

## 초등학교 과학수업에서 개념원도의 활용

배영부<sup>1,\*</sup> · 구덕길<sup>1</sup> · 이유미<sup>2</sup>

<sup>1</sup>서울교육대학교 과학교육과, 137-742 서울특별시 서초구 서초동 1650

<sup>2</sup>송중초등학교, 142-109 서울특별시 강북구 미아9동 3-723

## The Use of Concept Circle Maps in Science Teaching of Elementary School

Young-Boo Bae<sup>1,\*</sup>, Duk-Gil Koo<sup>1</sup>, and Yu-Mi Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Science Education, Seoul National University of Education,  
1650 Seocho-dong Secho-gu, Seoul 137-742, Korea

<sup>2</sup>Song-Jung Elementary School, 3-723 Mia 9-dong Gangbug-gu, Seoul 142-109, Korea

**Abstract:** The study investigated the effect of a social constructivist model on changes of concept on 103 4th graders in three elementary schools. In particular, it analyzed whether the application of a concept circle map developed student understanding of the concept. After a one month study period, the 103 students took a pencil and paper test on changes of concepts learned. The results indicated that the social constructivist model positively influenced student concept development. In conclusion, a concept circle map used on a social constructivist model may be employed as a tool for diagnostic or formative evaluation.

**Keywords:** constructivist, concept circle map, concept change, diagnostic evaluation, formative evaluation

**요약:** 이 연구는 서울 지역 소재 3개 초등학교 103명의 4학년 학생들을 대상으로 사회적 구성주의 교수학습모형을 적용한 후 학생들이 가지는 개념의 변화를 분석하였다. 특히, 사회적 구성주의 교수학습모형의 개념원도 활용 수업 전후 학생들의 개념 변화를 지필고사로 평가, 조사하였다. 103명을 대상으로 개념원도를 도입한 수업을 1개월 동안 실시한 전후 지필고사를 실시하였다. 연구결과에 따르면, 개념원도를 적용한 수업은 유의미하게 학생들의 개념을 신장시킨 것으로 나타났다. 결론적으로, 개념원도를 적용한 사회적 구성주의 교수-학습모형은 진단평가, 형성평가에 도입할 가치가 있는 것으로 고찰되었다.

주요어: 구성주의, 개념원도, 개념변화, 진단평가, 형성평가

## 서론

초등과학교육은 학습자의 창의성 계발에 있다고 해도 과언은 아니다. 과학적 지식은 태산보다도 더 누적되어 있고, 또한 지식을 얻기 위한 방법도 다양하게 제시되어 있다. 최근의 과학교육 현장에서의 학습지도 방법도 창의성 계발을 위해 한 걸음씩 그 방향으로 접근하고 있다.

초등학교에서의 과학교육은 관찰하고, 활동하고, 토론하는 것이 주 내용으로 구성되어 가고있다. 초등학

생들은 성장이 진행됨에 따라 창의적 사고, 비판적 사고를 가지는 활동을 하게되고, 다시 정보를 효율적으로 분석, 종합할 수 있는 유연성을 함양하고, 이를 바탕으로 주변에서 야기되는 문제를 능동적으로 해결할 수 있도록 교육시키는 것이 초등교육의 최종 목표가 되도록 해야 한다. 따라서 교육의 다양화, 전문화, 특성화를 통하여, 개인의 소질과 특성을 올바르게 파악하고 이에 적합한 교수-학습 활동을 시행하며, 교수-학습의 적합성을 검증하기 위한 평가도 뒤따라야 할 것으로 보인다.

초등학교 현장에서는 학생들의 사전경험이나 사전 지식을 바탕으로 능동적인 인지적 활동을 강조하는 수업방법이 도입되고 있다. 중등학교에서는 일부 학생 중심의 교수-학습이 효율적 수업전략을 통하여 학

\*Corresponding author: quartz@ns.seoul-e.ac.kr  
Tel: 82-2-3475-2462  
Fax: 82-2-3475-2263

습방법에 대한 이해와 개념학습을 돕는 방향으로 발전되어 가고 있으며, 개념도 등이 도입되어 이용되고 있고 연구도 많이 이루어진 상태이다(김미옥과 정영란, 1995; 박수경, 1999; 이정자와 허명, 1995). 그러나 초등학교에서는 개념도를 이용한 연구가 시도된 바는 있으나(정재구, 2000) 개념도의 사용에 있어 개념도 작성을 위한 훈련기간이 길고, 구조화하는데 많은 노력이 필요하고, 개념도 훈련과정에서 개념, 명제와 같은 용어에 대한 이해에 어려움이 있으며, 개념도 작성과 기록에 많은 시간이 소요되고 어려움이 따른다. 이러한 점 때문에 개념도의 여러 가지 장점에도 불구하고 초등학교 수업에 이를 적용하기는 어려움이 있다.

그러나 Wandersee(1987)가 제안한 초인지 전략도 구라고 알려진 개념원도(Concept Circle Diagrams; CCDs)를 활용한 연구는 미국에서는 Nobles(1993)에 의해 초등학교에 실험 적용 연구된 사례는 있으나 우리나라에서는 아직 찾아볼 수 없다.

개념원도는 개념도보다 초등학생에게는 mind map 처럼 작성하기 쉬우나 시각적으로 더 구조적이어서 개념의 연결이나 발달 및 전환에 유리한 잇점을 가지고 있다. 그러므로 초등학생을 위한 유의미 학습에 개념원도를 적용하는 연구가 절실한 실정이다.

개념원도를 이용한 교수-학습은 1997년부터 실험적으로 서울의 초등학교 현장에 도입하여 의미있는 개념학습이라는 결론을 얻었고 이를 보고(배영부와 이유미, 2000)하였으며, 이후 서울의 3개교, 현재는 창의성 개발과 평가도구 및 학습정리의 일환으로 7개교에서 계속 실험 운영중이다. 그러나 여기서는 학생들의 개념 학습에 중점을 두고 보고를 하였으며 개념을 학습하는 과정에서 창의성을 발휘할 수 있도록 노력하였으나 창의성 문제에 대해서는 이 연구에서 제외시켰다.

학생들의 개념 변화나 확장 등은 그림조직자(graphic organizer)들로 쉽게 알아볼 수 있으며 이들 중 초등학생들을 위하여 개발한 것이 Wandersee의 개념원도이다. 개념원도는 개인적 지식을 구성하거나 재구성하는 과정을 반영하므로 교사는 학생들이 생각하고 있는 것에 대한 이해의 깊이를 알 수 있으며 초인지 도구로서도 알려져 있다(Trowbridge & Wandersee, 1998). 특히 학생들이 학습을 하는데 필요한 개념 구조를 개인별로 평가할 수 있고 개념의 분화 및 확장까지 평가가 가능하다.

개념원도(CCDs)의 설계는 Ausubel의 학습 이론에 바탕을 두고 있으며 학생들이 학습하고자 하는 개념을 하나 정하고 이 개념에 속하는 개념을 큰 원속에 작은 원을 1개 이상 그린 후 작은 원내에 개념을 표시한다. 또 이 작은 개념이 분화되는 경우는 다른 곳에 작은 원을 확대시켜 큰 원을 그리고 이 속에 작은 원을 설치한 후 분화된 개념을 나타낸다. 이 방법은 개념도를 그리게 하는 방법과 유사하나 개념도는 중학생에게도 적용하기에는 무리한 점이 많아 우리나라에서는 이를 변형한 모형으로 수행평가시 사용하도록 권장하고 있다(김주훈, 1999). 그러나 개념원도는 초등학생도 쉽게 그릴 수 있어 수업에 이용하기 편리하다.

이러한 개념원도를 이용한 학습 방법을 초등학교 현장에 적용하면 보다 학습에 효율적이고 경제적인 학습을 할 수 있고 개인의 개념변화를 확인할 수 있으며 초인지 학습이 가능한지를 알아볼 수도 있는 평가자료로 이용이 가능하다.

이 연구의 목적은 현재 초등학교에서 개념학습을 위하여 많이 사용하고 있는 mind map의 단점을 보완하고 학생들의 개념학습 증진에 일조할 수 있는 대체방안을 마련해 보는 것이며, 또한 개념원도를 이용한 학습이 환경이 다르면 독특한 반응이 나타날 수 있는지를 알아보기 위한 것이다.

## 연구 내용 및 방법

### 연구 대상

연구 대상은 서울시내 3개 초등학교(북부; D, 중부; S, 남부; H)를 대상으로 2002년 현재 4학년 1개 학급씩을 실험반으로 하고, 같은 학교의 동학년 임의의 한 학급을 비교반으로 하였다. 실험반과 비교반의 구성은 Table 1과 같다. 연구 대상학교의 주변 환경은 H초등학교는 주변에 아파트가 많은 지역이며, D와 S 초등학교는 아파트와 연립주택 그리고 주택이 혼재하

**Table 1.** Student numbers of experimental class and comparative class

학교	구분	학년	남	녀	계
D초등학교	실험반	4학년	18	19	37
	비교반	4학년	18	19	37
S초등학교	실험반	4학년	17	17	34
	비교반	4학년	17	16	33
H초등학교	실험반	4학년	16	16	32
	비교반	4학년	16	17	33

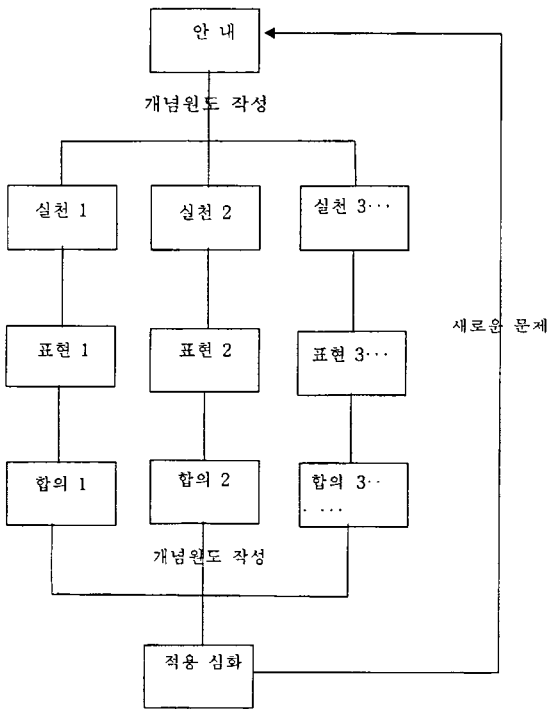


Fig. 1. Teaching-learning model of social constructivism.

는 지역에 위치한다. 아파트 거주비율은 H초등학교 학생들은 81.3%로 가장 높고 다음이 S초등학교가 58.8%, D초등학교 학생들의 거주 비율이 48.6%로 가장 낮다.

**연구 내용 및 기간**

연구 내용은 초등학교 과학교과서 4학년 2학기에 ‘3단원; 지층을 찾아서, 4단원; 화석을 찾아서’의 수업 시간인 1개월간 12차시에 걸쳐 실험반에서 사회적 구성주의 교수-학습 모델(Fig. 1)에 따라 수업을 하였으며, 각 차시수업의 5단계 수업과정은 배영부와 이유미(2000)에서 진술한 바와 같으나 본 연구에서는 안내와 실천사이에 그리고 합의와 적용 사이에 개념원도를 작성하게 하여 개념원도를 이용한 학습이 학생들에게 얼마나 효과적인지를 수업 전후에 연구자들이 제작한 문항을 이용하여 지필 평가를 하고 그 결과를 비교반과 검토하여 보았으며, 또한 개념원도를 분석하여 학생들의 수업전후 개념 변화를 알아보았다.

연구기간은 2002년 3월부터 7월까지 개념원도 작성 훈련을 하였으며, 수업은 10월에 이루어졌다. 개념원도 작성을 위한 절차는 ‘첫째, 한 개의 원안에는

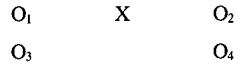


Fig. 2. The pretest-posttest control group design.

O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub>: pre-pencil and paper test  
 O<sub>2</sub>, O<sub>4</sub>: post-pencil and paper test  
 X: learning by concept circle map

하나의 개념만 있어야 한다. 둘째, 원안에 개념을 쓴다. 셋째, 포함관계를 나타내려면 큰 원안에 작은 원을 그리고, 각각의 원안에 개념을 그린다. 넷째, 한 개의 개념은 망원경 형식으로 확장하고 기준을 적는다. 다섯째, 이해를 돕기 위해 개념들 사이의 관계를 색으로 표시하여 시각화한다. 여섯째, 설명은 개념원 주변에 쓴다.’로 정하였다.

**연구 방법**

실험설계는 통제집단 사전-사후 설계(pretest-posttest control group design)를 이용하였다(Fig. 2).

서울의 환경이 다른 세지역에 위치하는 초등학교를 대상으로 하였으며, 각 초등학교 모두 실험반과 비교반 지도 교사를 교육경력 이 비슷한 연령으로 맞추어 선정하였고, 교실의 수업 현장은 실험반의 경우 모두 5-6명 정도의 분단 6개를 조직하여 운영하게 한 후 서로 토의를 편하게 할 수 있도록 좌석 배치를 하였다.

수업전,후의 효과를 알아보기 위하여 사용한 지필 평가 문항은 한국초등과학교육평가연구회에서 제작한 것(2001)을 재편집하여 사용한 4지 선다형(최선답형) 객관식 각각 10개와 18개이며, 타당도는 초등교사와 교육대학교수 등 5명이 안면타당도를 이용하였고, 신뢰도는 각각 Cronbach alpha 계수로 0.62과 0.65이다. 또한 수업후 개념원도를 분석하여 개념의 발달과 변화를 알아보았다.

**결과 및 논의**

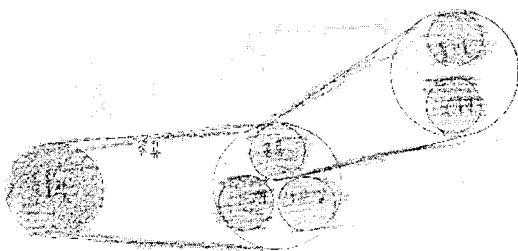
실험반과 비교반에 대한 사전 지필 검사는 4학년 1학기 7단원 ‘강과 바다’, 8단원 ‘별자리를 찾아서’를 대상으로 이루어졌으며, 그 결과는 Table 2와 같다. 사전 검사의 결과인 Table 2에서 보이는 바와 같이 D, S, H 초등학교 각각의 실험반과 비교반의 차이는 없다. 그러나 학교간의 차이는 H교가 D와 S교보다 약간 높음을 알 수 있다. 그러나 4학년 2학기 3단원

**Table 2.** Science achievement of two groups before and after applying concept circle map

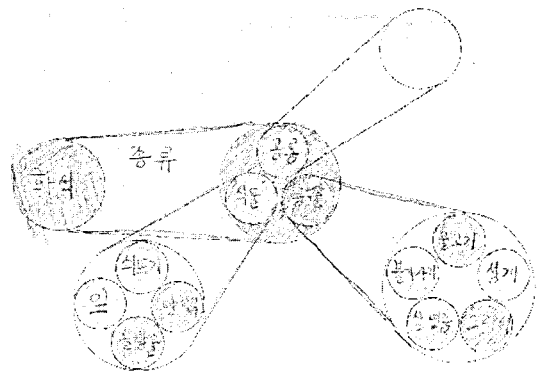
학교명	구분	학생수	사전 검사			사후 검사		
			평균	표준편차	대응:t (유의확률: 양쪽)	평균	표준편차	대응:t (유의확률: 양쪽)
D초등학교	실험반	37	65.4	11.1	1.187 (.941)	70.8	12.1	2.434 (.020)
	비교반	37	65.2	12.8		64.1	12.1	
S초등학교	실험반	34	65.7	10.9	-.154 (.879)	72.8	9.8	2.633 (.013)
	비교반	33	66.1	9.3		67.3	9.9	
H초등학교	실험반	32	71.2	9.3	-1.001 (.325)	80.3	10.4	2.565 (.015)
	비교반	33	73.3	10.5		74.9	12.5	

‘지층을 찾아서, 4단원’, ‘화석을 찾아서’ 두 단원에 대하여 Fig. 1에 따른 수업을 한 후 실시한 사후 검사에서도 사전 검사와 동일한 방법으로 지필검사를 실시한 결과가 Table 2이다. Table 2에서 보면 D, S, H교 모두 실험반과 비교반 사이에는 유의한 차이가 있었음을 보여주고 있다. 그리고 실험반의 사후 검사에서 H, S, D교의 순서로 성적 향상이 있는 것은 사회-문화적인 배경이 좋은 결과로 사료된다. 그 이유는 첫째 서울의 지리적인 배경이 이를 뒷받침하고 있으며, 둘째 연구참여 교사들과의 수업후 실시한 수업분석에서 나온 정보를 종합한 결과는 ‘이들이 수업 준비나 수업에 이용하는 자료 수집은 PC나 참고 서적 등을 이용하거나, 교과서 실험관찰 책을 위주로 보고서를 작성하기 때문에 이들에 대한 접근이 용이한 학생일수록 쉽게 포기하지 않고, 열심히 매진하기 때문이라고 말하고 있으며, 특히 H교의 학생들은 나머지 2개 학교의 학생에 비하여 친구들과 같이 지낼 시간이 없을 정도로 부모의 간섭에 시달려 학습에 대한 준비나 정리도 제출된 보고서를 비교해 보면 훨씬 우수함을 알 수 있다’고 말하고 있다. 그러나 그 이외의 특별한 이유는 발견되지 않았다. 이러한

증거는 연구 대상 학생들의 개념원도 작성에서 교과서나 실험관찰 과학만화 PC등을 많이 이용하고 있음이 그대로 보여지고 있다(Fig. 3). 수업후에 그런 개념원도를 질적으로 수용, 전달, 발달, 전환 4단계로 분류해 보았을 때 ‘수용’에 속하는 개념원도는 외형적으로는 개념의 확장이 1단계로 끝나거나 2단계로 연결되어도 무의미하거나 오개념일 경우이다(Fig. 3-a)이며 그 특징은 Table 3과 같다. 이들은 화석에 대한 명확한 개념이 형성되어 있지 않아 어떤 바위나 흙위에 물체의 흔적이나 모습이 보이는 것으로 이해하고 있다. 이들에 대한 오개념 해소에 대한 방책은 각 학교별로 이루어졌다. ‘전달’에 속하는 개념원도는 외형적으로 2단계로 끝나도 그 의미가 명확하거나 3영역 이상의 확장을 하고있는 경우로 구분하였으며(Fig. 3-b) 그 특징은 Table 3과 같다. ‘발달’에 속하는 원개념도는 외형적으로 명확한 개념이 3단계까지 확장되고 오개념이 거의 없어야 하며(Fig. 3-c) 그 특징은 Table 3과 같다. ‘전환’에 속하는 원개념도는 외형적으로 명확한 개념이 4단계이상이며 오개념이 거



**Fig. 3a.** Concept circle map of transmission level.



**Fig. 3b.** Concept circle map of acquirement level.

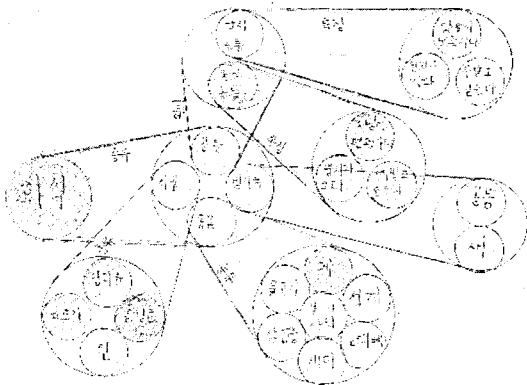


Fig. 3c. Concept circle map of development level.

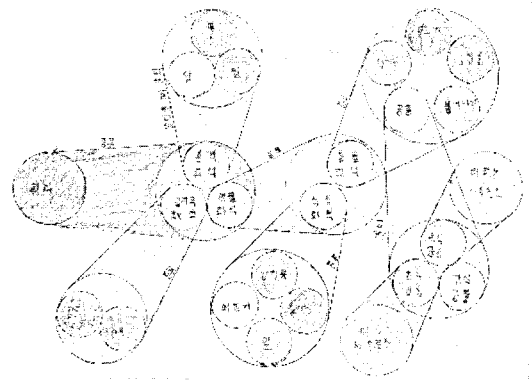


Fig. 3d. Concept circle map of change level.

의 없는 경우에 속하고(Fig. 3-d) 그 특징은 Table 3과 같다. 이러한 관점에서 이들을 지도한 교사가 학생들이 그린 개념원도를 보면 한눈에 그 학생의 학습에 대한 이해도와 드물기는 하나 창의적인 생각을 바로 발견할 수 있다. 이들이 그린 개념원도에서 보여지는 성게, 물고기, 삼엽충, 불가사리, 양치류, 쇠뜨기, (너도밤나무, 자작나무)잎, 솔방울, 등은 교과서 36, 37쪽에 있으며, 공룡, 알, 집, 똥 등은 실험관찰과 과학만화, 인터넷 등에서 쉽게 찾을 수 있는 것들이다. 그러나 화석의 종류를 찾는 일은 단순하나 이러한 화석들로서 화석을 분류하고 유사점과 차이점을 찾는 일이야말로 과학에서 말하는 개념학습 그 본질이 된다. 지도교사는 화석끼리 연결시킬 수 있는 수준까지도 영재들을 위해서 지도할 수 있어야 한다.

학습은 학생들이 이미 가지고 있는 직관적 관념의 변화를 말한다. 즉 학생들의 사전 경험이나 선행학습을 통하여 획득한 직관적 관념과 그 체계를 대체적 개념들이라 하고 대체적 개념들의 변화를 학습이라고 정의한다(Driver, 1987). 본 연구에서도 사전 개념원도 작성에서는 거의 모든 학생이 비슷한 수준의 초보단계 개념원도를 작성하였지만 한 단원의 수업이 끝난 다음에는 다양한 차원의 개념원도를 작성하였다. 그러므로 화석에 대한 학습은 학생들이 화석에 대하여 형성하고 있는 대체적 개념들을 변화시키기 위한 과학적인 모형이라고 말할 수 있다. 또한 Pines 등(1986)은 학생들이 수업 전 가지고 있던 개념의 변화나, 새로운 개념의 형성, 기존 개념의 분화와 발달, 새로운 개념에 의한 기존 개념의 교환 등을 학습으

로 정의하고 있다. 이 연구에서 사용한 수업 모델은 학습자 개인이 학습전 가지고 있던 선지식이나 수업을 위한 자료 수집시 획득한 선개념을 소그룹 단위로 토론하는 과정(배영부와 이유미, 2000)에서 집단구성원 간의 상호접촉에 의해 새로운 개념을 발견하거나 인지하고, 이해하며, 연관시키고, 적용해 보는 기회를 가질 수 있는 것이 특징이다.

이러한 관점에서 볼 때, 개념원도는 사고의 개발을 촉진시킬 수 있는 자료로 이용할 수도 있다. Johnson(1997)은 사고(thinking)를 수평적, 수직적 사고로 나누고 있는데 개념원도는 개념간의 연결을 통하여 수평적 사고인 새로운 사고 방향을 발견하는 능력을 배양시킬 수 있으며 이 결과로 한 개념에 대한 사고의 풍부함을 활용할 수 있다. 또한 여기에 수반하여 수직적 사고인 높은 단계의 사고 기술이나 정신적 활동을 구사할 수 있어 한차원 높은 개념원도를 그릴 수 있다. 그러므로 개념원도를 이용하면 논리적 사고, 창의적 사고, 과학적 사고, 문제해결 능력을 엿볼 수 있다. Deese(2000)는 개념과 개념과의 관계를 어떤 형태로 그리거나 표현할 때 시각적으로 형성되는 상을 통하여 깊은 이해를 할 수 있고 과학 개념 학습을 증진시킬 수 있을 뿐만 아니라 그림 조직자 활용에 능숙한 교사는 이를 초인지 영역까지 수업에 이용할 수 있고, 읽거나 언어로 상대방을 이해시킬 때도 같은 효과를 거둘 수 있으며 이에 대한 연구도 이루어지고 있다(유경희, 2003). 그러므로 그림 조직자, 특히 개념원도를 그릴 때 학습자의 개념 이해는 한층 발달될 수 있다고 볼 수 있다. James (2000)는 학습을 통한 개념의 이해과정에서 새로운

Table 3. Characteristics of each stage according to concept level

수준	특징
수용	가장 단순하고 초보적인 단계로 규정함. 개념학습 후 새 개념이 기존 인지구조에 의미있게 통합되지 않고, 단순히 학습자에게 수용된 상태로서, 학습전의 개념이 교정되지 않았거나 새로운 오개념의 자원이 되기도 한다. 이는 개념의 이해가 이루어지지 못하였음을 뜻하며, 타인에 대한 개념의 전달도 완벽하게 이루어질 수 없다.
전달	새로운 개념을 학습한 후 학습 내용을 기억하고 이해하는 수준으로, 받아들인 내용을 타인에게 그대로 전달할 수 있는 기본적인 수준
발달	개념 학습을 통해 기존의 인지구조가 과학자적 개념으로 재구성되었거나, 유사한 내용이나 비슷한 수준의 관계 개념까지 이해가 가능한 상태.
전환	개념 학습을 통해 기존의 인지구조가 과학자적 개념으로 재구성되었을 뿐만 아니라 더 포괄적인 개념으로 확대될 수 있고, 이를 새로운 문제에 적용시킬 수 있는 단계.

Table 4. Results of quantitative evaluation for study school

학교(N)순서(만점)	D (37명)	S (34명)	H (32명)
1. (10점 만점)	165 (4.4594) 2단계	166 (4.8823) 2단계	164 (5.1250) 2단계
2. (10점 만점)	295 (7.9729) 55-69%정확	263 (7.7352) 55-69%정확	239 (7.4687) 55-69%정확
3. (10점 만점)	4점 109 (2.9459개)	6점 106 (3.1176개)	6점 107 (3.3437개)
4. (5점 만점)	3점 81 (2.1891개)	3점 83 (2.4411개)	3점 87(2.7187개)
5. (10점 만점)	6점 442(11.9459개)	8점 428 (12.5882개)	8점 431 (13.4687개)
6. (5점 만점)	보통 146 (3.9459점)	보통 148 (4.3529점)	보통 148 (4.625점)
계 (50점 만점)	33.4591	35.1173	36.7498
100점으로 환산	66.9182	70.2346	73.4996

정보와 접할 수 있고 이러한 정보와 기존의 정보와의 관계를 정립하는 과정인 개념간의 연결이 학습의 중요한 핵이라고 하였으며 이를 통하여 새로운 지식의 감을 어떻게 감지(sense making)하는지에 따라 학습의 능력이 결정된다고 하였다. 개념의 연결은 개념의 확장과 개념의 질을 향상시키는데 필수 불가결한 활동이다. Steadman(1998)은 학습자가 개념들을 연결하는데 필요한 3가지의 주요 과정들(key processes)을, 첫째 학습되어야 할 정보에 대한 주의 집중, 둘째 학생 자신의 언어와 기억할 수 있는 가시적인 상(image)을 그리며 좀 더 정교하고, 깊은 과정을 거치는 동안 만들어진 정보를 저장(encoding)하고, 셋째 학생들 자신의 학습한 결과를 살펴볼(monitor) 능력을 증진시킬 수 것으로 제시하였다. 그러므로 이러한 관점에서, Fig. 1에 의한 학습 절차는 여러 가지로 도움이 되며, 특히 개념원도를 작성하는 활동은 상술한 3가지 요소를 모두 충족시키는 것으로 관찰되고 있으나 여기서는 그 증거를 제시를 하지 않고 다음 기회에 보완하여 보고하기로 하겠다.

실험반 3개 학교 3개 학급에 대하여, 개념원도에 의한 과학수업 전, 후의 지필고사에 대한 자료가 Table 2이다. Table 2에서 보면 3개교의 수업전 실험반과 비교반의 성적차이는 거의 없다. 그러나 수업후

의 성적차이는 유의도 0.01수준에서 뚜렷하게 구분됨을 알 수 있다.

또한 학생들이 수업 후 작성한 개념원도를 대상으로 연구자를 비롯한 본 연구에 참여한 3명의 교사가 합동으로 계량적인 방법으로 평가하려고 시도한 기준이 부록1이며, 평가한 결과는 Table 4와 같다. 이를 Table 3과 같이 학생들이 파지하고 있는 수준을 상술한 이론을 근거로 수용, 전달, 발달, 전환 4단계로 나누었을 때, 그 대표적인 학생들의 개념원도가 Fig. 3이다. Table 4에서 학생들이 득점할 수 있는 6항목의 총 점수는 50점으로, 100점으로 환산하면 D교는 약 67점, S교는 약 70점, H교는 약 73점이다. Table 2와 Table 4에서 개념원도 학습후의 실험반 평가치를 비교해 보면 지필검사와 개념원도 평가가 일치하고 있음을 알 수 있어, 교사는 지필평가 없이도 학생들의 개념 성취를 파악할 수 있는 자료로 쓸 수 있다. Fig. 4는 학생들이 작성한 개념원도를 보고 연구자들이 수준에 따라 분류해 본 것이다. 각 개념원도 사이는 미세한 수준 차이는 있으나 이를 무시하고 대략적으로 4단계로 처리한 결과이다. Fig. 4에 의하면 S와 D초등학교는 대체로 전달-발달 수준 중심으로 학생들이 비교적 넓게 퍼져 있고, H초등학교는 발달 수준에 가장 많이 분포한다. 그러나 Fig. 4는 상술한

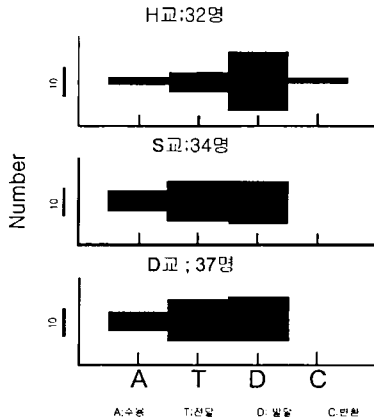


Fig. 4. Show that distribution of each student's intellectual skill according to concept level.

바와 같이 학생들 각 개인의 수준을 정확하게 표시할 수 있는 체계가 아니라 전체적인 대략의 분포를 알 수 있도록 표시해본 것이므로 각 수준의 경계가 애매할 수도 있다. 학생들이 그린 개념원도를 계량적인 방법으로 처리한 자료 Table 4와 교사의 판단에 따라 구분된 Fig. 4의 두가지 방법으로 평가해 본 결과도 비교해 보면 그 결과가 거의 일치함을 알 수 있다. 이는 수업 후 실시한 지필 평가와도 맥을 같이 하고 있음을 알 수 있다. 그러므로 복잡한 지필 평가나 원개념도의 계량적인 분석없이 이러한 수업에 숙달된 교사는 학생들이 작성한 개념원도만을 가지고도 학생이 학습한 개념에 대한 상태를 쉽게 파악할 수 있는 수단으로 삼을 수 있는 자료를 가지게 된다.

### 결론

사회적 구성주의 교수학습모형과 개념원도를 이용한 과학학습은 학생들의 개념학습에 도움이 될 뿐만 아니라 의미있게 학생들의 개념을 신장시킨 것으로 나타났으며 교사가 학생의 개념 파지 상태를 파악하는데 도움이 된다. 이는 개념원도를 이용한 수업전후에 실시한 지필검사나 개념원도의 계량적인 분석에서 입증되었다. 실험대상인 3개교 4학년 학생들은 대부분 발달 단계는 넘어서지 못하고 있으며 변환단계까지는 미치지 못하고 있다. H교의 학생이 의미구성에 우수한 학생이 많음을 알 수 있었고, D와 S교는 비교적 비슷한 수준의 학생이 많음을 짐작할 수 있었다. 이 연구를 통하여 얻어진 결과를 바탕으로, 활용

방안은 상당히 많을 것으로 예상되나 특히 학습을 통해서 얻어지는 상당한 개념의 확장과 개념의 질 변화에 대한 결과는 진단평가나 형성평가에 도입할 가치가 있는 것으로 판단된다.

### 사사

이 연구를 하는데 실제 수업을 하며 협조해준 D, S, H 교의 L, J, C 교사에게 감사한다.

### 참고 문헌

김미옥, 정영란, 1995, 고등학교 생물 세포 단원의 개념도에 의한 분석. 한국과학교육학회지, 15 (2), 6-16.  
 김주훈, 1999, 중학교 과학과 수행평가 시행방안 및 자료 개발 연구. 한국교육과정평가원, 연구보고 CRE-99-7.  
 박수경, 1999, 구성주의적 과학수업이 대기압 개념 획득과 학습동기에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 19 (2), 217-228.  
 배영부, 이유미, 2000, 구성주의 관점에 의한 자연과 '지층과 화석' 단원의 교수-학습. 한국지구과학회지, 21 (3), 219-229.  
 유영희, 2003, 개념원도를 이용한 수업이 과학책의 읽기 능력에 미치는 영향. 서울 교육대학교 석사학위논문.  
 이정미, 허명, 1995, 개념도 활용이 과학수업에 대한 태도와 학업성취도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15 (2), 223-232.  
 정재구, 2000, 개념도를 활용한 초등학교 학생의 암석 단원 학습이 학업 성취도 및 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.  
 한국초등과학교육평가회, 2001, 수준별 학습평가. 미발간.  
 Deese, W.C., Ramsey, L.L., Walczyk, J., and Eddy, D., 2000, Using demonstration assessments to improve learning. Journal of Chemical Education, 77, 1511-1516  
 Driver, R., 1987, Changing Conception. Prepared for International Seminar, Adolescent Development and School Science, King's College, London, September 13-17.  
 James J. Gallagher, 2000, Teaching for understanding of knowledge. School Science and Mathematics, 100 (6), 310-318.  
 Johnson, S.D., 1997, Learning technological concepts and developing intellectual skills. International Journal of Technology and Design Education, 7, 161-180.  
 Nobles, C., 1993, Concept circle diagrams: A Metacognitive learning strategy enhance Meaningful Learning in the Elementary Science Classroom. Unpublished Doctoral dissertation, Louisiana State University, Baton Rouge.  
 Pines, A.L. and West, H.T., 1986, Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research

- within a source of knowledge framework. *Science Education*, 70 (5), 583-604.
- Steadman, M. and Svinicki, M., 1998, In Classroom Assessment and Research: An Update on Uses, Approaches and Research Findings. In Angelo, T. (ed.), *New Directions for Teaching and Learning* 75; Jossey-Bass; San Francisco.
- Trowbridge, J.E. and Wandersee, J.H., 1998, *Teaching Science for Understanding: Theory-Driven Graphic Organizers*. Academic Press, 110 -112.
- Wandersee, J.H., 1987, Drawing Concept Circles: A new way to teach and test Students. *Science Activities*, 27 (10), 923-936.

---

2003년 6월 23일 원고 접수  
2003년 10월 30일 수정원고 접수  
2003년 11월 15일 원고 채택



## 부록 1. 개념원도 평가 기준

1. 확장 단계수는? (정확한 것만 채점)

- ① 5단계 이상 10점
- ② 4단계-3단계 미만 8점
- ③ 3단계-4단계 미만 6점
- ④ 2단계-3단계 미만 4점
- ⑤ 1단계-2단계 미만 2점
- ⑥ 0단계-1단계 미만 0점

2. 확장 과정에서 이웃하는 개념원과 원 사이의 위계관계가

- ① 85%이상 정확 10점
- ② 70-84% 정확 8점
- ③ 55-69% 정확 6점
- ④ 40-54% 정확 4점
- ⑤ 25-39% 정확 2점
- ⑥ 0-24% 정확 0점

3. 확장 기준이 정확한 것의 갯수

- ① 5개 이상 10점
- ② 4개 8점
- ③ 3개 6점
- ④ 2개 4점
- ⑤ 1개 2점

4. 확장된 개념원속의 개념이

- ① 1개 원내에 평균 3개 이상 정확 5점
- ② 1개 원내에 평균 2개 정확 3점
- ③ 1개 원내에 평균 1개 정확 1점
- ④ 1개 원내에 정확한 개념이 없다 0점

5. 개념원도에 나타난 개념 중 정확한 것의 개수

- ① 15개 이상 10점
- ② 12-15개 미만 8점
- ③ 9-12개 미만 6점
- ④ 6-9개 미만 3점
- ⑤ 3-6개 미만 1점
- ⑥ 0-3개 미만 0점

6. 색깔을 계열별로 의미있게 칠했나?

- ① 잘 칠 했다 5점
- ② 보통 3점
- ③ 모자란다 1점
- ④ 색깔을 칠하지 않았다 0점