 점수는 높고, 피상적 전략 점수는 낮은 집단(51명)

군집 2: 심층적 전략 점수는 낮고, 피상적 전략 점수는 높은 집단(58명)

군집 3: 심층적, 피상적 전략 점수가 모두 높은 집단(53명)

학생들은 학습 전략을 사용할 때 심층적 전략이나 피상적 전략 중 한 가지 학습 전략을 주로 사용하는 경우가 109명으로 전체의 67.3%(군집 1과 군집 2)를 차지하였고, 두 전략을 함께 사용하는 경우는 53명으로 전체의 32.7%(군집 3)를 차지하고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 기존의 연구 결과들처럼 학생들이 두 가지 전략 중 한 가지 전략만을 주로 사용하는 경우도 있지만(BouJaoude, 1992), 학습 상황이나 과제의 특성 등에 따라 두 가지 학습 전략을 병행하여 사용하는 경우도 있음을 보여준다. 이렇게 심층적 전략과 피상적 전략을 복합적으로 사용하는 현상은 상관 분석에서 두 전략 사이에 상호 관련성이 없었던 결과와도 일치한다.

2) 군집에 따른 과학 지식의 본성에 대한 이해 및 개념 이해의 차이

학생들의 학습 전략 유형에 따른 3개의 군집을 독립 변인으로 하여 과학 지식의 본성에 대한 이해와

개념 이해에 대해 일원 변량 분석을 실시하였다.

과학 지식의 본성 검사 점수(MS=4031.31, F=17.31, p<.01)와 개념 검사 점수(MS=76.88, F=14.64, p<.01) 모두에서 군집 1과 군집 3의 평균이 군집 2의 평균보다 유의미하게 높았다(Table 4). Scheffé 검증 결과, 과학 지식의 본성 검사 점수에서는 군집 3(148.74)의 평균이 군집 1(138.40)과 군집 2(131.68)의 평균보다 유의미하게 높았다(p<.01). 즉 심층적 전략과 피상적 전략을 병행해서 사용하는 학생들일수록 과학 지식의 본성에 대해 더 잘 이해하고 있었다. 또한 개념 검사 점수에서는 군집 2(4.35)보다는 군집 1(5.48)의 평균이, 군집 1보다는 군집 3(6.72)의 평균이 유의미하게 높은 것으로 나타났다(p<.05). 즉, 심층적 전략과 피상적 전략을 병행해서 사용하는 학생들이 개념 이해가 가장 높고, 피상적 전략을 사용하는 학생들보다는 심층적 전략을 사용하는 학생들이 개념 이해가 높은 것을 알 수 있다.

학생들의 학습 전략을 학습자의 안정된 특성이 아니라 학습 내용과 학습 상황에 따라 선택하여 사용하는 양식(Case *et al.*, 2000)으로 본다면, 이 연구의 결과는 두 가지 학습 전략을 복합적으로 사용하는 능력을 지닌 학생일수록 과학 지식의 본성과 개념에 대해 더 잘 이해하고 있다고 해석할 수 있다. 즉, 과학 지식의 형성 과정과 그 본성에 대해 적절하게 이해하고 있는 학생들의 경우 과학 지식을 습득하기 위해 기존 개념과의 연관성을 찾고 능동적으로 의미를 구성하는 심층적 전략을 주로 사용하지만, 경우에 따라서는 과학적 사실과 증거들을 암기하는 피상적 전략도 사용하는 것으로 생각된다. 또한 개념 이해가 높은 학생들이 심층적, 피상적 전략 점수가 모두 높은 집단(군집 3)에 속하는 연구 결과는 상위권 학생들이 심층적 전략과 피상적 전략을 모두 사용한다고 보고한 선행연구(전경문, 노태희, 1997)의 결과와도 유사하다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학적 소양을 갖춘 민주 시민의 양성에서 중요한 덕목의 하나로 강조되고 있는 과학의 본성에 해당하는 여러 영역들 중 과학 지식의 본성에 초점을 맞춰 개념 이해와의 관계를 조사하였다. 연구 결과, 학생들의 과학 지식의 본성에 대한 이해는 개념 이해와 유의미한 상호 관련성이 나타났다. 즉, 과학 지식 자체는 가치중립적이며, 발견되기보다는 창조되는 것이고, 절대적인 진리가 아니라 잠정적이며, 통합적이고 검증가능하다는 과학 지식의 본성을 잘 이해하고 있을수록 개념에 대한 이해가 높은 경향을 보였다. 이 연구에서는 변인 사이의 상관만을 조사하였으므로 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 사이의 인과 관계를 논할 수는 없다. 그러나 학생들이 새로운 과학 개념을 이해하는 것과 학생들의 과학 지식의 본성에 대한 이해가 밀접한 관련이 있는 것으로 조사되었으므로, 개념 학습에 대한 연구에서 과학 지식의 본성에 대하여 관심을 가질 필요가 있다. 예를 들면, 과학 학습 과정에 과학 지식의 본성을 강조할 수 있는 내용을 포함시켜, 이러한 속성들의 이해를 통해 개념을 습득하는 교수 방법을 생각해 볼 수 있다. 그러나 과학의 본성 영역과 대상 과학 개념의 특성, 학년에 따라 결과가 달라질 수 있으므로, 보다 다양한 개념과 학년을 대상으로 과학 지식의 본성을 비롯한 여러 영역의 과학의 본성과 개념 이해와의 관계가 조사되어야 할 것이다. 또한 이 연구에서는 CAI를 이용한 개념 학습 환경에서 개념 학습이 진행되어 일반적인 개념 학습 상황으로 해석하는데 제한점이 있으므로, 수업 환경의 변인을 고려한 연구도 진행될 필요가 있다.

과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 모두 심층적 전략 및 피상적 전략의 사용과 유의미한 상호 관련성이 있었다. 즉, 과학 지식의 본성에 대해 잘 이해하고 있는 학생일수록 심층적 전략과 피상적 전략 모두를 잘 사용하는 경향을 보였다. 특히 심층적 전략과 피상적 전략 사용이 서로 관련이 없는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 심층적 전략과 피상적 전략을 이분법적으로 보았던 기존의 연구들과는 달리 학생들의 학습 전략 사용이 복합적인 형태로 이루어지고 있음을 시사한다. 학생들의 복합적인 학습 전략 사용 형태를 조사하기 위해 군집 분석을 실시한 결과, 심층적, 피상적 전략 중 한 가지 전략을 주로 사용하는 학생들도 있을 뿐 아니라, 두 가지 학습 전략을 모두 사용하는 학생들도 많았다. 그리고 심층적이거나 피상적인 학습 전략 중 어느 하나를 주로 사용하는 학생들보다는 두 가지 학습 전략 모두를 사용하는 학생들이 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해가 높았다. 이러한 결과는 학생들이 상황에 따라 심층적 전략과 피상적 전략 중 어느 한 가지만을 사용할 수도 있고 두 가지를 병행해서 사용할 수도 있음을 나타내므로, 학생들의 전략 사용에 영향을 미치는 학습자 변인이나 학습 관련 변인들에 대해 다양한 측면에서 분석할 필요가 있다. 또한 심층적인 학습 전략만을 강조하여 세세한 사실들의 암기를 경시한다면 지식 및 사실적 기초의 부족으로 과학 학습에서 성공적일

수 없고, 피상적인 학습 전략만을 사용하는 경우에도 개념의 이해보다는 지식의 암기에 그치게 될 위험이 있다(서정쌍 등, 1996). 따라서 심층적 전략과 함께 과학 지식을 암기하는 피상적 전략을 효율적으로 활용하는 방안에 대한 연구가 필요하며, 교육현장에서는 이를 적용하는 방안을 모색할 필요가 있다. 이를 위해 학생들이 학습 상황과 과제 특성에 따라 사용하는 학습 전략의 양상을 면담이나 수업 관찰 등을 통해 면밀하게 조사하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

국문 요약

이 연구는 중학생들의 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 및 학습 전략 사이의 관계를 조사하였다. 인천 지역의 중학교 1학년 162명을 대상으로 과학 지식의 본성 검사와 학습 전략 검사를 실시하였다. 밀도에 대한 컴퓨터 보조 수업 후 개념 검사를 실시했다. 연구 결과, 학생들의 개념 이해와 심층적 및 피상적 학습 전략은 과학 지식의 본성에 대한 이해와 유의미한 상관이 있었다. 학생들의 복합적인 학습 전략의 유형을 확인하기 위해 군집분석을 실시하였다. 그 결과, '심층적 전략 점수는 높고, 피상적 전략 점수는 낮은 집단(군집 1)', '심층적 전략 점수는 낮고, 피상적 전략 점수는 높은 집단(군집 2)', '심층적, 피상적 전략 점수가 모두 높은 집단(군집 3)'으로 구분되었다. 일원 변량 분석 결과, 과학 지식의 본성 검사와 개념 검사 모두에서 군집 3의 점수가 다른 군집들보다 유의미하게 높았다. 또한 개념 검사에서는 군집 1이 군집 2에 비해 보다 높은 성적을 보였다. 이에 대한 교육학적 함의를 논의하였다.

참고 문헌

교육부 (1998). 과학과 교육과정. 서울: 교육부.

노태희, 김순주, 강석진, 김재현 (2002). 밀도 학습에서 변칙 사례의 제시 방식과 권위 수준이 인지 갈등과 개념 변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 22(3), 595-604.

서성미 (1996). 과학의 본성에 대한 고등학교 학생들의 이해도 분석. 서울대학교 석사학위논문.

서정쌍, 김도욱, 고숙영 (1996). 학생들의 학습접근 양식과 개념의 이해도와의 관계성 연구: 고등학교 2학년 이과 학생들의 원자, 분자 개념을 대상으로. 화학교육, 23(2), 76-89.

유미현 (1999). 과학사 프로그램의 개발 및 중학교 과학 수업에의 적용 효과. 서울대학교 석사학위논문.

전경문, 노태희 (1997). 학생들의 과학 학습 동기 및 전략. 한국과학교육학회지, 17(4), 415-423.

Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (2004). Do students' views of science influence their conceptual understandings of science content? Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, Canada.

American Association for the Advancement of Science (1990). Science for all Americans. New York: Oxford University Press.

BouJaoude, S. B. (1992). The relationship between students' learning strategies and the change in their misunderstanding during a high school chemistry course. Journal of Research in Science Teaching, 29(7), 687-699.

Case, J. M., Gunstone, R. F., & Lewis, A. E. (2000). Approaches to learning in a second year chemical engineering course. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA.

Cavallo, A. M. L. (1996). Meaningful learning, reasoning ability, and students' understanding and problem solving of topics in genetics. Journal of Research in Science Teaching, 33(6), 625-656.

Davis, A. (2003). Untangling dimensions of middle school students' beliefs about scientific knowledge and science learning. International Journal of Science Education, 25(4), 439-468.

Duff, A. (1997). A note on the reliability and validity of a 30-item version of Entwistle & Tait's revised approaches to studying inventory. British Journal of Educational Psychology, 67(4), 529-539.

Edmondson, K. M., & Novak, J. D. (1993). The interplay of scientific epistemological views, learning strategies, and attitudes of college students. Journal of Research in Science Teaching, 30(6), 547-559.

Entwistle, N. J. (1986). Approaches to learning in higher education: Effects of motivation and perceptions of the learning environment. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.

Entwistle, N. J., & Tait, H. (1994). The Revised Approaches to Studying Inventory. Edinburgh: University of Edinburgh, Centre for Research on Learning and Instruction.

Kang, S., Scharmann, L. C., & Noh, T. (2004). Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning. Research in Science Education, 34(1), 71-96.

Kuhn, T. S. (1970). The structure of scientific revolution. Chicago: University of Chicago Press.

Lin, H.-S., Chiu, H.-L., & Chou, C.-Y. (2004).

Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies. International Journal of Science Education, 26(1), 101-112.

Meichtry, Y. J. (1992). Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development. Journal of Research in Science Teaching, 29(4), 389-407.

Sequeira, M., & Leite, L. (1991). Alternative conceptions and history of science in physics teacher education. Science Education, 75(1), 45-56.

Solomon, J., Duveen, J., Scott, L., & McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom. Journal of Research in Science Teaching, 29(4), 409-421.

Songer, N. B., & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration? Journal of Research in Science Teaching, 28(9), 761-784.

Tsai, C. C. (1998). An analysis of Taiwanese eight graders' science achievement, scientific epistemological beliefs, and cognitive structure outcomes after learning basic atomic theory. International Journal of Science Education, 20(4), 413-425.