

개념도를 이용한 구조적 지식의 조사 연구

- 초등학교 평면 도형 단원을 중심으로 -

정 승 진 (안성 광덕초등학교)

박 배 훈 (한국교원대학교)

정보화 시대에 접어들면서, 오늘의 유용한 지식이 내일도 유용하리라는 보장을 할 수 없을 정도로 새로운 정보가 홍수처럼 쏟아져 나오고 있고, 더불어 학습자가 학습할 지식의 양도 폭발적으로 증가하고 있다. 또한, 이렇게 비대해진 지식을 교사의 교수에만 의존해서 학습한다는 것은 점점 불가능하기 때문에, 학습자는 이미 알고 있는 지식을 이용하여 스스로 새로운 지식을 이해하고 획득할 필요가 있다.

지식의 이해와 획득에 대해서, 피아제와 구성주의자들은 “학습자는 이미 알고 있는 개념에 기초하여 동화와 조절의 과정을 거치면서 새로운 지식을 이해하고 획득한다”라고 주장하고 있고, 정보처리 연구자들은 “학습자들이 서로 다른 개념을 적절히 연결함으로써 새로운 지식을 이해하고 쉽게 저장할 수 있다”라고 말한다.

이러한 관점에서 보면, 지식을 이해하고 획득할 때, 학습자가 이미 알고 있는 지식은 아주 중요하다. 또한, Ausubel(1968)은 “교육 심리학의 모든 원리들을 한가지로 줄여서 말한다면, 학습에 영향을 주는 가장 중요한 한가지 요인은 학습자가 이미 알고 있는 것이다”라고 강조했다. 따라서, 새로운 지식을 학습자가 이미 가지고 있는 개념에 연관짓기 위해서, 학습자의 사전 지식(prior knowledge)에 대한 정확한 파악이 필요하고, 이러한 과정을 촉진하기 위해서는 개념적 출발점(conceptual starting place)인 개념적 지식(conceptual knowledge)을 알 필요가 있다(Novak, & Gowin, 1985).

Hiebert와 Lefevre(1986)는 개념적 지식을 관계(relation)가 풍부한 지식으로 정의하고, 개별적인 지식이 잘 연결되어 있는 network로 생각했다. 그러므로 개념적 지식은 기억(memory) 속에 이미 존재하는 서로 다른 종류의 지식을 연결하거나, 기존의 구조에 새로운 종류의 지식을 첨가함으로써 점차 증가되고 구조화된다.

따라서 개념적 지식은 지식 영역 안에서 개념이 서로 통합되는 구조적 지식(structural knowledge)으로 정의할 수 있고, 학습자는 이미 알고 있는 개념을 바탕으로 지식을 구조화하는 과정에서 지식을 획득해 나가게 된다. 이러한 구조적 지식은 사람의 인지 구조를 반영하는 것으로, 서로 다른 내용 영역에 있는 지식을 개인이 조직하는 것을 설명해 줄 수 있다. 그러므로 구조적 지식은 개념을 이해하는데 필수적이고, 개념을 다른 곳에 적용할 수 있는 능력을 나타낸다. 좋은 구조적 지식을 가지고 있는 사람은 현재의 정보를 평가하고 분석하는 능력이 좋으며, 결과를 예측하거나 원인의 추리, 관계의 설명을 잘 할 수 있다. 또한 구조적 지식은 문제해결과 학습 전이, 학습 자료의 이해, 학습의 기억에 깊은 관계가 있다(Jonassen, & Grabowski, 1993).

만약, 기억이 의미적 network로 조직되어 있다면, 교사는 학습자의 network를 재조직해 봄으로써 학습자의 구조적 지식을 조사할 수 있다. 그러나 구조적 지식을 알 수 있는 방법은 지식에 대한 전통적인 검사와 다소 다르다. 그것은 정답이 없다. 왜냐하면, 우리는 상식적으로 지식을 공유하고 있으나, 알고 있는 지식을 개개인이 조직화시키는 방법은 천차만별하기 때

문이다(Jonassen, & Grabowski, 1993). Ausubel도 학습자가 이미 알고 있는 것을 교사가 파악하는 것이 중요하다고 말했지만, 학습자가 이미 알고 있는 것을 교사가 확인할 수 있도록 도와주는 간단하고도 기능적인 도구를 교사에게 제공하지 못했다(Novak, & Gowin, 1985).

그러나 구조적 지식은 기존 개념의 이해 정도와 새로운 개념과의 연결을 피하는 과정을 시각적으로 표현하는 개념도(concept map)를 이용하여 잘 설명할 수 있다(Novak, & Gowin, 1985). 개념도 활동을 통하여 학습자는 이미 알고 있는 지식을 시각적으로 도식화(圖式化)시키므로 교사는 학생이 가지고 있는 구조적 지식의 획득 정도와 발달 정도를 쉽게 조사할 수 있다.

Novak과 Staff(1981)는 Ausubel의 유의미 학습(Meaningful Learning) 이론에 근거하여 지식의 개념적 조직과 개념 학습에 초점을 두어 유의미 학습을 고양하는 수업 자료로써 개념도 전략을 고안하였으며, 개념의 변화를 총체적으로 연구할 수 있는 초인지(metacognition) 학습으로의 새로운 접근을 시도하였다. 따라서, 개념도 활동을 통하여 학습자는 자신의 인지 구조 속을 탐색하고 교사는 학습자가 알고 있는 것을 알 수 있기 때문에, 수업 전의 개념도 활동을 통하여 의미를 구조화시킬 수 있는 개념의 척도를 알 수 있고, 수업 후 개념도 활동을 통해서 개념의 성장을 알아볼 수 있다. 또한, 개념도는 인간이 가지고 있는 개념과 명제(proposition)의 표현이기 때문에, 교사와 학생은 명제적 연결이 좋은지, 타당한지에 대해 견해를 교환할 수 있고, 새로 배워야 할 개념들 사이에 연결이 필요하다는 것을 인식할 수 있다(Novak, & Gowin, 1985).

이러한 개념도를 활용한 연구는 처음 과학 분야에서 시작 되었으나, 지금은 다른 학문 분야에서도 많이 행해지고 있다.

수학에서 개념도를 활용한 연구 중에 Williams(1995)의 연구는 유의미한 수학 학습과 수학적

지식의 표현(representation)을 위한 개념도의 유용성을 입증해 주었고, 박경미(1993)는 학생들의 개념 이해를 평가하는데 있어서 취약점을 가지고 있는 지필 평가와 이를 보완할 수는 있지만 시간과 노력이 많이 드는 면담, 관찰의 한계를 개념도를 통해서 극복할 수 있다고 말하고 있다.

지금까지 살펴본 바와 같이, 구조적 지식은 개념과 개념이 연결된 지식으로 새로운 지식의 습득과 이해에 깊은 관계가 있고, 결과 예측, 원인의 추리, 관계 설명에 중요한 역할을 하고 있다. 또한, 개념도는 학생들의 인지 구조를 알아보는데 유용한 도구로 학생들이 개념과 개념을 연결시키는 구조적 지식의 획득 정도와 발달 정도를 알아보는데 효과적이다. 그러므로 교사는 개념도를 이용하여 학생들이 가지고 있는 구조적 지식을 조사해 봄으로써 교수-학습지도에 많은 도움을 받을 수 있다.

따라서, 본 연구는 개념도를 이용하여 학생들이 평면 도형에 대한 개념을 구조화 시켰을 때 구조적 지식의 획득 정도를 알아보고, 학생들의 개념도를 위계에 따라 유형별로 분류하여 그 특징을 조사해 보는데 그 목적을 두고 다음과 같은 연구 내용을 설정하였다.

1. 개념도를 이용하여 평면 도형에 대한 구조적 지식의 획득 정도를 알아보고, 상, 중, 하 집단간에 차이가 있는지를 조사한다.
2. 개념도를 위계에 따라 유형별로 분류하고, 특징을 조사한다.

연구 방법 및 절차

연구 대상

본 연구의 대상은 경기도 용인시와 여주군에 소재하고 있는 P초등학교와 Y초등학교 6학년 각 1개반씩 2개반 85명을 연구 대상으로 선정하였다. 삼각형에 대한 구조적 지식을 조사하기

위하여 삼각형에 대한 기본 지식 검사를 통하여 상집단 32명, 중집단 26명, 하집단 27명을 선정하였고, 사각형에 대한 구조적 지식을 조사하기 위하여 사각형에 대한 기본 지식 검사지를 통하여 상집단 28명, 중집단 32명, 하집단 25명을 선정하였다.

이들 학교는 전체 36~40학급 규모이고, 사회적, 경제적 수준은 중소 도시의 중간 정도라고 볼 수 있다.

연구 방법

본 연구의 연구 내용을 알아보기 위한 연구 방법은 두 가지이다. 첫째는 개념도 소개활동(부록 2)을 통하여 학생들이 개념도를 작성하는 능력을 길러준 다음에 삼각형과 사각형에 대한 기본 지식 검사(부록 3, 4)를 한다. 삼각형과 사각형에 대한 기본 지식의 검사를 통하여 삼각형에 대한 기본 지식을 가지고 있는 상·중·하집단과 사각형에 대한 기본 지식을 가지고 있는 상·중·하집단을 나누고, 삼각형과 사각형에 대한 개념도를 작성하여 집단별로 명제, 위계, 교차연결을 조사한다. 둘째는 학생들의 개념도를 위계에 따라 유형별로 분류하고, 특징과 작성 과정을 면담을 통하여 조사한다. 이를 통하여 학생들이 그러한 구조적 지식을 갖게된 이유를 직접적으로 알아본다.

검사 도구

본 연구에서 실시된 검사는 기본 지식 검사와 개념도이다. 기본 지식 검사는 연구 대상의 학생들을 상·중·하집단으로 구분하기 위한 검사이고, 개념도는 연구 내용을 조사하기 위한 검사이다.

기본 지식 검사지의 내용은 초등학교 수학교육과정에서 삼각형과 사각형의 개념도를 작성하는데 필요한 주어진 개념을 선정한 후, 선정된 개념의 정확한 개념이나 성질에 대한 기

본 지식을 검사하는 것이고, 삼각형과 사각형에 대한 개념도를 작성하는 데 필요한 개념들은 초등학교 수학과 교육과정에 나와있는 내용을 근거로 본 연구자가 선정하였으며, 주어진 개념을 가지고 개념도를 작성하게 했다.

본 연구에서 개념도를 이용한 구조적 지식의 조사 준거는 Novak(1985)과 박경미(1993)의 준거를 기준으로 표 <1>과 같이 본 연구자가 정리하였다.

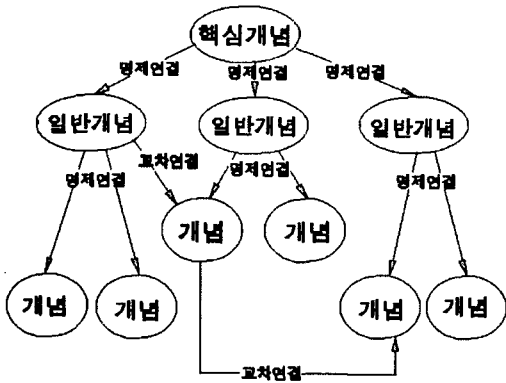
<표1> 구조적 지식 조사 준거표

영역	척도	척도 기준
명제	잘된 연결	두 개념 사이의 명제의 연결이 올바르게 의미가 있다.
	보통 연결	단순한 말로 명제를 연결하거나 반복하여 사용한다.
	단순 연결	연결어가 없고 화살표만 있거나 거의 무의미한 연결어로 연결되어 있다.
	잘못된 연결	두 개념 사이의 연결이 의미가 없고 잘못되었다.
위계	잘된 위계	보다 일반적인 개념을 상위에, 그에 종속되는 개념을 하위에 올바르게 배치하였다.
	잘못된 위계	개념의 위계가 적절치 못하다.
교차 연결	잘된 교차 연결	두 개념 사이의 명제의 연결이 올바르게 의미가 있다.
	보통 교차 연결	단순한 말로 명제를 연결하거나 반복하여 사용한다.
	단순 교차 연결	연결어가 없고 화살표만 있거나 거의 무의미한 연결어로 연결되어 있다.
	잘못된 교차 연결	두 개념 사이의 연결이 의미가 없고 잘못되었다.

구조적 지식의 조사 방법은 위의 표 <1>에

의해서 연결의 개수와 위계의 개수를 조사하는 것이다.

명제의 연결과 위계, 교차 연결을 구체적으로 설명하면 그림 <1>과 같다



<그림 1> 개념도에서 명제, 위계, 교차연결의 예

연구의 절차

- 1) 예비검사: 기본지식검사지와 개념도에 대해서 2차에 걸쳐 1997년 9월 8일-15일에 걸쳐 실시함.
- 2) 본 검사: 1997년 9월 22일~9월 26일까지 연구 대상으로 선정된 경기도 용인시와 여주군에 소재하고 있는 P초등학교와 Y초등학교 6학년 각각 1개반씩 전체 학생 86명을 대상으로 실시했다.
- 3) 학생 보고서 작성: 연구 내용 2를 조사하기 위해서 개념도를 위계에 따라 유형별로 분류한 다음 각 유형별로 일부 학생을 임의로 선정하여 1997년 10월 2일 학생 보고서를 작성하게 하였다. 보고서 작성 시간은 삼각형 30분, 사각형 30분 총 60분이 주어졌고, 삼각형과 사각형에 대한 보고서를 작성한 학생은 45명으로 보고서를 기초로 하여 면담할 자료와 학생을 선발하였다.
- 4) 면담 실시: 연구 내용 2를 조사하기 위해서 개념도를 위계에 따라 유형별로 분류한 다음에

각 유형별로 일부 학생을 임의로 선정하여 학생 보고서를 작성하고, 이를 토대로 확실한 명제를 가지고 있지만 위계가 다른 학생 6명(삼각형 2명, 사각형 4명)을 선발하여 1997년 10월 6일 면담을 실시하였다.

면담 내용은 각각의 위계를 선택한 이유와 명제의 연결을 확인하고, 이를 통하여 자신의 개념도에서 서로 연결시키지 않았거나 잘못된 위계를 발견하여 새로운 개념도를 작성할 필요성을 발견할 수 있도록 하는 내용이었다. 면담 시간은 1인당 10분 정도 소요되었다.

자료의 분석

연구 문제 1을 해결하기 위하여 구조적 지식 중에서 명제를 잘된 연결, 보통연결, 단순연결, 잘못된 연결과 같이 4단계 나누었고, 위계는 잘된 위계, 잘못된 위계와 같이 2단계로 나누었으며, 교차연결은 잘된 교차연결, 보통 교차연결, 단순 교차연결, 잘못된 교차연결과 같이 4단계로 나누어 각각의 단계에 대한 빈도수를 조사하였다.

각 단계에서 집단별로 평균에 유의미한 차이가 있는지를 검증하기 위해서 One-Way ANOVA를 했고, 각 집단간에 유의미한 평균의 차이가 있을 경우 Duncan 검정을 통해 어느 집단간에 차이가 있는지를 조사했다.

연구 문제 2를 해결하기 위하여 개념도를 위계별로 분류하고, 학생 보고서와 면담을 통하여 그 특징을 분석했다.

연구 결과 분석

연구 내용 1

평면 도형에 대한 구조적 지식의 획득 정도를 알아보고, 집단간 구조적 지식의 획득정도의 차이를 명제, 위계, 교차연결 세 가지 측면에서 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 명제

삼각형에 대한 명제의 연결 수를 조사해본 결과 잘된 연결은 상집단, 단순 연결은 중·하집단이 많았고, 보통 연결은 집단간 유의미한 차이가 없었으며, 잘못된 연결은 하집단이 상집단 보다는 많았다.

사각형에 대한 명제의 연결 수는 잘된 연결은 상집단이 많았고, 단순 연결은 중·하집단이 많았다. 보통 연결과 잘못된 연결에서는 집단간 유의미한 차이가 없었다.

2) 위계

삼각형의 위계에서는 위계 수에 대해서 집단별로 유의미한 차이가 없었다.

사각형의 위계에서는 잘된 위계, 잘못된 위계 모두 상집단과 하집단 사이에 유의미한 차이가 있었다.

3) 교차연결

삼각형에 대한 교차연결 수 조사에서 잘된 교차연결은 각 집단간에 유의미한 차이가 있었다.

사각형에 대한 교차연결 수 조사에서는 상집단이 다른 집단보다 교차연결이 많았고, 상집단과 다른 집단간에 유의미한 차이가 있었다.

연구 내용 2

평면도형에 대한 구조적 지식을 위계에 따라 유형별로 그 특징을 조사해 본 결과는 다음과 같다.

삼각형은 크게 두 가지 유형으로 분류되었다. T-A형 개념도는 1단계에 삼각형, 2단계에 세 개의 변·세 개의 각, 3단계에 이등변삼각형·정삼각형, 4단계에 예각삼각형·직각삼각형·둔각삼각형 순이었다. T-B형 개념도는 1단계에 삼각형, 2단계에 세 개의 변·세 개의 각, 3단계에 이등변삼각형·정삼각형·예각삼각형·직각삼각형·둔각삼각형 순이었다.

사각형은 크게 네 가지 유형의 개념도로 분류되었다. Q-A형 개념도는 1단계에 사각형, 2단계에 사다리꼴·평행사변형, 3단계에 직사각

형·정사각형·마름모 순으로 나타났다. Q-B형 개념도는 1단계에 사각형, 2단계에 사다리꼴·평행사변형·직사각형·정사각형·마름모로 나타났다. Q-C형 개념도는 1단계에 사각형, 2단계에 정사각형, 3단계에 사다리꼴·평행사변형·직사각형·마름모 순으로 나타났다. Q-D형 개념도는 1단계에 사각형, 2단계에 직사각형·정사각형, 3단계에 사다리꼴·평행사변형·마름모 순으로 나타났다.

논의

이상의 연구 결과를 통하여, 개념도는 개념과 명제를 확장시키고, 우리가 갖고 있는 개념과 개념 사이의 관계를 얼마나 정확히 나타내고 있는가를 알 수 있게 해준다고 말한 Novak(1985)의 연구와 일치하는 것을 알 수 있다.

본 연구에서 삼각형과 사각형에 대한 명제의 연결에서 공통적으로 나타난 사실은 잘된 연결이 다른 집단에 비해 상집단이 많았고, 단순 연결은 중·하집단이 많았다는 것을 알 수 있었다. 개념도를 통해서 명제를 조사하므로써 여러 가지 개념들간의 다양한 개념들의 연결을 알 수 있었다. 더욱이 개념들간의 연결의 정당성을 연결어로 쓰기 때문에 상호간의 연결의 정확성을 알 수 있고, 화살표의 방향에 따른 두 개념들간 관계를 추론해 볼 수도 있었다.

학생들의 개념도에서 예를 들면, (평행사변형→정사각형)의 연결에 사용된 연결어는 “네 각의 크기와 네 변의 길이가 같다”이지만, (정사각형→평행사변형)의 연결에 사용된 연결어는 “마주 보는 두 쌍의 변이 평행하다”였다. 이것은 정사각형의 개념을 정확히 알고 있고, 정사각형이 평행사변형이 될 수 있다는 사실을 알고 있다는 것을 보여준다.

위계에 대해서 Ehernberg는 “개념도는 이상적인 개념도가 없기 때문에 평가와 해석에 있어서 주관적인 편견이 많이 개재될 수 있고, 일반화하는데 어려움이 있으며, 특히 이러한 경우

는 위계에서 나타나는데, 가장 포괄적이고 일반적인 개념이거나 가장 특정하고 구체적인 개념을 제외하고는 개념도 중간에서 연결되는 개념들의 위계가 개인에 따라 다르게 배열될 수 있기 때문에 그러한 개념을 규정하고 위계로 나타내는데는 애매함과 모호함이 따른다. 즉, 어느 개념이건 상위 개념에 대한 하위 개념이 될 수 있으며, 동시에 하위 개념에 대한 상위 개념이 될 수 있다.”라고 말하고 있다(장옥화, 1992: 재인용).

위계에 대한 위와 같은 문제점이 본 연구에서도 확인되었다. 삼각형에 대한 위계에서는 잘된 위계나 잘못된 위계에 집단별 차이가 없었으나, 사각형에서는 하집단이 상집단에 비해서 잘된 위계가 많았고, 잘못된 위계가 적었다. 그러나 상집단은 명제의 연결에서는 정확했으나 위계에서 포괄적인 개념, 혹은 상위 개념을 정하는데 있어서 혼란이 있었던 것 같다. 반면에 하위집단은 위계는 옳으나 단순한 명제의 연결이 많았다.

예를 들어, (정사각형→마름모)를 네 변이 모두 평행이고 네 변의 길이가 같은 것)이라고 연결한 학생은 위계에서는 잘못된 위계를 가지고 있지만 명제는 정확하게 알고 있다고 말할 수 있다. 그러나 (마름모→정사각형)이라고 연결하고 연결어를 쓰지 않은 학생은 위계를 정확히 알고 있다고 말하기가 힘들다. 그것은 연결의 타당성을 입증할 연결어가 없기 때문이다. 앞에서 언급한 Ehernberg의 말에 의하면 오히려 전자가 후자보다 더 좋은 위계를 가지고 있다고 말할 수도 있다. 전자와 같은 상황은 상·중집단에서 많이 나타났고, 후자와 같은 상황은 하집단에서 많이 볼 수 있었다.

그리고 상집단 보다는 하집단이 잘된 위계가 많았던 이유 중에는 본 연구에서 개념도를 작성할 때, 학생들 스스로 삼각형과 사각형에 대한 개념을 규정하고 작성하는 것이 아니라, 본 연구자가 몇 개의 개념을 주고 이것을 근거로 개념도를 작성시켰기 때문에 주어진 개념들의

순서대로 1단계에 하나의 개념, 2단계에 두 개의 개념, 3단계에 그 나머지 개념들을 가지고 개념도를 작성했기 때문인 것 같다. 상집단은 개념에 대한 지식이 있었기 때문에 나름대로의 생각을 가지고 지식을 구조화시켰고, 하집단은 별 의미없이 순서대로 위계를 잡아 구조화를 시킨 것이다. 이러한 근거로 상집단이 하집단에 비해서 잘된 연결과 잘된 교차연결이 많았고, 하집단은 단순 연결이 많았고 교차연결은 거의 없었다는 것을 들 수 있다.

교차연결은 다른 가지에 있는 두 개념들 사이의 연결로, 다른 위계의 개념들을 통합하고, 다른 가지와의 상호 관련성, 유사성, 차이점을 탐구할 수 있는 통합적 조정 능력이 필요하다. 본 연구에서 교차연결은 상집단이 다른 집단에 비해서 많았다. 그러나 교차연결이 통합적 조정 능력을 요구하는 것이기 때문에 완전한 교차연결을 학생들에게서 찾아보기는 힘들었다. 예를 들어, (사다리꼴→직사각형, 마름모, 정사각형)에 연결되고 (평행사변형→직사각형, 마름모, 정사각형)이 연결되었지만 사다리꼴과 평행사변형의 교차연결이나, 직사각형·마름모·정사각형간의 교차연결은 하지 않은 경우이다.

위계에 따라서 삼각형과 사각형에 대한 개념도를 특징별로 분류해서 조사해본 결과 학생들이 가지고 있는 개념들 간의 위계를 알 수 있었고, 개념들 간에서 포괄적이고, 일반적인 개념을 구별해 내는데 많은 어려움을 갖고 있다는 것을 알 수 있었고, 교육과정에 소개되는 순서와 소개되는 횟수에 많은 영향을 받고 있다는 것을 알 수 있었다. 예를 들어, 삼각형에서 이등변삼각형과, 정삼각형을 학생들이 다른 개념 보다 윗 단계에 놓았고, 사각형에서는 정사각형이나 직사각형을 다른 개념보다 윗 단계에 놓았던 사실을 통해서 알 수 있다.

본 연구의 결과에 의하면 개념도를 통하여 학생들이 가지고 있는 개념들에 대한 명제, 위계, 교차연결을 조사해 봄으로써 학생들의 구조적 지식을 확인 할 수 있음을 알 수 있다.

결론 및 제언

본 연구의 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 구조적 지식 중에서 명제의 연결을 조사함으로써 아동들이 가지고 있는 개념과 개념간의 관계를 명확히 알 수 있었다. 더욱이 개념들간의 연결의 정당성을 연결어로 쓰기 때문에 상호간의 연결의 정확성을 알 수 있었고, 화살표의 방향에 따른 두 개념들간 관계를 추론해볼 수도 있었다. 또한, 명제의 수를 통해서 학생이 얼마나 많은 개념을 이해하고, 서로 연관 지을 수 있는지를 알 수 있었다. 본 연구에서도 기본 지식 검사를 기준으로 상집단에 속하는 학생들이 다른 집단과 유의미한 차이를 보인 것은 이러한 사실을 잘 입증해 주고 있다. 교사는 명제를 조사해 봄으로써 학생의 개념 이해와 개념과 개념이 연결되어 있는 정도를 확인할 수 있기 때문에 개념 학습을 하기 전이나, 개념 학습 후에 개념도를 이용해서 명제를 조사하여 교수 학습 설계나 학습 치료에 도움을 줄 수 있는 좋은 자료로 이용할 수 있다.

둘째, 구조적 지식 중에서 위계를 조사해 봄으로써 아동들이 지식을 구조화하는 과정에서 보다 포괄적이고 일반적인 개념을 어느 것으로 규정하고 있는지를 알 수 있었다. 본 연구에서 상집단이 하집단보다 잘된 위계가 적고, 잘못된 위계가 많이 나타난 현상은, 학생들이 명제의 연결은 잘되어 있어도 포괄적인 개념을 규정하는데 많은 어려움을 갖고 있다는 것을 보여준 것이다. 또한, 평면 도형에서 어떤 개념 순으로 포괄적인 개념을 규정하고, 그 이유는 무엇인지를 알 수 있었다. 따라서 교사는 학생들이 개념들간의 포함관계에서 보다 포괄적인 개념으로 무엇을 생각하고 있는지를 조사하여 올바른 위계를 가질 수 있도록 지도해야 한다.

셋째, 교차연결을 조사함으로써 다른 가지에 있는 개념들 사이의 상호 관련성을 얼마나 인지하고 있고, 다른 개념들을 통합 조정할 수 있

는지를 알 수 있었다. 이러한 능력은 고차원적인 사고이기 때문에 초등학생들에게는 힘든 것으로, 본 연구에서도 상집단이 다른 집단과 유의미한 차이가 나타나고 있지만 개별적으로 국소적으로만 이루어지고 있는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 학생들이 교차연결을 어려워 하지만 할 수 있는 능력을 가지고 있다는 것을 입증하는 것이다. 따라서, 교사는 개념도를 통하여 학생들이 힘들어하고 어려워하는 교차연결이 무엇인지를 파악하여, 올바른 피드백을 제공하고 교차연결이 많이 일어날 수 있는 학습 환경을 조성해야 한다.

결론적으로, 개념도를 이용하여 지식을 연결시켜 봄으로써 개념과 개념간의 명제를 정확하게 알고 있는지, 위계가 올바른지, 교차연결이 많이 일어나고 있는지를 알 수 있었기 때문에 학습자가 가지고 있는 구조적 지식을 근사(approximation)하게 알 수 있었다.

본 연구의 결과를 바탕으로 다음의 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 구조적 지식 중에서 위계는 하집단이 상집단보다 잘된 위계를 가지고 있는 것으로 나왔다. 이에 대해 본 연구자가 본 연구의 결과물을 토대로 그러한 결과에 대해서 근거를 제시했지만 더욱 정확한 결과를 얻기 위해서는 이에 대한 후속 연구가 필요하다.

둘째, 본 연구는 평면 도형에 대한 주어진 개념을 바탕으로 학생들의 구조적 지식을 조사했다. 그러나 평면 도형에 대한 하위 개념들을 주지 않고 가장 포괄적인 개념 하나만 주고 학생들의 구조적 지식을 조사해 볼 필요가 있다. 또한, 두 개의 방법을 서로 비교 분석해 봄으로써 학생들이 가지고 있는 구조적 지식을 더욱 정확하게 조사할 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구에서는 개념도를 통하여 평면 도형에 대한 구조적 지식을 조하였다. 그러나 개념도가 구조적 지식을 완벽하게 조사할 수 있는 도구라고 단언할 수는 없으므로 구조적 지식을 조사할 수 있는, 또 다른 도구를 조사할

필요가 있다.

넷째, 본 연구에서는 구조적 지식을 조사만 했지만, 올바르게 풍부한 구조적 지식을 가질 수 있도록 지식을 구조화하는 방법을 연구한다면, 교사나 학생들에게 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 박경미 (1993). 개념망-새로운 평가 도구. 대한수학교육학회 논문집, 제3권 제2호.
- 장옥화 (1992). 과학 교수 전략으로서의 개념도 활용에 관한 연구. 한국교원대학교, 석사학위논문.
- Ausbell, D. P. (1968). *Educational psychologist: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Hiebert, J., & Lefevre (1986). *Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis*. In J. Hiebert(Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonassen, D. H., & Grabowski, B. L. (1993). *Handbook of Individual Differences Learning & Instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: a useful tool for science education. *Journal of Research in science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Novak, J. D., & Staff (1981). *The use of concept mapping and in junior high school science*. Ithca, NY: Cornell University. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 200 437).
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1985). *learning how to learn*. New York: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Park, K. M., & Travers, K. J. (1996). A comparative study of a computer-based and a standard college first-year calculus course. *Issues in Mathematics Education*, Vol 6, 155-176.
- Williams, C. G. (1995). *Concept maps as Research Tools in mathematics*. Sanfrancisco, CA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 390 933).

An Analysis on Structural Knowledges by Concept Maps - Focused on Plane Figures in Elementary School -

Jeong, Seung Jin

Kwang Duck Elementary School, 225 Naeri, Daedukmyun, Anseong, kyounggi, 456-830, Korea

Park, Bae Hun

Dept. of Math. Education, Korea National University of Education, Chongwon, Chungbuk 363-791, Korea

The purpose of this study is to investigate significant differences of structural knowledges among the groups (high, middle, low) when the 6th grade subjects structured the concepts of the plane figures, triangle and quadrangle, by concept maps, and to analyse the features of concept maps according to hierarchy.

For this purpose, the following two research contents were investigated:

1. Investigating significant differences of structural knowledge in the concepts of the plane figures using concept maps among the groups (high, middle, low).
2. Analysing the features of concept maps according to hierarchy.

The structural knowledges represented on the concept maps of triangle and quadrangle which were drawn by the subjects were analysed by propositions, hierarchies, and cross-links. Subject-self Reports about how to make the concept maps were used to analyse the features of concept maps according to hierarchy.

The conclusions drawn from the results were as follows:

First, there were significant differences among the groups in proposition links.

Second, there wasn't any significant difference among the groups in hierarchy.

Third, there were significant differences among the groups in cross-links, and

Fourth, the results of analysing the concept maps by hierarchy showed that there were differences among the individuals in constructing the knowledges.