

# 수학과 수행평가 도구로서 개념망 과제의 개발과 적용 가능성

권 오 남 (이화여자대학교)

권 기 순 (번 동 중 학 교)

## I. 서 론

최근 수행평가는 열린교육의 일환으로 우리 나라에서 평가 변화를 주도하고 있다. 1999 학년도부터 고등학교에서는 수행평가를 실시하도록 하였고, 점수의 비중도 더욱 높여갈 것으로 발표한 바 있다. 수학과 교육과정도 6·7차를 이어 거듭 대안적 평가의 시행을 강조하고 있는 추세이다(교육부, 1992; 1997). 수행평가는 초·중학교에 이르기까지 그 범위를 확장할 것으로 보여 이에 대한 연구가 시급하다고 할 수 있다. 수학과와 경우 서술형, 포트폴리오, 프로젝트, 수학 일기 쓰기 등, 초·중등의 각급 학교에서 수행 과제 개발 및 채점에 대한 연구가 진행되었다(김상돈, 1996; 김민호, 1996; 황숙균, 1999). 최연희, 권오남, 성태제(1999)는 광의적이고 포괄적이었던 수학과 수행평가의 개념을 수학적 문제의 해결 과정과 결과, 수학적 원리를 찾아내는 과정과 결과, 실제 생활에 수학적 지식이나 기능을 적용하는 능력 등을 측정하는 것으로 정의하였다. 수학과 수행평가의 정의에서 볼 수 있듯이 수학과 수행평가는 수학적 지식이나 기능에 의한 산출물이나 정답 여부에만 관심이 있는 것이 아니라 이를 도출하는 과정에 대해서도 관심을 기울인다.

한편, NCTM의 Standards(1989)는 구체적인 평가 방법으로 학생들의 학습 과정에 대한 비형식적인 관찰(informal observation)이나 교과 내용에 대한 개별 면접법 등을 권장하고 있다. 하지만, 관찰이나 인터뷰 등은 지필 시험보다 학생들의 수학 지식 습득 상태를 정확하게 평가해 낼 수는 있으나, 현실적인 제약이 많이 따른다. 우선 지필 시험보다 평가하는데 시간과 노력이 많이 들 뿐 아니라 혹 많은 시간을 할애하여 그러한 평가를 시도하였다 하더라도 객관적인 성적 산출이 힘들다. 이렇게 이상적이긴 하지만 현실적 적용이 어려운

점에 대한 대안책으로 제시될 수 있는 것이 개념망(concept map)이라는 평가도구이다. 즉, 개념 이해 정도를 측정하는데는 취약하며, 계산 능력 측정에만 치우쳐 있는 지필 시험의 한계를 극복하고, 학생들의 개념 이해 정도는 평가할 수 있으나 현실적 어려움이 뒤따르는 관찰법과 인터뷰 등의 한계를 극복한 새로운 평가 방법이 개념망 과제라고 할 수 있다. 개념망은 일종의 개념 학습 방법으로 최근에는 평가 도구로 사용될 것이 제안되고 있다(박경미, 1993).

수행평가를 성적에 일부 또는 전부 반영하는 방향으로 교육과정이 편성되는 이 때에, 교사들은 더 이상 수행평가에 대한 연구를 유보할 수 없게 되었다. 교사들 자신이 손쉽게 제작할 수 있고, 수업 시간 내에 가르친 내용을 적합하게 평가, 피드백할 수 있는 수행평가 방법을 개발하는 것이 필요하다. '개념망'은 적절한 수행평가의 한 예가 될 수 있다. 따라서, 수학과 수행평가의 한 방법으로서 개념망의 적용가능성을 연구해야 할 필요가 있다. 본 연구에서는 수학과 수행평가의 한 방법으로서 개념망에 대한 과제 개발에 대한 연구와 이의 실행 가능성을 알아보려고 한다. 이에 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 수학과 수행평가 방법으로서 중학교에 적용 가능한 개념망 과제를 개발한다.
2. 수학과 수행평가를 위한 개념망 과제의 채점 기준을 개발한다.
3. 개념망 과제의 타당도와 신뢰도를 구축하는 방안을 모색한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 수학과 수행평가의 정의 및 특징

NCTM(1995)은 평가규준에서 수행을 '과제를 하는 동안 그 사람의 지식이나 판단이 드러나도록 물리적인 활동을 완성하거나 의미 있는 산물을 이루는 것'으로 규정하고 있다. Stenmark(1991)도 수학과와 수행평가란 학생들에게 수학적 과제, 프로젝트나 탐구 등의 수행 과제를 하도록 하여 그 산출물을 근거로 학생들이 실제로 아는 것과 할 수 있는 것이 무엇인지를 평가하는 것이라고 정의했다. 예·체능이나 문학의 경우 학생들의 수행이나 활동 과정을 중요시하고, 그 과정 속에서 학생의 수행을 평가하겠다는 수행평가는 의미가 크다. 그러나, 중등 수학과와 경우에는 음악이나 문학에서처럼 실기나 활동의 비중이 크지 않기 때문에 주로 문제해결의 사고 과정과 수학적 의사소통, 수학적 추론, 수학적 개념 형성 등에 초점을 맞추고 있다.

수학과 수행평가의 정의에서 볼 수 있듯이 수학과 수행평가의 특징은 수학적 지식이나 기능에 의한 산출물이나 정답 여부에만 관심이 있는 것이 아니라 이를 도출하는 과정에 대해 관심을 갖는다. 그러므로, 수학과 수행평가 과제는 실제 생활과 관련이 있거나 실생활에 일어날 수 있는 문제, 다양한 해결과정과 반응을 유도하는 열린 과제(open-ended task)의 성격을 지닌다. 이와 같은 수행평가의 정의에 부합하는 예로는 프로젝트, 포트폴리오, 관찰 및 면담 등과 이제 제시하게 될 개념망을 들 수 있다.

## 2. 개념망

개념에 대한 평가는 수학평가가 고정된 지식 덩어리의 평가, 단순 계산 능력에 대한 편협된 평가라는 비판을 받아 오면서 더욱 관심을 가져야 하는 부분이다. 수학을 인식하는데 있어 강조되는 부분은 수학을 조각 조각의 단편적인 개체로 보는 것이 아닌, 전체의 맥락에서 조망할 수 있는 눈을 갖도록 하는 것, 수많은 개념들이 복잡하게 서로 연결되어 움직이는 네트워크(network) 체계이며, 그 가지가 계속해서 성장하고 움직이는 거대한 체계라는 것을 알도록 하는 데 있다. 그러기 위해서는 수학 개념에 대한 정확한 개념학습과 이에 대한 의미있는 평가가 무엇보다 중요한 일일 것이다.

### (1) 개념망의 정의

개념망이란 개념들 사이의 관계를 2차원 도식으로 표현한 것이다. 개념망은 가장 포괄적이고 일반적인 개념을 제일 위에 놓고 그 밑으로 갈수록 구체적인 개념을 배치한 뒤 개념들 사이의 관계를 ‘적절한 연결어(linking words)’로 연결시킨 것이다. 개념망은 개념들 사이의 관계를 어떻게 파악하느냐에 따라 여러 가지로 표현이 가능하므로 절대적 정답이란 것이 없는 유동적(flexible) 성격을 띄고 있다. 개념망은 상위 개념과 하위 개념의 구분이 뚜렷하기 때문에 수학교과와 위계성을 살릴 수 있다.

[그림 1]은 CRESST(Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing)에서 제시하는 8학년의 ‘분수 개념’에 대한 개념망의 예이다. CRESST는 학교에서 실시할 수 있는 수행평가의 모델을 개발한 연구에서 한 가지 주제에 대하여, 예를 들면, 8학년의 ‘분수 개념’에 대한 평가라 했을 때, 그 주제에 대해 평가 방식을 5단계의 유형을 나누어 1단계에서는 단답형(short answer), 2단계에서는 그룹 활동(group activity), 3단계에서는 설명하기(explanation), 4단계에서는 문제 해결(problem solving), 5단계에서는 개념망

(concept map)을 하도록 구성하였다. 5단계에서 개념망을 제시함으로써 학생들이 그동안 ‘분수 개념’에 대해서 학습한 것을 단계적이고 총합적으로 표현·정리할 수 있도록 배열했는데 개념망 과제의 특성을 충분히 고려한 것이라 할 수 있다.

지시문 : 아래의 개념 지도를 완성하시오. 각 동그라미에는 분수개념과 관계 있는 단어들 이 적혀 있습니다. 각 단어가 서로 어떻게 관련되는지 동그라미를 화살표로 연결하세요. 화살표 위에 그들의 관계를 1~3개의 단어를 사용하여 설명하세요. 이 과제는 하나의 정답이 있는 것이 아닙니다. 여러분 모두의 개념 지도는 각기 다를 수 있습니다. 여러분이 중요하다고 생각하는 대로 모든 관계를 만들어 그려보세요.

개념	
분수	퍼센트
소수	나눗셈
비율	정수
가분수	눈금
몫	분자

[그림 1] CRESST의 8학년 분수 개념망 과제

박경미(1993)의 개념망이 개념간의 위계를 분명하게 드러내는 특징이 있다면, CRESST(1992)의 개념망은 개념들을 보다 자유롭게 배열하고 구성할 수 있는 특징이 있다. 개념망 과제를 처음 접하는 학생일 경우는 [그림 1]에서처럼 개념을 넣을 수 있는 동그라미 (혹은 사각형이 될 수도 있다)를 과제지에 인쇄해 두는 것이 좋겠지만, 개념망 과제에 어느 정도 익숙해진 상태가 되면, 학생들의 반응이 보다 자유롭게 이루어질 수 있게 동그라미 없이 개념들만 제시하는 것이 좋을 것이다.

(2) 수행평가의 한 유형으로서 개념망의 특성

개념망의 사용은 교육적으로 평가도구, 수업도구, 교육과정 도구 등 다양한 방법으로 쓰일 수 있다(박경미, 1993). 그 중에 평가도구로서 개념망이 갖는 특성은 수행평가의 지향점과 유사한 부분이 매우 많다.

첫째, 반응의 자유도가 매우 높다. 수행평가 과제의 요건은 열린 반응을 요구하고, 사고

과정의 자유로움을 보장하는 것이다. 답안도 정답이 하나만 있는 것이 아니고, 여러 가지로 다양하게 산출할 수 있는 것일수록 좋다는 것이 수행평가가 추구하는 점이었다. 또한, 해결 방법과 풀이 과정이 다양하다는 것도 빠져서는 안될 특징에 해당된다. 개념망은 주어진 개념을 가지고 학생들이 자신의 지식을 이해한 범위 내에서 자유롭게 지도로 그리는 것이다. 정답이 유일하게 존재하지는 않지만, 타당함과 적절함이 안배되는 모범답안만이 존재할 수 있다는 점에서 개념망이 수행평가일 수 있는 가장 큰 특징이라고 할 수 있다.

둘째, 수업의 과정 속에서 자연스럽게 이루어질 수 있다. 수행평가의 특성은 평가가 수업과 분리되어 별도로 치뤄지지 않고, 수업의 과정 속에서 학생의 수행을 관찰하고, 수행의 과정을 지켜 볼 수 있다는 데 있다. 개념망 과제도 제작과 시행이 어렵지 않고 부담이 없어 수업 시간에 배운 내용에 대해 손쉽게 개념망 평가를 할 수가 있다. 또한, 평가의 결과와 개념망 과제를 하면서 학생들의 수행을 지켜본 결과에 대해서 그때 그때 교사가 피드백할 수 있다는 점에서 수행평가의 취지에 부합된다고 할 수 있다. 학생들도 자신이 배운 개념들을 조망해 보고 관련 개념들을 정리하여 개념 구성을 보다 견고히 할 수 있다는 점에서 평가는 곧 수업의 연장선 상에 있다고 할 수 있을 것이다.

셋째, 개념망을 디자인하기 위해서 관련 개념들을 종합적이고 통합적으로 조망해 본다는 측면에서 논리력, 종합력 등 고등 수학적 사고 능력을 요구하는 평가 방법이라고 할 수 있다. 또한, 개념망을 자유롭게 창작하기 위해서 확산적 사고 및 창의력을 자극하고 유발하는 평가 방법이라고도 할 수 있다.

넷째, 학생들이 수학적 개념을 어떻게 이해하고 어떤 방식으로 지식을 구성하는지에 대한 정보를 얻을 수 있다. 학생들의 단순한 계산 능력이나 암기력 등을 측정하는 것에 비중을 두지 않고, 수학의 개념적 지식의 구성을 평가하는 것이고, 개념들간의 관계적 이해를 평가한다는 측면에서도 수행평가의 특성을 갖는 것이다.

다섯째, 본 연구에서 개발한 과제는 이 다섯 번째의 특성을 살리지는 못했지만, CRESST(1992)에서 개발한 10학년의 과제에서 제시한 바에 의하면, '비와 비례'의 개념에 대한 개념망을 제작하면서 속도, 가속도, 시간, 기울기 등의 개념을 제시함으로써 간학문적으로 주제를 통합하려는 시도를 하였다. 즉, 개념망 과제가 교과 내·외적인 연결성을 갖을 수 있다.

개념망 과제가 갖는 이상의 다섯 가지 특성을 통해서 개념망 평가도구를 수행평가의 한 유형으로 간주할 수 있을 것이다. 실제로, 교육부(1998)에서 학교 현장에 수행평가를 홍보하고, 이해를 돕게 위해 배포한 '수행평가의 이해'라는 책자에서도 개념망을 '개념도'라는 용어로 소개하여 추천하고 있다. 개념망 과제를 개념에 대해 학생들에게 구성적 반응을 요구하

는 평가 방법이라는 설명과 함께 수행평가의 한 유형이라고 소개하고 있다.

### 3. 개념망의 이론적 배경

개념망은 1960년대부터 Novak(1983)에 의해서 Ausubel의 동화이론(assimilation theory of cognitive learning) 인지학습을 바탕으로 연구되기 시작하였다. 그가 연구한 바에 의하면, 개념과 개념간의 관계는 학생의 수학 지식의 모양을 결정한다. 수학교육의 목표 중에 하나는 막강한 개념 구조물을 만드는 일이다. 그러나, 개념의 발달 상태는 평가와 측정이 상당히 애매한 부분이다. 그래서 이들을 평가하는 방안으로 여러 가지 차트나 다이어그램 위계도, 의미망(semantic networks) 등이 존재해 왔다. 이와 관련하여 Novak이 고안해 낸 것이 개념망이다. 단지 선다형 시험에서는 교사가 학생들의 세부적인 개념 이해에 대한 타당한 평가를 하기가 곤란하다. 선다형 평가는 지식을 분절적이고 단편적인 형태로 질문하기 때문에 학생들의 지식 구성 상태를 파악하는데 총괄적인 정보를 주지 못한다. 이에 반하여, 개념망의 평가 방법은 앞으로 수업 장면에서 학생들의 개념 이해와 지식 구조에 대한 평가를 하는데 효과적일 것이라는 추측을 하게 한다.

Enger(1998)은 개념망에 나타난 학생들의 반응을 통해 개념 이해에 대한 질적 분석 연구를 하였다. 학생들의 이해를 표현하고 구축하기 위해서 개념망을 사용할 때, 개념망은 이해의 표현 정도를 양적 측면과 질적 측면 양측으로 분석할 수 있다. 특히, 질적 접근은 학생들의 개념망을 양적으로 분석한 것에 대한 보완으로 사용될 수 있다. 개념을 학습하기 전에 개념망 검사를 한 사전 망(pre-map)에서 쓴 것과 개념을 학습하고 난 후에 검사한 사후 망(post-map)에서 개념망이 어떻게 재조직되는가, 어휘 사용법이 어떻게 변화했는가, 새롭게 배운 지식 표현의 성질, 잘못 인식된 표현의 존재 등을 분석한 것이 질적 분석의 요소가 되었다. 이 연구에서 개념망을 사용한 사전·사후의 수업에서 통계적으로 유의한 차이가 있다는 결과를 얻었고, 망에 나타난 질적인 면은 내용 영역의 수업에 중요한 정보를 줄 수 있다는 제언을 하였다.

개념망은 수학에서 보다 과학 교과에서 더욱 많은 연구가 이루어진 상태이다. Ruiz-Primo와 Shavelson(1997)의 연구는 화학 교과에서 개념망을 평가 도구로 사용했을 때의 적용가능성에 관한 것이다. 개념망 평가는 크게 과제의 형식, 반응의 형태, 채점 체계의 3 구성 요소로 이루어진다. 과제의 형식, 반응의 형태, 채점 체계를 다양하게 변화시킴으로써 개념망 과제를 다양하게 만들었다. 학생들의 개념망 점수는 해당 영역에서 어떤 개념이 선택되더라도 점수가 학생별로 큰 차이를 내지 않는다는 결과를 얻었다. 채점 결과, 복잡한

판단이 얽혀있는 개념망 과제일지라도, 신뢰성 있게 채점될 수 있고, 다지 선다형 검사와 개념망 검사는 과학적 지식에 있어 서로 다른 측면을 평가하고 있다는 결과를 얻었다. 개념망을 평가도구로 사용하는 데 있어서 개념망의 과제가 될 수 있는 것, 학생들이 반응하는 유형이 될 수 있는 것, 채점을 할 수 있는 방법의 세 가지 측면에 대한 연구 결과는 <표 1>에 제시하였다.

<표 1> 개념망의 구성 요소 (Ruiz-Primo & Shavelson, 1997, p. 37)

구성요소	형 태	예 제
과제	• 과제의 요구	• 망 채우기 • 미완성된 망을 완성하기 • 쌓이 되는 개념을 짝 지우기 • 에세이 쓰기 • 인터뷰에 대답하기
	• 과제 작성시 조건 제한	• 위계성있는 망을 만들어야 한다. • 과제에 있는 개념을 사용해야 한다. • 개념간에 하나 이상의 연결어를 쓸 수 있다. • 만족스러운 망이 될 때까지 망을 자유롭게 움직일 수 있다. • 망에 사용된 용어를 정의해야 한다. • 학생이 쓴 응답을 설명하고 정당화할 수 있어야 한다. • 협동적으로 망을 만들어야 한다.
	• 내용의 구성	망이 만들어지는 주제 영역의 구조에 대하여 과제에서 요구하는 것과 과제가 제한하는 조건 등이 반영되면서 만들어진다.
학생의 반응	• 반응 형태	• 지필 형식 • 구두(oral) • 컴퓨터
	• 반응의 구성	형식은 과제의 특성에 맞게 구성한다.
	• 망 제작자	• 학생 • 교사 혹은 연구자
채점 방법	• 요소별 채점법	• 명제의 개수 • 위계성의 수준 • 예제
	• 모범적 망에 비교하는 방법	• 해당 영역의 1명 이상의 전문가 • 1명 이상의 교사 • 1명 이상의 우수한 학생
	• 혼합법	위 두 가지의 방법을 혼합하여 사용한다.

또한 Ruiz-Primo와 Shavelson(1997)는 개념망이 평가 도구로 사용되었을 경우에 도구의 타당도와 신뢰도를 연구하였다. 대체로 개념망의 채점은 신뢰성을 인정받고 있다고 할 수 있다. 그 예로 채점자 간의 높은 일치도와 신뢰도가 나왔다는 연구 결과들이 많이 있다. 그러나 이러한 결과들이라도 조심스럽게 보아야 한다. 어떤 연구에서는 채점 방법을 단순하게 망의 특정 구성 요소를 세어 그 결과로 일치도를 계산했거나(Lay-Dopyera & Beyerbach, 1983), 적은 수의 표본에 대한 개념망 만을 채점해서 나온 결과이기 때문에 신뢰도가 높게 나올 수 있었던 것이다(Nakhleh & Krajcik (1991); Ruiz-Primo & Shavelson (1997) 에서 재인용).

평가도구의 타당도란 측정하고자 하는 목표를 평가도구가 얼마나 정확하게 측정하고 있

는가에 관한 문제이다. 개념망 점수가 지식 영역에서 학생의 지식 구조를 평가한 것이라 할 수 있기 때문에 개념망 점수를 정당화하는 것은 평가의 타당도를 확보하는 일이라 할 수 있다. 타당도 구축의 한 증거로는 망에 반영된 내용을 들 수 있다. 증거에 대한 판단 준거는 전문가의 판단이라고 할 수 있다. 이에 관한 연구에는 개념망 점수와 성취도 점수간에 일치하는 상관관계가 있다는 결과가 있고(Anderson & Huang, 1989; Ruiz-Primo & Shavelson, 1997), 개념망 점수가 다지 선다형 검사에 의해서 평가하는 것과는 다른 측면을 평가한다는 결과를 내기도 했다(McClure & Bell, 1990; Novak, Gowin & Johansen, 1983; Ruiz-Primo & Shavelson, 1996)

결과적으로, 개념망 평가 도구의 신뢰성 확보는 개념망에 나타난 객관적인 구성 요소로 평가하기 때문에 채점자간 일치도가 높게 나올 수 있다. 즉, 채점 요소인 개념의 수, 첨가된 개념의 수 등은 객관적으로 셀 수 있는 것이기 때문에 채점자의 편견이 거의 개입되지 않는다. 따라서, 개념망 과제의 신뢰성 확보가 크게 문제되지 않는다고 할 수 있다. 다만, 평가가 목표하고 있는 것을 도구에서 얼마나 정확하게 반영하고 있는가의 문제인 타당성 확보가 중요한데 이 문제 역시 교사가 개념망 과제를 제시할 때 수업 시간에 다룬 내용과 교과과정에 나오는 개념을 충실하게 다룰 수 있도록 신중을 기한다면 이것 역시 충분히 극복할 수 있는 문제라고 할 수 있다.

#### 4. 개념망과 마인드 맵(Mind Map)과의 차이점

개념망은 최근 기업과 상담심리 분야에서 두각을 나타내었던 마인드 맵(mind map)과 매우 유사한 개념으로 생각되기도 한다. 영국의 심리학자 Tony Buzan(1994)에 의해서 창시된 마인드 맵이란 주제가 되는 중심 이미지에서 가지가 수지상(branch)으로 뻗어 나갈수록 구체화되는 것으로, 학습기술력의 향상과 명료한 사고를 강화시켜 줄 수 있는 강력한 그래픽 기술이라고 할 수 있다. 그러나, 몇 가지 측면에서 마인드 맵은 개념망과 차이점이 있음을 생각해 볼 수 있다.

첫째, 구조화의 측면에서 개념망은 마인드 맵에 비해서 더 구조화되어 있다. 개념망은 개념 간의 위계와 질서를 드러내어 그들 간의 관계를 보여야 하며, 개념들의 배치에서 각자의 개성을 드러낼 수 있기는 하지만, 개념간의 관계에 있어서 마인드 맵보다는 맞고 틀림이 분명하게 드러난다. 반면, 마인드 맵은 망의 배치와 구성은 물론 구성 요소들까지도 개개인에 의해서 다양할 수 있고, 구성 요소들의 관계 조차도 각자의 생각과 경험을 토대로 하여 자유롭게 구성할 수 있다. 둘째, 개념망에 비해서 마인드 맵의 사용 범위가 더 넓다. 마인드



맵은 개인의 자아인식을 위해 상담 기법으로 사용되기도 하며, 기업이나 조직에서 조직표를 짜거나 프리젠테이션의 용도, 일일 계획이나 월간, 연간 계획을 위한 다이어리로 사용할 수도 있다. 이에 비해서 개념망은 학습을 토대로 배운 개념들을 기억하고 정리하며, 재조직하는 데 도움이 되며 교사가 이를 관찰할 수 있게 하기 위해 만들어진다. 셋째, 개념망은 개념들간의 위계와 설명, 관계 등을 분명하게 추출할 수 있으므로, 채점이 가능하다. 반면, 마인드 맵은 개개인의 경험과 생각에 의해서 자유롭게 만들어지기 때문에 채점을 하기에 곤란하다. 넷째, 마인드 맵은 하나의 주제만을 제공하고 거기에서 개개인 나름대로 가지를 뻗어 나가는데 비해 개념망은 하나의 개념만을 주는 것이 아니라, 기본적으로 여러 개의 개념을 주고 그들 간의 관계를 밝히는 것이다.

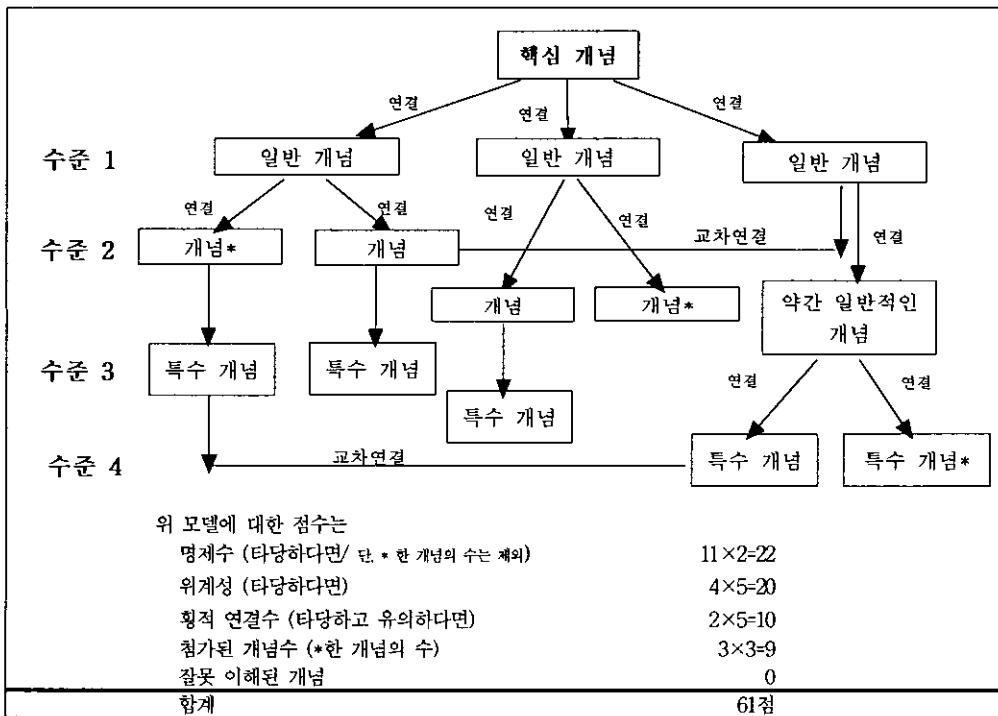
## 5. 개념망의 채점 기준 개발과 채점 방법

수행평가의 채점 방법에는 크게 총괄적 방법, 분석적 방법이 있다. 개념망의 채점 방법도 약간의 차별성은 있지만, 과제 전체가 개념적 이해라는 하나의 맥락에 대해 채점되는 것이므로 총괄적인 채점 방법이라고 할 수 있다. 박경미(1993)는 개념망의 학습효과에 대해 개념망이라는 시각적 평가 도구가 개념의 전체적 이미지를 갖게하는 데 큰 도움을 주고 있다는 주장과 더불어 그의 연구에서 사용한 개념망 과제의 채점 방법 중에 한 가지를 제시하면 다음과 같다. 다섯 개의 준거 즉, 명제, 위계성, 교차 연결수, 첨가된 개념, 잘못 이해된 개념 등을 가지고 채점하는 것이다.

- 명제(Propositions) : 연결해 주는 문장과 연결선에 의해서 두 개념이 올바르게 관련된다면 2점이 준다. 여기에서 채점 대상이 되는 것은 주어진 개념에 대해 국한된다. 이를테면, 학생에 의해서 개념이 첨가된 확장 개념에 대해서는 그 연결의 정·오를 채점하지 않기로 한다.
- 위계성(Hierarchy) : 위에 있는 개념보다 하위의 개념이 더 구체적인 개념으로 가거나 덜 일반적인 개념으로 이동할 때 개념도가 타당성을 유지하는지를 평가하는 것이다. 각 단계마다 타당성을 유지한다면 5점을 부여한다.
- 교차 연결수(Cross links) : 개념의 위계성을 나타내는 선분들이 타당한 연결인가를 평가하는 것이다. 타당하고 유의미한 교차 연결에는 5점을 준다. 창의적인 교차에는 특별 점수를 주기도 한다.
- 첨가된 개념(More concept) : 주어지지 않는 않았지만 매우 의미 있는 개념을 사용한 학생에게는 3점씩을 부여한다.

- 잘못 이해된 개념(Misconceptions) : 잘못 이해된 개념에는 3가지 수준을 고려할 수 있다. 잘못 이해된 개념이 발생하기 시작한 가장 상위의 개념에서는 5점을 그 이하에 이어지는 잘못 이해된 개념들에는 단계적으로 3, 1점씩 감점한다.

[그림 2]는 5개 준거로 채점한 결과에 대한 종합 점수를 보여 주는 채점 모델이다. 그러나, 잘못 이해된 개념이 매우 많은 경우, 감점의 한계를 알 수가 없는 상황이 발생한다. 즉, 공란으로 놔둔 경우이거나, 전부 틀린 반응만 있는 개념망의 경우는 음수의 점수가 발생할 수 있다.



[그림 2] 개념망 채점 모델. (박경미, 1993. p.38)

Bolte(1997)는 수학적 지식에 대한 개념망 평가 연구에서 개념망의 채점 기준은 두 가지 측면에서 채점되었다. 사용된 개념을 얼마나 잘 설명하고 있는가, 개념간의 관계를 얼마나 잘 연결하고 있는가를 평가하는 조직성(organization)의 측면과 얼마나 정확하지 못했는가, 잘못 이해된 개념이 많이 발생했는가를 평가하는 정확성(accuracy)의 측면이라는 두 가지 측면으로 평가하였다. 이는 <표 2>에 제시되어 있다. 측면을 조직성과 정확성의 두 가지로

나누었다는 점에서 보면 분석적 채점법이지만, 정확성의 측면이 순수하게 오류·실수의 개수를 세는 것에 불과하고, 채점의 초점이 온전하게 개념망을 얼마나 조직적으로 잘 구성하였는가에 맞추어져 있으므로, Bolte는 이 채점 기준을 총괄적인 채점 기준이라고 하였다.

<표 2> Linda A. Bolte(1997)의 채점 기준

조직성의 측면	기준
6점 우수함	다양한 용어들 사이의 관계를 깊게 이해하고 완벽하게 보여준다. 관련 용어를 명철하고 통찰력 있게 생성해낸다. 모범이 되는 연결 단어를 사용한다. 때로는 새로운 용어를 첨가하기도 한다.
5점 유창함	다양한 용어들 사이의 연결을 충분히 이해했음을 보여준다. 관련 용어를 설명력 있게 생성해 낸다. 효과적인 연결 단어를 사용한다. 모든 용어를 다 사용한다.
4점 잘했음	다양한 용어들 사이의 연결을 보통으로 이해했음을 보여준다. 관련 용어를 적절하게 생성해 낸다. 타당한 연결 단어를 사용한다. 몇 개의 용어는 생략한 것이 있다.
3점 평범함	용어들 사이의 연결을 부분적으로만 이해했음을 보여준다. 관련 용어를 이해할 수 있을 정도로만 생성해 낸다. 적합한 연결단어를 사용한다. 일부의 용어들을 생략한다.
2점 취약함	용어들 사이의 연결을 최소한으로 이해했음을 보여준다. 관련 용어를 부족하게 생성해 낸다. 적합하지 못한 연결 단어를 사용한다. 여러 개의 중요 용어를 빼먹는다.
1점 부적합함	용어들 사이의 연결을 거의 이해하지 못했음을 보여준다. 연결 단어를 사용하지 않았거나 부적합하게 사용한다. 중요 용어를 많이 빼먹었다.
0점 매우 못함	개념망을 만들려는 시도도 하지 않았거나 지식적인 것이 한가지도 없을 경우.
정확성의 측면	기준
4점 우수함	실수가 전혀 없다.
3점 유창함	실수가 아주 조금 있지만 개념적 오류는 없다.
2점 잘했음	약간의 오류가 있다.
1점 취약함	실수를 많이 했다.
0점 매우 못함	주요 개념에 대한 매우 많은 실수를 하였다.

CRESST의 채점 기준은 사용된 개념의 수, 개념간의 위계가 적절하게 배열되었는지에 대한 채점, 개념간의 연결이 타당하고 연결이 많은 지에 대한 채점 등 세 가지 측면에서 채점을 하고 이에 대한 점수를 합산하여 총점을 주는 방식을 채택하고 있다. <표 3>은 CRESST에서 사회과의 개념망 과제를 채점할 때 사용했던 채점 기준이다. 이는 사회과만의 특성을 고집하는 것이 아니기 때문에 수학과에서 사용해도 무방할 것이다. 그러나, 이 채점 기준에서는 상·중·하를 나누는 기준이 ‘많다’, ‘비교적 많다’, ‘거의 타당하지 않다’ 등의 표현을 사용함으로써 채점에 모호함을 주고 있다. 이에 비해 박경미(1993)의 채점 기준은 각각의 준거에 대한 점수를 부여하고 이를 합산하는 방법을 사용함으로써 좀더 명확한 채점 결과를 제공할 수 있다. 본 연구에서는 채점 기준의 개수를 세어 점수로 환산하는

방법을 사용하였다.

<표 3> CRESST에서 개발한 개념망 채점 기준

	상	중	하
개념수	제시된 개념이 모두 사용되었다.	제시된 개념 중 누락되는 것이 있다.	제시된 개념 중 일부분만 사용되었다.
개념간의 관계/위계	개념이 수준에 있어 일반적인 것부터 구체적인 것으로, 같은 차원의 것은 수평으로 배열되었다.	개념간 관계와 위계에서 일반적인 것과 구체적인 것이 고려되지 않거나 잘못 배열된 것이 일부 있다.	개념간의 관계와 위계를 거의 고려하지 않았다.
개념간의 연결	개념간의 연결의 수가 많고, 연결어가 타당하며, 타당한 횡적 연결도 존재한다.	개념간의 연결의 수가 비교적 많으나 연결어가 타당하지 않은 것이 있다.	개념간의 연결수가 많지 않고, 연결어가 없거나 거의 타당하지 않다.
계			

이상에서 살펴본 바에 의하면 개념망의 채점에 공통적으로 사용되는 기준은 개념이 몇 개나 사용되었는지의 ‘개념의 수’, 개념을 연결하는 설명어인 ‘개념의 연결어’, 개념들간의 ‘위계성’, 연결어의 정·오를 평가하는 것이었음을 알 수 있다. 즉, 개념망을 채점하기 위해서는 적어도 이상의 네 기준을 고려해 주어야 함을 알 수 있었다.

### III. 연구 방법 및 절차

#### 1. 연구 대상

본 연구는 1999년에 2학기 동안 중학교 1, 2학년의 도형 단원에 관련하여 개념망 과제가 제작되었다. 연구에 투입된 학생들은 서울시 소재, D중학교 1학년 학생 30명, 2학년 30명으로 구성하였다.

#### 2. 연구 도구의 개발

##### (1) 개념망 과제의 개발

중학교 교육 과정에서 2학기의 수학 내용에는 1, 2학년 공히 『도형』 단원이 포함되어 있다. 더욱이 도형 단원은 위계성이 강하고 개념간의 관계가 명확하며, 도형의 개념 이해가

중요한 단원이기 때문에 개념망 과제 개발이 매우 적절한 단위이라고 할 수 있다. 본 연구에서 개념망 과제의 개발은 수학의 개념적 지식의 이해 정도를 알 수 있도록 했고, 과제 제작과 채점이 일선 현장에서 가능하도록 만들어졌다. 개념망 과제 개발의 단위는 1학년의 VI. 기본 도형, VII. 평면 도형 단원이, 2학년의 VII. 도형의 성질, VIII. 도형의 닮음 단원을 선정하여 각 단위에서 2개의 과제를 개발하였다. 개발된 개념망 과제는 [부록 1]~[부록 4]에 제시하였다. 개념망 과제에 대한 실험은 학생들이 개념망 과제를 처음 접하는 경우가 많았기 때문에 개념망 자체에 대한 설명이 우선적으로 이루어졌다.

(2) 개념망 과제의 채점 기준

채점의 기준의 선행 연구에 의해 채점 기준요소를 사용된 개념의 개수, 개념의 연결어 사용, 개념의 위계성에 대한 타당성, 첨가된 개념 등으로 선정하였다. 채점 기준은 <표 4>에 제시한다.

<표 4> 개념망 과제의 총괄적 채점 기준

기 준		점수
<p>■ 주어진 개념 중에서 사용된 개념의 수</p> <p>* 개념이 고립되어 단독으로 있으며, 연결되어 있지 않은 것은 개념수로 세지 않도록 한다.</p> <p>** 개념이 첨가된 경우는 '개념첨가' 항목에서 채점되므로 세지 않는다.</p>		1점씩
	<p>연결어 사용의 타당성</p> <p>개념간의 연결의 수가 많고, 연결어가 타당하며, 타당한 횡적 연결도 존재한다.</p>	5점
	<p>* 이 부분에는 개념 자체에 대한 설명, 개념간의 관계를 설명하는 언어 등이 포함된다.</p> <p>개념간의 연결의 수가 비교적 많지만, 연결어가 타당하지 않은 것이 있다. 개념에 대한 설명이 비교적 빈약하다.</p>	3점
	<p>개념간의 연결수가 많지 않고, 연결어가 없거나 거의 타당하지 않다. 개념에 대한 설명이 매우 빈약하다.</p> <p>개념에 대한 연결어와 설명이 전혀 없다. 공란이다.</p>	1점 0점
<p>■ 첨가된 개념이 있는 경우</p>		1점씩
<p>■ 개념 위계의 타당성</p>	<p>개념이 수준에 있어 일반적인 것부터 구체적인 것으로, 같은 차원의 것은 수평으로 배열되었다.</p>	3점
	<p>개념간의 관계와 위계에서 일반적인 것과 구체적인 것이 고려되지 않거나 잘못 배열된 것이 일부 있다.</p>	2점
	<p>개념간의 관계와 위계를 거의 고려하지 않았다.</p>	1점
	<p>개념간의 관계와 위계를 전혀 고려하지 않았다. 공란이다.</p>	0점
<p>총 점</p>		

< 주의 > 최하점은 0점으로 하였다.

(3) 개념망 과제의 내용타당도 검사 도구

본 연구에서 개발한 도형 단원의 학년별 개념망 과제에 대한 내용타당도 검증은 <표 5>에서 제시한 점검표를 사용하였다. 본 내용타당도 점검표를 14명의 현장교사들에게 점검표를 주어 내용타당도를 복수응답을 허용하여 평가하도록 의뢰하였다.

<표 5> 개념망 과제의 내용 타당도를 묻기 위한 점검표의 문항 내용

목적	문항 내용
과제와 평가 목표간의 일치성	과제가 '개념 이해'라는 평가의 구체적인 목표와 일치하는가? 과제는 가르칠만한 가치를 담고 있는가? 과제 내용은 학생들이 획득할 수 있으며, 교수자료에 있는 기능과 지식을 대표하는가?
개념학습의 성취정도	과제가 학생들의 개념 이해 정도를 표현할 수 있도록 유도하고 있는가?
수학적 고등 사고능력	과제를 통해 학생들의 능력과 그 향상을 입증할 수 있는가? 과제를 통하여 학생들이 다양한 목표와 측면을 성취했는지 알 수 있는가? 평가의 목표들은 분석력, 종합력과 같은 복잡한 사고 능력을 반영하는가?
교과내용과의 관련성	과제는 교과 내용을 반영하거나 근접한가?
학습의 위계 관련성	과제는 학생들이 후수 학습에서 만날 수 있는 개념의 유형들과 관련이 있는가?
평가 과제의 공정성	과제는 모든 학생들에게 공정하고, 편파적이지 않은가? 과제는 학생, 교사, 학부모 등에게 신뢰로운가?
학생 참여 유도 정도	과제는 학생들이 그들의 능력을 보여줄 수 있도록 의미 있는 것이며, 학생의 참여를 유도하는 것인가?
과제의 실행가능성	과제들은 공간, 장비, 시간, 비용 등의 요소들을 고려할 때, 학교 혹은 학급에서 실행할 수 있는 것인가?

## IV. 연구 결과 및 분석

### 1. 개념망 과제의 내용타당도 결과

내용타당도 결과에 의하면, 학생의 참여 유도 정도의 항목을 제외한 과제와 평가 목표간 일치성, 개념학습의 성취 정도, 수학적 고등 사고 능력, 교과 내용과의 관련성, 학습의 위계 관련성, 평가 과제의 공정성, 과제의 실행 가능성의 항목에서 모두 70%이상의 긍정적인 반응을 보였다. 특히, 교과 내용과의 관련성 항목과 과제의 실행가능성의 항목에서 긍정적인 반응이 100%로 가장 높게 나와, 개념망 과제가 교과 학습 시간에 배운 내용을 반영한다는

것과 공간, 시간, 비용 등의 요소들을 고려하였을 때 학급에서 충분히 실행 가능하다는 것에 높은 점수를 받았음을 알 수 있다. 한편, 가장 낮은 긍정율인 57.1%를 보인 학생의 참여 유도 정도 항목에서는 ‘보통이다’와 ‘그렇다’의 항목에 각각 35.7%의 반응을 보였다. <표 6>는 개념망 과제에 대한 내용타당도 분석 결과를 표로 정리한 것이다.

<표 6> 개념망 과제에 대한 내용타당도 분석 결과 (단위: 명)

	과제와 평가 목표간의 일치성	개념학습의 성취정도	수학적 고등 사고 능력	교과 내용과의 관련성	학습의 위계 관련성	평가 과제의 공정성	학생 참여의 유도 정도	과제의 실행가능성
① 매우 아니다	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
② 아니다	0 (0%)	0 (0%)	4 (9.5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (7.1%)	0 (0%)
③ 보통이다	4 (14.3%)	4 (28.6%)	8 (19.0%)	0 (0%)	3 (21.4%)	3 (10.7%)	5 (35.7%)	0 (0%)
④ 그렇다	12 (42.9%)	5 (35.7%)	22(52.4%)	8 (57.1%)	8 (57.1%)	16(57.1%)	5 (35.7%)	6 (42.9%)
⑤ 매우 그렇다	12 (42.9%)	5 (35.7%)	8 (19.0%)	6 (42.9%)	3 (21.4%)	9 (32.1%)	3 (21.4%)	8 (57.1%)
① + ②	0 (0%)	0 (0%)	4 (9.5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (7.1%)	0 (0%)
④ + ⑤	24 (85.8%)	10 (71.4%)	30(71.4%)	14(100%)	11(78.5%)	25(89.2%)	8 (57.1%)	14 (100%)

## 2. 개념망 과제별 채점간 신뢰도 분석

본 연구에서 개발된 개념망 과제를 검사한 결과는 연구자와 현직 중학교의 수학과 교사 2명에 의해서 이루어졌다. 연구자를 채점자 A로 하고, 2명의 채점자를 각각 채점자 B, 채점자 C로 구분하였다. 채점자간 신뢰도는 Pearson의 적률상관계수  $r$  로 계산하였다. ‘과제 1’은 중 1학년의 ‘기본 도형’의 내용 중에서 점, 선, 면에 관한 내용이고, 채점자간 신뢰도는 .871에서 .933의 범위에서 분포하였다. ‘과제 2’는 중 1학년의 ‘기본 도형’의 내용 중에서 각, 평행선에 관한 내용이고, 채점자간 신뢰도는 .875에서 .926의 범위에 분포하였다. ‘과제 3’은 중 2학년의 ‘도형의 성질’의 내용 중에서 삼각형의 성질에 관한 내용으로, 채점자간 신뢰도는 .879에서 .887의 범위에 분포한다. ‘과제 4’는 중 2학년의 ‘도형의 성질’의 내용 중에서 사각형의 성질에 관한 내용으로, 채점자간 신뢰도는 .834에서 .960의 범위에 분포하였다. 결과는 <표 7>에 제시하였다.

<표 7> 개념망 과제의 채점자간 신뢰도 분석 결과

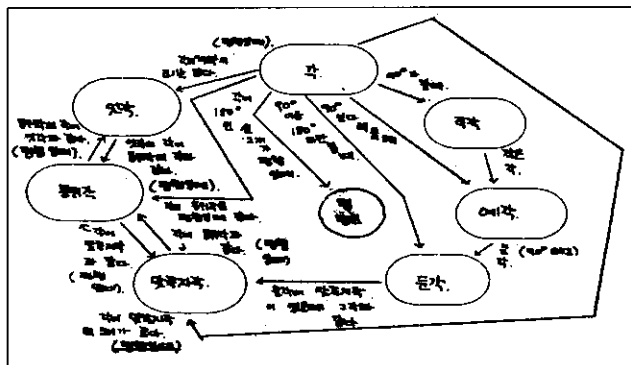
	A*B	A*C	B*C
과제 1	.933	.871	.900
과제 2	.926	.907	.875
과제 3	.887	.880	.879
과제 4	.834	.960	.882

성태제(1989)가 채점자간 신뢰도로 상관계수를 산출했을 때 신뢰도가 높다고 할 수 있으려면 .8 이상을 얻어야 한다고 제안한 결과에 따르면, 4개 과제의 채점 결과는 채점자간 신뢰도가 .871이상으로, 높다고 할 수 있다. 이것은 채점 기준에서 채점의 요건 중에 개념의 개수를 세는 부분이 있는데 이것은 누구나 객관적으로 일치하게 셀 수 있는 것이기 때문에 점수가 보다 객관적으로 산출될 수 있었음을 시사하고 있다.

### 3. 수준별 답안의 예

#### 가. 상위 수준의 답안

[그림 3]는 ‘과제 2’에 대한 1학년 남학생의 답안으로 주어진 개념이 ‘직각’을 포함하지 않은 7개인데, ‘직각’ 개념을 첨가해 ‘개념 첨가’에서 1점을 얻었고, ‘사용된 개념의 수’ 점수에서는 만점인 7점을 얻었다. 개념들의 위계성 배열에서는 ‘각’이라는 상위개념 하에 일정 위계를 고려하였으므로, 개념 위계성에서 3점을 얻었다. 또한, 개념들을 연결하는 연결어의 사용과 설명어에 있어서도 모두 타당하고 적절하여 개념 연결어 사용에서도 만점인 5점을 얻었다. 따라서, 이 학생은 총 16(=7+5+1+3)점을 얻었다.



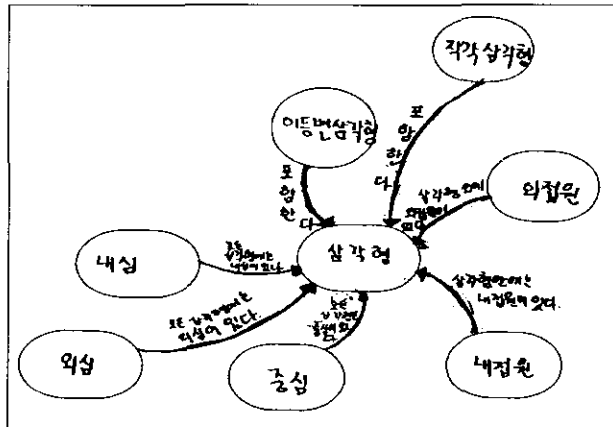
[그림 3] 상위 수준의 학생의 예 2



이 학생의 경우는 각이라는 일반적 개념 아래 각을 크기에 따라 직각, 예각, 둔각으로 나누어 위계성을 강조하였다. 또한, 엇각과 동위각의 관계 및 설명을 평행선이라는 개념을 사용하여 타당성있게 잘 설명했기 때문에 높은 점수를 얻은 것이다.

나. 중위 수준의 답안

[그림 4]은 ‘과제 3’에 대한 2학년 남학생의 답안으로 주어진 개념 8개를 모두 사용하였기 때문에 개념 사용에서 8점 만점을 받았지만, 첨가된 개념이 없기 때문에 개념 첨가에서는 0점을 얻었다. 개념 연결어의 사용에 있어서 ‘모든 삼각형에는 내·외심이 있다’는 등의 옳은 설명을 사용하기는 하였지만 지극히 자명한 설명들을 나열했을 뿐, 두 개념을 연결하는데 꼭 필요한 연결어(예를 들어, 삼각형에서 내·외심의 의미나, 작도 방법 등)를 언급하지 않았다. 즉, 연결어의 사용이 지극히 빈약했기 때문에 1점을 얻었다. 개념들의 위계성 배열에서는 ‘삼각형’이라는 상위개념 하에 일정한 위계를 고려했기는 했으나, 내심과 외심, 내접원과 외접원간에 분명한 위계관계가 있음에도 불구하고 이를 고려하지 않았기 때문에 개념 위계성에서 1점을 얻었다. 따라서, 이 학생의 총점은 10(=8+1+1)점을 얻었다.

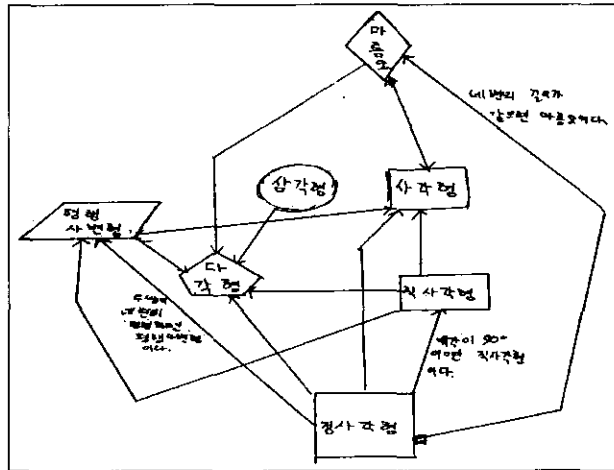


[그림 4] 중위 수준 학생의 예

다. 하위 수준의 답안

[그림 5]은 ‘과제 4’에 대한 2학년 남학생의 답안으로 주어진 개념 7개를 모두 사용했기는 하나, 개념의 이름만 적었을 뿐 연결어를 쓰지 않았기 때문에 실제로 개념망에 사용된 개념은 연결어를 쓴 4개의 개념이라고 채점하였다. 즉, 사용된 개념의 수에서 4점을 얻었다. 또

한 개념들의 위계성 배열에서는 '사각형'이라는 상위개념 하에 여러 사각형들간의 일정한 위계가 있음에도 불구하고 이를 전혀 고려하지 않았으므로, 개념 위계성에서 0점을 얻었다. 또한, 개념들을 연결하는 연결어의 사용과 설명어에 있어서도 '정사각형이 네 각이 90도이면 직사각형이다', '정사각형이 네 변의 길이가 같으면 마름모이다' 등의 타당하지 않은 개념 연결어를 사용했기 때문에 0점을 얻었다. 따라서, 이 학생은 총 4(=4+0+0)점을 얻었다.



[그림 5] 하위 수준 학생의 예

#### 4. 개념망 과제에 대한 인터뷰

##### (1) 학생 인터뷰

개념망 과제의 점수 중에서 상위 수준이라고 생각되는 7명의 학생을 대상으로 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰에 사용된 질문과 답변은 아래와 같이 정리하였다.

■ 개념 그물 과제가 흥미있었습니까? 어떤 부분에서 가장 흥미가 있었습니까?

개념망 과제에 대해 학생들은 ‘흥미로웠다’, ‘재미있었다’, ‘골치 아팠다’의 반응들이었다. 동그라미(개념)들을 연결시키고 설명을 하기 위해서 그림을 그리고 하는 작업이 수업하는 것보다 재미있었다는 의견이 많았고, 개념들간의 관계를 끼워 맞추고, 억지로 짜내야 하거나, 어떤 관계가 있는지 매끄럽게 하기가 어려워서 매우 골치가 아팠었다는 의견이 있었다.

■ 개념망 과제가 쉬웠나요? 어려웠나요?

과제의 난이도를 묻는 질문에서는 5명의 학생이 어려웠다는 답을 하였고, 2명이 쉬웠다

는 반응을 하였다. 개념망을 만들기 위해서 과제를 디자인하는 과정은 너무 광범위한 생각을 요구하기 때문에 힘들었고, 한 가지 주제가 있는 것이 아니고, 여러 개의 주제(개념)가 있는 것이 부담스러웠다는 의견이 있었다.

■ 개념망 과제가 공부하는데 도움이 되었나요? 어떤 부분이 도움되던가요?

개념망 과제가 학습에 도움이 되었느냐는 질문에는 참가자 전원이 도움이 되었다는 답을 하였다. 관계를 설정하고 망을 짜기 위해서 구상을 하는 과정에서 창의력에 자극을 받았다는 학생이 있었고, 과제를 하면서 수업시간에 배운 내용을 한번 더 생각하게 되었다는 학생이 있었다. 시간 내에, 개념망이라는 정리 노트를 만들게 되어서 기본 도형에 관한 내용은 책을 다시 보지 않아도 된다는 학생들이 있었다. 내용을 기억하는데 도움이 되었다는 학생들도 있었다.

그밖에도 앞으로 이 과제를 계속 하게 된다면, 어떤 부분이 수정 보완되기를 바라느냐에 대한 질문에는 개념들을 지정해 주지 말고, 한 가지 주제만 주면 거기에 알맞게 자신들이 관련 주제를 알아서 만들 수 있도록 해달라는 주문이 있었다. 한편, 단원이 끝날 때마다, 개념망 과제를 해서 스크랩 북을 만들자는 의견이 있었다. 스크랩 북이 만들어져서 한 권의 책이 나오면, 자신의 마음도 뿌듯하고, 수학을 한 권 다 통달했다는 자심감을 갖게 될 것이라는 것이다. 그리고, 시험 볼 때 많은 도움이 될 것이라는 것도 그 학생의 주장 내용이었다.

요약하면, 학생들은 대체적으로 개념망 과제에 호의적이었고, 흥미를 느끼고 있었으며, 학습에 많은 도움을 주고 있다는 반응이었다. 특히, 학생이 제시한 방안 중에 스크랩 북을 만들어 활용하고 보관하자는 의견은 바람직한 것으로 보이며, 학습 효과를 상승·지속시킬 수 있는 방안이 될 것으로 보인다. 이것은 수행평가의 유형 중에 과정에 대한 평가를 표방하고 있는 포트폴리오의 형식을 빌어 올 수도 있는 것이다.

## (2) 교사 인터뷰

교사들의 인터뷰에 앞서 일선의 현장 교사들이 수학과와 수행평가에 대해서 어떻게 이해하고 있으며, 어떤 생각을 갖고 있는 지에 대하여 간단한 설문 조사를 하였다. 그 결과 D중 학교에 재직 중인 교사 5명은 대체로 수학과 수행평가에 대해서 '보통'의 인식을 하고 있는 것으로 보인다. 즉, 수행평가를 실시해야 한다고는 생각하나 그렇게 적극적으로 수용하려는 의지를 보인 것은 아니었다. 수행평가를 단순히 태도검사, 숙제장 및 준비물 검사라고 생각하지는 않지만, 반드시 지필 교사와 병행하여 사용해야 한다는 입장을 갖고 있었다. 개념망을 시행해 보고, 수학과 수행평가에 대한 소개를 한 후에 개념망 과제에 대한 인터뷰를 실

시한 결과는 다음과 같다.

■ 개념망 과제를 수행평가로 실행하는 데 실행 가능성에 대해서 어떻게 생각하십니까? 개념망 과제를 통해 학생의 수학적 수행 능력을 평가할 수 있습니까?

개념망 과제를 수행평가의 한 유형으로써 실행하는 것에 대한 반응으로는 수행평가가 과정에 대한 평가라는 점과 수학의 종합적 사고와 분석적 사고를 하도록 유도한다는 점을 감안한다면, 개념망 과제가 수업 과정 중에 이루어지는 것이고 학생들의 사고 과정을 그대로 나타내 주는 것이므로 수행평가인 것 같다고 응답하였다.

■ 개념망 과제의 채점 가능성에 관해서 어떻게 생각하십니까? 개념망 과제를 채점하기가 용이합니까? 어렵습니까?

개념망 과제의 채점 가능성에 대해서는 다소 어렵고 힘들다는 점을 지적하였다. 채점 기준이 좀 더 구체적이고 객관적이어야만 점수가 실제로 학생들의 점수로 반영되었을 때, 학생들의 불만과 오해를 해소할 수 있을 것이라는 의견을 내놓았다. 그 밖에, 개념망 과제는 학생들의 개념적 지식밖에는 평가하지 못하지 않겠냐 하는 반응도 있었다. 계산 능력이나, 문제 해결력, 응용력 등의 수학적 능력을 평가하기에는 부적합하다는 말도 빼먹지 않았다.

■ 개념망 과제의 학습 효과에 대해서 어떻게 생각하십니까? 개념 학습의 효과를 촉진할 수 있습니까? 학생들의 개념적 지식을 평가하고, 학생들의 개념적 지식의 구성에 대한 정보를 얻을 수 있습니까?

우선, 개념적 지식의 이해를 평가하는 도구로서 개념망 과제는 훌륭한 평가 도구가 될 수 있다는 점이다. 인터뷰에 응한 교사는 개념망 과제를 ‘매우 효과적인 과제라고 생각한다.’, ‘학생들이 나의 설명을 어떤 방식으로 이해하고, 받아들이고 있는지에 대해 잘 나타나 있다.’, ‘개념의 이해 정도를 파악하는데 도움이 많이 되었다.’ 등으로 표현하였다. 즉, 학생들이 개념적 지식을 어떻게 구성하고 있는지에 대한 정보를 얻을 수 있어, 결과를 가지고 학생들에게 잘 이해한 항목은 강화를 주고, 잘못 이해하고 있는 부분은 교정을 해주는 등의 피드백 작용을 할 수 있었다는 이야기도 하였다.

■ 개념망 과제의 제작 가능성에 대해서 어떻게 생각하십니까? 수업자료를 준비하는 과정에서 제작하기가 용이한가요? 어려운가요?

개념망 과제의 제작 가능성에 대해서도 어렵지 않다는 반응이었다. 학생들이 개념망 과제에 일단 익숙해지면, 교과 내용과 관련이 있는 개념들만 선정하여 제시해 주면 되므로, 제작이 아주 용이할 것이라고 말하였다. 뿐만 아니라, 단원이 끝날 때마다 종합 문제를 풀고, 남은 시간을 이용하여 그 단원에서 배운 내용과 개념을 중심으로 어렵지 않게 개념망 과제를 실시할 수 있을 것이라는 반응이다. 이 경우는 단원의 내용에 대한 복습점 정리의

역할을 할 수 있을 것이다. 과제의 제작에 대해서, 심하게는 프린트를 하지 않아도 되지 않겠냐는 의견도 내놓았다. 관련 개념을 칠판에 제시하고, 학생들 나름대로 노트에 개념망을 구성할 수 있을 것이라는 것이다. 포트폴리오의 개념을 도입한 개념망 과제라고 할 수 있을 것이다.

요약하면, 개념망 과제가 개념적 지식을 평가하는 데는 대체적으로 적합한 과제라는 반응이었고, 학생들의 개념 이해에 정보를 제공한다는 것이었다. 제작도 어렵지 않고, 실행도 간편하여 수행평가로서 실행가능성이 상당히 높다는 반응이었다. 그러나, 채점이 객관적이지 못한 것 같고, 보다 다양하게 학생들의 수학적 능력을 평가할 수 없다는 아쉬움을 표현하기도 하였다. 채점이 어렵다는 의견은 개념망의 채점기준이 보다 상세하게 제작되어야 하고 채점 교사가 과제의 목표와 채점 기준에 대해 보다 명확하게 숙지하고 있어야 함을 시사하고 있는 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 중학교 1, 2학년의 수학과 수행과제의 한 유형으로 개념망이라는 평가도구를 개발·시행하여 그 실행가능성을 검증하였고, 아울러, 채점에 있어서 신뢰도를 확보할 수 있는 방안이 무엇인가에 대해 알아보기 위하여 이루어졌다. 이에 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 개념망 과제는 중학교의 수학과에서 수행평가의 방법으로써 적절한 평가 도구임을 알 수 있었다. 수학과 수행평가는 학습의 과정 속에서 학생들이 수행하는 과정과 산출물을 평가하고, 가능한 열린 반응을 유도하도록 하는 평가 방식이다. 이에 개념망 과제는 학생들이 수학의 개념적 지식을 어떤 방식으로 이해하고 구성하는 지에 대한 정보를 줄 수 있었다. 또한, 개념망 과제가 정답이 없다는 사실을 통해서 학생들은 부담을 크게 느끼지 않고 자유롭게 자신의 능력을 발휘할 수 있었다. 각 개념에 대해 자신이 충분히 알고, 이해하고 있는 것을 표현할 수 있었다. 개념망 과제를 제작하기 위해서 학생들은 수업 중에 배운 내용을 다시 한번 종합적으로 생각해 보고, 개념들 간에 존재하는 연결고리를 생각해 볼 수 있었다. 즉, 수업시간에 다룬 내용에 대한 반성적인 사고를 하도록 자극할 수 있었다. 또한, 교사들의 인터뷰를 통해서 교사들도 개념망 평가로 수업시간에 배운 개념들의 평가를 수업과 연결하여 실행할 수 있고, 제작이 쉬워 부담 없이 적용할 수 있다는 반응을 보였다.

둘째, 본 연구에서 개발된 개념망 과제의 채점 결과, 채점에서의 신뢰도가 모든 과제에서

.871 이상을 받았다. 성태제(1989)는 채점자간 신뢰도로 상관계수를 산출했을 경우에 채점자간에 신뢰도가 높다고 할 수 있으려면 .8 이상을 얻어야 한다고 제안하였다. 이에 본 연구에서 실시한 4개의 개념망 과제에 대한 채점자간 신뢰도가 높았음을 알 수 있었다. 개념망 과제의 채점 기준이 대체적으로 객관성을 갖고 있고, 채점자 훈련을 통해 채점 기준에 대한 공감대를 충분히 쌓았다는 것을 알 수 있다.

셋째, 도형의 단원에서 이루어진 개념망 과제는 학생들이 도형의 개념을 어떻게 구성하고 있는지에 대한 충분한 정보를 나타내고 있었다. 중학교 도형의 단원은 '논리적 증명'을 하기 위한 도입 단계에 있다고 할 수 있다. 이에 학생들은 도형의 단원에서 나오는 여러 가지 도형들의 명칭이나 성질들을 정확하게 파악하고 있어야 한다. 특히, 논리적 증명을 수행하기 위해서는 도형들 간의 관계를 충분히 이해하고 있어야 한다. 개념망 과제를 통해서 학생들은 도형 단원에 나오는 각 도형의 이름과 이들의 포함관계, 이들이 갖는 성질 등을 정리할 수 있는 기회를 얻게 되었고, 교사는 그 결과를 통해 학생들이 도형의 개념적 이해를 어떤 방식으로 하고 있는지에 대한 충분한 정보를 얻을 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- 교육부(1992). 제 6 차 수학과 교육과정. 서울: 교육부.
- 교육부(1997). 제 7 차 수학과 교육과정. 서울: 교육부.
- 교육부(1998). 수행평가의 이해. 서울: 교육과정정책심의관실.
- 김민호(1996). 초등학교 6학년 학생의 수학 수행 평가결과에 관한 분석. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김상돈(1995). 수학의 포트폴리오 평가방법에 관한 연구. 성균관대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 박경미(1993). 개념망 - 새로운 평가 도구. 대한수학교육학회논문집, 3(2), 111-119.
- 성태제(1989). 체육계 실기고사의 합리적 방법과 문제점에 대한 토론. 교육평가연구, 3(2), 126-130.
- 최연희, 권오남, 성태제(1999). 중학교 영어·수학 교과에서의 열린교육을 위한 수행평가 적용 및 효과 분석.
- 토니 부잔(1994). 마인드 맵 북. 서울: 평범사.

- 황숙균(1999). 중학교 1학년 수학과에서 심화반을 대상으로 한 수행평가의 실시와 그 효과 분석. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- Bolte, Linda A. (1997). *Assessing mathematical knowledge with concept maps and interpretive essays*. Eric Document Reproduction Service No. ED 408160. Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing (CRESST). (1992). *CRESST Performance assessment models : Assessing content area explanations* (<http://cresst96.cse.ucla.edu/index.htm>).
- Enger, Sandra K. (1998). Students conceptual understanding qualitative evidence in concept maps. Paper presentation at the annual meeting of the Mid-South Educational Research Association. Eric Document Reproduction Service No. ED427060.
- Lesh, R., & Lamon, S. (Eds.). (1992). *Assessment of authentic performance in school mathematics*. Washington, D. C.: AAAS Pub. Co.
- NCTM. (1989). *Curriculum and evaluation standard for school mathematics*. Reston, VA: NCTM (National Council of Teachers of Mathematics).
- NCTM. (1995). *Assessment standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Ruiz-Primo, Maria Araceli & Shavelson, Richard J. (1997) Concept-map based assessment: on possible of sampling variability. Center for Research on Evaluation, Stanford, and Student Testing. Eric Document Reproduction Service No. ED422405.
- Stenmark, J. K. (1991). *Mathematics assessment*. Reston, VA: NCTM.

## Study on Development and Feasibility of Concept Map as a Tool of Performance Assessment in Mathematics

Oh-Nam Kwon (Ewha Womans University)  
 Ki-Soon Kwon (Bun Dong Middle School)

The purpose of this study is to develop concept map as a tool of performance assessment in mathematics and to conduct feasibility test of the task. I developed and applied a concept map, an assessment tool, in the form of a mathematics performance task for 1st and 2nd year middle school students. I also conducted feasibility test of the task, and at the same time sought ways to guarantee reliability of the assessment procedure. Results of the task assessment can be summarized into the following four points.

First, the concept map task was found to be appropriate for an assessment of mathematics in middle school. Second, results of all 10 factors on verification of validity of the content of the task were positive with over 50%. Third, reliability of teachers who conducted marking of the four concept map tasks was high, all recording over .871 in correlation number.

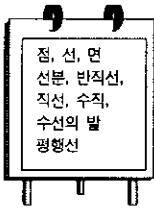


[부록 1] 중 1학년 개념망 과제 : VI. 기본 도형

이름 : \_\_\_\_\_ 반: \_\_\_\_\_ 번호: \_\_\_\_\_

어제 시작합니다.

- ① 이제 아래의 박스에 들어 있는 단어들을 가지고 여러분 나름대로의 개념 그물을 만드는 것입니다.
- ② 아래 원에 각 단어들을 쓰고, 각 단어들이 서로 어떻게 관계되어 있는지 양방향의 화살표나, 한 방향의 화살표를 이용해서 관계를 결정하세요.
- ③ 개념 그물을 만들다가 필요한 개념이 있으면 개념을 더 첨가해도 되고 원울 더 그려 넣어도 좋습니다.
- ④ 원의 배치를 마음대로 하고 싶다면, 원울 지우고 새롭게 그려서 시작해도 좋습니다.

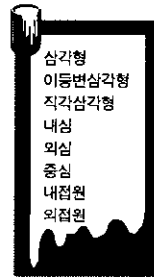


[부록 3] 중 2학년 개념망 과제 : VII. 도형의 성질

이름 : \_\_\_\_\_ 반: \_\_\_\_\_ 번호: \_\_\_\_\_

어제 시작합니다.

- ① 이제 아래의 박스에 들어 있는 단어들을 가지고 여러분 나름대로의 개념 그물을 만드는 것입니다.
- ② 아래 원에 각 단어들을 쓰고, 각 단어들이 서로 어떻게 관계되어 있는지 양방향의 화살표나, 한 방향의 화살표를 이용해서 관계를 결정하세요.
- ③ 개념 그물을 만들다가 필요한 개념이 있으면 개념을 더 첨가해도 되고 원울 더 그려 넣어도 좋습니다.
- ④ 원의 배치를 마음대로 하고 싶다면, 원울 지우고 새롭게 그려서 시작해도 좋습니다.

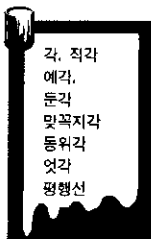


[부록 2] 중 1학년 개념망 과제 : VI. 기본 도형

이름 : \_\_\_\_\_ 반: \_\_\_\_\_ 번호: \_\_\_\_\_

어제 시작합니다.

- ① 이제 아래의 박스에 들어 있는 단어들을 가지고 여러분 나름대로의 개념 그물을 만드는 것입니다.
- ② 아래 원에 각 단어들을 쓰고, 각 단어들이 서로 어떻게 관계되어 있는지 양방향의 화살표나, 한 방향의 화살표를 이용해서 관계를 결정하세요.
- ③ 개념 그물을 만들다가 필요한 개념이 있으면 개념을 더 첨가해도 되고 원울 더 그려 넣어도 좋습니다.
- ④ 원하는 모양으로 원울 배치하여 그물을 만드세요.



[부록 4] 중 2학년 개념망 과제 : VII. 도형의 성질

이름 : \_\_\_\_\_ 반: \_\_\_\_\_ 번호: \_\_\_\_\_

어제 시작합니다.

- ① 이제 아래의 박스에 들어 있는 단어들을 가지고 여러분 나름대로의 개념 그물을 만드는 것입니다.
- ② 아래 원에 각 단어들을 쓰고, 각 단어들이 서로 어떻게 관계되어 있는지 양방향의 화살표나, 한 방향의 화살표를 이용해서 관계를 결정하세요.
- ③ 개념 그물을 만들다가 필요한 개념이 있으면 개념을 더 첨가해도 되고 원울 더 그려 넣어도 좋습니다.
- ④ 원의 배치를 마음대로 하고 싶다면, 원울 지우고 새롭게 그려서 시작해도 좋습니다.

