

## 해양단원 개념도 활용 수업이 과학성취도 및 태도에 미치는 효과

박수경<sup>1,\*</sup> · 한정화<sup>1</sup> · 김광휘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 지구과학교육과, 609-735 부산광역시 금정구 장전동 산 30번지

<sup>2</sup>부산대학교 교육학과, 609-735 부산광역시 금정구 장전동 산 30번지

### The Effect of the Use of Concept Mapping on Science Achievement and the Scientific Attitude in Ocean Units of Earth Science

Soo-Kyong Park<sup>1,\*</sup> · Jung-Hwa Han<sup>1</sup> · Kwang-Hui Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth Science, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

<sup>2</sup>Department of Education, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

**Abstract :** Concept mapping is a device for representing the conceptual structure of a subject discipline in a two dimensional form which is analogous to a road map. In the teaching and learning of earth science, each concept depends on its relationships to many others for meaning. Using concept mapping in teaching helps teachers and students to be more aware of the key concepts and relationships among them. The purpose of this study is to investigate the effect of the use of concept mapping on science achievement and the scientific attitude in ocean units of earth science. The results of this study are as follows; first, the science achievement of a group of concept mapping teaching is significantly higher than that of the group of traditional teaching. Also, when the achievement levels are compared among different cognitive ability groups, the effect is more significant in mid or lower level student groups than in high level groups. The use of concept mapping is more effective when the concepts have a distinct concept hierarchy. Second, the scores of the test of 'attitude toward scientific inquiry' and 'application of scientific attitude' of the group of concept mapping teaching are significantly higher than those of the group of traditional teaching, whereas the scores of the test of 'interest in science learning' of concept mapping teaching is not different from those of group of traditional teaching. Third, the survey on the use of concept mapping shows a positive response across the tested groups. The use of concept mapping is more beneficial in fostering the comprehension of the topic. A concept map of student's own construction facilitates the assessment of learning, thus promising the usefulness of concept mapping as a means of evaluation. In regard to retention aspect, concept mapping is considered to be more effective in confirming and remembering the topic, while less effective in the aspects of activity and interest. In conclusion, the use of concept maps makes learning an active meaningful process and improves student's academic achievement and scientific attitude. If the concept mapping is more effectively as an active teaching strategy, more meaningful learning will be attained.

**Keywords :** concept mapping, science achievement, attitude toward science learning, ocean units, hierarchy of concepts.

**요 약 :** 본 연구는 지구과학 '해양' 단원에서 제시된 5가지 주제에 대하여 개념도를 작성한 후 이를 중학교 과학 수업에 적용하여 그 효과를 분석하는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서 작성된 개념도를 활용한 수업을 실험집단인 고등학교 2학년 2개 학급을 대상으로 운영하고 전통적인 수업을 실시한 비교집단과 비교한 결과는 다음과 같다. 첫째, 개념도 활용 수업과 전통적인 수업이 과학성취도에 미치는 효과를 검증한 결과, 개념도 활용 수업이 전통적인 과학수업에 비해 학생들의 과학성취도에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 나타났다. 또한 학습능력 수준에 따라 두 가지 수업의 효과를 비교한 결과, 학습능력이 높은 학습자보다 학습능력이 중·하위 수준의 학생들에게 더 효과적인 것으로 밝혀졌으며 개념도에서 위계가 분명한 학습내용일수록 개념도 활용 수업이 더 효과적이었다. 둘째, 개념도 활용 수업과 전통적인 수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 검증한 결과, '과학적 탐구에 대한 태도' 범주와 '과학적 태도의 적용' 범주에서는 개념도 활용 수업이 전통적인 수업보다 더 효과적이었다. 반면에 '과학수업의 즐거움' 범주에서는 개념도 활용 수

업과 전통적 수업의 효과에 차이가 나타나지 않아 개념도 작성에 대한 학습자들의 심리적인 부담을 반영해주었다. 셋째, 개념도 활용 수업 집단에 대한 설문 조사 결과 개념도 수업에 대한 학습자들의 인식은 전체적으로 긍정적인 것으로 나타났다. 하위 영역 별로 살펴보면 개념도 활용 수업이 학습내용의 이해 증진면에서 유리한 것으로 평가하였으며 학생이 작성한 개념도를 통해 수업 내용에 대한 확인이 용이하기 때문 평가도구로 활용가치가 높은 것으로 인식하였다. 파지력 면에서 개념도는 배운 내용을 확인하고, 기억하는데 유용한 것으로 인식하였으나 활동성면과 흥미면에서는 다른 영역 점수 보다 낮게 나타났다.

주요어 : 개념도, 과학성취도, 과학에 대한 태도, 해양 단원, 개념의 위계

## 연구의 배경 및 목적

Ausubel and Novak(1978)은 아동의 인지구조는 학습 내용과 구체적으로 관련되어 있으며 학습에 있어 중요한 것은 학습자의 지적 수준이 아니라 제시하는 학습 내용을 어떻게 하위개념에서부터 상위개념으로 잘 조직하느냐 하는 것이 문제라고 설명한다. 즉 학습내용의 위계를 적절하게 또한 매우 자세하게 조직하기만 하면 누구에게나 어떠한 개념이라도 학습시킬 수 있다는 것이다. 이러한 입장은 학습이 학습자의 머리 속에 형성되어있는 개념과 새로 배우게 될 개념과의 상호작용에 의해서 이루어지며, 학습 과정은 학습자 스스로가 의미를 구성해 나가는 능동적 과정으로 보는 구성주의 인식론에 그 근거를 둔다. 구성주의 인식론에 근거할 때 과학 개념도는 선행지식의 분화된 정도에 관하여 인지구조 변화를 촉진하고 평가하는데 효과적으로 이용될 수 있다(Doran *et al.*, 1998).

1970년대 Novak의 연구를 시초로 하여 시작된 이 개념도 전략은 특히 1987년 Cornell 대학에서의 학술대회와 1990년도 Journal of Research in Science Teaching 특별호를 통해 더욱 활성화되었다. 개념도는 학습 내용에 들어 있는 개념들을 추출하여 위계적으로 배열하고 그 관계를 2차원적으로 나타낸 그림으로 구조화된 개념 체계를 제시해 주는 시각적인 수단(Stewart *et al.*, 1979)으로 과학 지식의 체계를 추상적인 상위 개념에서 구체적인 하위 개념까지 일목요연하게 보여 줄 수 있기 때문에 학습자료 개발, 학습지도의 구체적 수단, 학습의 결과에 대한 평가 등 과학교육의 여러 분야에서 활용될 수 있는 이점을 가지고 있다. 개념도는 개념들을 포괄성과 일반성에 있어 상위개념에서 하위개념까지 위계적으로 보여 주기 때문에 개념의 수준에 근거를 두고 교육과정 내용을 선정하고 조직하여 학습 지도 자료를 개발

할 수 있다. 개념도에서 상위의 개념은 학습 지도 자료의 단원이나 장을 설정하는 데 이용될 수 있으며, 하위 단계의 개념들은 학습 지도 자료의 세부적인 내용을 선정·조직하고 그에 따라 학습 과제와 소재를 개발하는 준거로 이용될 수 있다.

개념도는 학습자가 이미 파악하고 있는 개념과 새로운 지식 체계 사이의 관계를 분명하고 효과적으로 보여 줄 수 있기 때문에 학습해야 할 주요한 개념과 명제를 제시하는 과학 학습 지도의 수단으로 이용될 수 있다. 개념도를 활용하는 수업에서는 일반적으로 학생에게 개념도를 제공하고 해석하게 하거나, 개념도를 완성하거나 작성하는 과제를 주게 된다. 학생들은 개념도를 작성하는 과정에서 학습내용에 해당하는 주요 개념들을 명확히 인식하고, 기존 관련 개념과 새로운 개념간의 관계를 분명히 인식하게 된다. 그러므로 개념도 작성 과정은 새로운 정보의 유의미 학습을 보다 용이하게 하고 안정되게 한다. 또한, 개념도는 학습 결과를 가시적으로 보여주기 때문에 인지구조상의 개념이 변화된 정도를 평가하는 척도로도 이용된다. 따라서 개념도는 서술형 답안이나 개념도 답안을 채점하는 준거로 활용할 수 있다. 특히, 인지구조 또는 개념의 변화를 학습이라 정의한다면, 개념도는 인지구조상의 개념이 변화된 정도를 측정하는 가장 효과적인 평가 도구가 될 수 있다(성정희, 1994).

이러한 개념도는 Ausubel의 유의미학습을 고양시키는 수업 전략으로 이용되었으며 평가도구, 교육과정 설계 등 여러 영역에서 그 가능성이 증명되었고 광범위한 대상과 다양한 영역별로 연구가 진행되어 왔다. 7학년과 8학년의 학생들을 대상으로 개념도와 Vee mapping사용의 효과를 연구한 결과 실험집단은 6개월 정도의 수업 후에 새로운 문제에 대한 문제해결력 수행에 긍정적인 효과를 나타내었다(Novak *et al.*, 1983). Heinze-Fry and Novak(1990)에 의하면 유

의미 학습을 위한 도구로 개념도의 유용성을 조사한 결과, 학습초기, 파지력, 학습 효용성 측정에서 개념도 집단과 통제집단 간에 통계적으로 유의미한 차이는 없었으나, 이는 비교적 작은 집단을 대상으로 짧은 기간동안 실시한 것에 연유한 것으로 분석하였다. 또한 Ross and Munby(1991)는 산과 염기 개념과 다른 화학적 물질과의 관련성을 이해하고 구조화하는 수단으로 개념도를 시도한 결과, 학생들의 개념도는 학생의 개념이해를 파악하는 기제를 제공함을 보여주었다.

과학 개념도에 관련된 국내의 선행연구들로 개념도를 활용한 초등학생의 암석 단위 학습의 효과에 관한 연구(정계구, 2000)에서 개념도 작성을 통해 수업을 받은 집단이 전통적인 수업을 받은 집단보다 지식, 이해, 적용에서 암석 단위수업이 효과적임을 보였다. 광향란(1990)의 '중학교 생물 교수 전략으로 개념도 적용'에 대한 연구에서는 중학교 2학년 학생들에게 전통적인 수업 방법과 개념도를 혼용하였을 때 수업 효과가 향상되었으며 특히 IQ가 110이하인 학생들에게 효과가 크다고 나타났다. 또한 개념도 활용이 중학생의 분자운동 개념 형성에 미치는 효과에 관한 연구(허성범, 1996)에서는 개념도 활동이 평가 도구로서의 가치를 지니며 학습자의 과학에 대한 태도 변화에 효과적이라고 밝혀졌다.

이외에도 생물분야 개념도 작성 및 적용에 관한 연구들(김미옥과 정영란, 1995; 성정희, 1994; 오금영, 1993), 지구과학 분야의 개념도 작성에 관한 연구는 우주 단원의 개념도 작성에 관한 연구(김현빈과 유계화, 1997) 등이 있다. 이에 실제 수업에서 적용 가능한 고등학교 지구과학 분야 개념도를 작성하고 이를 실제 교실 수업에 적용하여 그 효과를 밝힐 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 Novak(1981)이 제시한 개념도 작성 절차에 따라 지구과학 '해양' 단원의 개념도를 작성하고 이를 현장 수업에 적용한 후 과학성취도와 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 밝히는 데 연구의 목적을 두었다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 고등학교 해양단원 개념도 작성과 이를 활용한 수업 계획은 어떻게 이루어져야 하나?

둘째, 해양 단위 개념도 활용 수업이 학습자의 과학성취도에 어떠한 영향을 미치는가?

셋째, 해양단원 개념도 활용 수업이 학습자의 과학에 대한 태도에 어떠한 영향을 미치는가?

넷째, 해양단원 개념도 활용 수업에 대한 학습자들의 인식은 어떠한가?

## 연구 방법

### 연구 절차

본 연구는 문헌연구를 통한 개념도 작성 연구와 이를 적용한 실험연구로 이루어졌다. 개념도 활용 수업을 위하여 현행교과서 「공통과학」의 '해양' 단위, 「지구과학I」의 '대기와 해양' 단위, 「지구과학II」의 '해양과 해수의 순환' 단위 내용의 과제 분석 결과 '해저지형', '해수의 성분', '해수의 성질', '해수의 순환', '우리나라 주변의 해양' 등의 5가지 주제에 대하여 개념도를 작성하였다.

개념도 작성의 절차는 먼저, 개념도를 작성하고자 하는 내용이나 주제와 관련된 주요 과학 법칙이나 원리를 파악한다. 과학 법칙이나 원리는 명제 형태로 되어 있으며, 과학 개념과 개념 사이의 관계를 나타낸다. 추출한 과학 개념을 위계적으로 배열할 때 일반적이고 포괄적인 개념을 상위에 놓고, 상대적으로 구체적인 개념을 하위에 배치한다. 개념의 배열이 끝난 다음에는 관련이 있는 개념과 개념을 선으로 이어 준다. 이 때 관련이 있고 없음은 원리나 법칙에서 하나의 명제 내에서 진술되었는지의 여부를 기준으로 삼는다. 또한, 선은 개념도의 한 부분에서 다른 부분으로 개념을 교차하여 연결하는 데에도 쓰여진다. 마지막으로, 연결된 곳에 그 선의 이유나 보충 사항을 낱말이나 문장 등의 서술어를 써넣었다.

실험집단은 본 연구에서 작성한 개념도 수업을 실시하였고 통제집단은 교사 설명중심의 전통적인 수업을 진행하였다. 사전 사후 검사로 과학성취도 검사와 과학에 대한 태도 검사를 실시하였고 실험집단은 개념도 활용 수업에 대한 인식 조사를 위한 설문도 실시하였다.

### 연구 대상

본 연구의 대상은 단일 고등학교에서 임의 군집 표집한 4개 학급의 구성원으로서 총인원 142명으로 실험집단과 비교집단은 각 71명이다. 실험집단과 비교집단에 2학년씩 배정하여 최초의 연구대상자는 150명이었으나 연구기간 중 필요한 검사나 수업처치를 받지 못한 학생들은 자료분석에서 제외하였다. 실험집단과 비교집단은 사전검사의 과학 학업성취도 검

Table 1. Mean and standard deviation for science achievement and the attitude toward science of pre-test.

영역	실험집단 (N=71)		비교집단 (N=71)		t	p
	M	SD	M	SD		
사전 과학성취도	48.87	10.63	48.56	11.96	.000	1.000
사전 과학에 대한태도	3.15	.30	3.12	.39	.622	.535

사결과를 근거로 학습능력 상위 25명을 「상」 수준, 중위 25명을 「중」 수준, 하위 21명을 「하」 수준으로 구분하였다. 본 연구의 독립변인은 개념도 활용 수업과 전통적 과학 수업이며, 종속변인은 과학 학습성취도와 과학에 대한 태도 점수다. 본 연구의 구획변인은 학습능력 수준으로 연구의 설계는 2×3의 이요인 처치 구획 설계이다.

두 집단에 대하여 본 연구에서 개발한 과학성취도 검사와 과학에 대한 태도 검사를 수업 적용 사전에 실시한 결과 두 집단간에 통계적으로 의미있는 차이가 나타나지 않았다(Table 1).

### 수업 처치

개념도를 활용하는 수업에서는 일반적으로 학습자에게 전문가가 작성한 개념도를 제공하여 해석하게 하거나, 수업 주제에 관한 전체 개념도를 작성하거나 미완성 개념도를 완성하도록 하는 과제를 주게 된다. 본 연구에서는 개념도 전략을 수업에서 전적으로 사용하기 보다는 연구자와 교사가 작성한 개념도를 보조자료로 활용하여 학습한 후 배운 교과 내용에서 개념들을 추출하고 이들을 위계적으로 배열해보도록 함으로써 학습 내용을 파악하도록 하였다. 즉 수업 도입단계에서 교사는 개념도의 의미와 개념도 작성 방법, 개념도 해석에 대하여 설명한 후 연구자가 작성한 개념도 중 해당 시간에 학습할 주제의 전체의 개략적 개념도를 멀티비전을 통해 학생들에게 소개하였다.

전개단계에서는 이를 통해 가장 상위에 있는 포괄적인 전체개념부터 하위의 구체적인 개념들까지 학습 내용의 위치와 개념과 개념간의 관계를 충분히 확인시켜 주면서 개념도의 위계에 맞게 교수·학습내용을 전개하였다. 이를 통해 학생들은 학습내용에 해당하는 주요 개념들을 명확히 인식하고, 기존 관련 개념과 새로운 개념간의 관계를 분명히 인식하는데 도움을 받는다.

정리단계에서는 학생들 스스로 개념도를 작성할 수 있도록 공란으로 비워진 미완성 개념도와 개념도의

한 분절을 완성시키는 부분 개념도를 나누어주어 조별로 토론을 통해 완성하도록 하였다. 학생들이 작성한 개념도 중 몇 장을 골라 연구자가 작성한 개념도와 비교하는 방식으로 학습내용을 정리하였다. 학생들은 스스로 개념도의 작성을 통해서 자신들이 가지고 있는 개념들 사이의 새로운 관계와 그에 따라 생성된 새로운 의미를 학습할 수 있었다. 또한 개념들간의 위계를 정하기 위해 개념들을 비교하여 그것들의 포괄성과 특수성을 결정하는 동안 개념들간의 관계가 보다 정교해지고 분화될 수 있다.

본 연구에서 실험집단에는 해양단원 개념도 활용 수업을 주당 2시간 6주간 12차시로 진행하였고 비교집단에서는 해양 단원에 대해 설명과 필기를 중심으로 하는 교사 중심의 전통적 수업방법을 실험집단과 동일한 주당 2시간 6주간 12차시로 실시하였다.

### 검사 도구

본 연구에서 사용한 과학성취도 사전 사후 검사도구는 실험 처치한 12시간 수업목표와 내용을 근거로 하여 연구자들이 교과내용 전문가와 협의하여 개발한 후 과학교육전문가 1인과 교사 2인에게 안면 타당도를 검증받았다. 문항은 해저지형과 우리 나라 주변 해저지형에 대한 7문항, 해수의 성분에 대한 4문항, 해수의 성질과 해수의 순환에 대한 9문항으로 총 20문항 40점 만점으로 구성하였다. 본 연구의 실험 전에 동일학교에서 실험집단 외의 한 학급을 선정하여 과학성취도 검사도구를 투입한 결과 신뢰도는 Cronbach's  $\alpha$  계수가 0.81로 나타났다. 과학에 대한 태도 검사도구는 Fraser(1981)의 TOSRA 중에서 '과학적 탐구에 대한 태도(범주1)', '과학적 태도의 적용(범주2)', '과학수업의 즐거움(범주3)'에 해당하는 30문항으로 구성하였다. 과학에 대한 태도 검사도구의 영역별 신뢰도는 Cronbach's  $\alpha$  계수가 영역1이 0.74, 영역 2가 0.76, 영역 3이 0.73으로 나타났다.

실험집단을 대상으로 개념도 활용 수업에 대한 인식을 조사하기 위해 선행연구의 설문지(장우화, 1992)를 수정하여 사용하였다. 설문은 Likert 5척도의

**Table 2.** Items of students' perception of concept map science instruction.

영역	내용	문항번호
영역 1	평가도구	1, 7, 9, 13, 15
영역 2	이해증진	2, 8, 10, 14, 16
영역 3	활동성	3, 17
영역 4	곤란도	4, 11, 18
영역 5	흥미	5, 19
영역 6	파지력	6, 12, 20

총 20문항으로 6가지 영역으로 나뉘어지며 각 영역의 내용과 문항번호는 Table 2와 같다. 21번 문항에는 개념도 적용 수업에 대한 본인 의견을 기술하도록 하였다.

**자료처리 및 분석**

본 연구는 개념도 활용 수업을 실시한 실험집단과 전통적인 수업을 실시한 비교집단에 대하여 학습능력을 구획변인으로 하는 2×3 요인 변량분석과 사후검증을 실시하였다. 본 연구의 독립변인은 개념도 활용 수업과 전통적 수업이며 종속변인은 과학성취도 점수와 과학에 대한 태도검사 점수이다. 자료의 모든 통계 처리는 SPSS 10.0을 사용하였다.

**연구결과 및 논의**

**해양 단원 개념도 작성**

제6차 교육과정 고등학교 교과서에서 해양관련 내용은 공통과학」에서 ‘해양」으로, 「지구과학I」에서 ‘해양의 분포와 해류」로, 「지구과학II」에서 ‘해양과 해수」로 나타난다.

본 연구에서는 이들 교과서에서 제시된 ‘해양」단원 개념을 추출하여 분석한 후, 소단원 수준의 5가지 주제 즉, ‘해저지형’, ‘해수의 성분’, ‘해수의 성질’, ‘해수의 순환’, ‘우리나라 주변의 해양」을 선정하였다. 이 5가지 소단원에 포함되는 개념을 위계적으로 시각화하는 개념도 작성 절차는 단원의 주요 개념 추출 → 각 개념들을 위계에 맞게 나열 → 연결어와 교차연결로 요약할 수 있다(Novak and Gowin, 1984).

첫째, 개념도로 작성하고자 하는 내용이나 주제와 관련된 주요 과학 법칙이나 원리를 파악한다. 일반적이고 포괄적인 상위개념과 특수하고 좁은 하위개념을 분류하여 개념들 간의 위계와 포함관계를 결정한다.

둘째, 추출한 과학 개념 중 일반적이고 포괄적인

개념을 상위에 놓고, 상대적으로 구체적인 개념을 하위에 배치한다. 이때 상위 개념으로 초등학교 중학교와 공통과학에서 선행학습 될 개념들과의 연관을 고려하였으며 각 개념들이 교육과정의 학습목표에 알맞게 전개되었는지 점검하였다.

셋째, 개념의 배열이 끝난 다음에는 관련되는 개념들간에 연결선을 긋고 연결어를 사용하여 명제형태로 개념들 간의 관계를 서로 유의미하게 연결한다. 이때 관련이 있고 없음은 원리나 법칙에서 하나의 명제 내에서 진술되었는지의 여부를 기준으로 삼는다. 연결선은 개념도의 한 부분에서 다른 부분으로 개념을 교차연결하는 데에도 쓰여진다.

본 연구에서는 연구자들과 지구과학 교사 2인이 공동작업으로 위의 절차에 근거하여 개념도를 작성하였고 완성된 개념도는 과학교육전문가 1인과 지구과학 교사 2인에게 아래의 항목을 중심으로 타당도를 검증받았다.

- 상위 개념과 하위 개념이 적절히 전개되었는가?
- 각 개념들이 관련 있는 개념끼리 연결되어 있는가?
- 개념 사이의 관계를 규정하는 원리와 법칙이 잘 연결되어 있는가?
- 교육과정에서 제시한 단원의 학습목표가 성취되도록 내용이 체계적으로 전개되었는가?
- 각 교과서에서 공통적으로 제시한 주요 개념을 잘 수용하였는가?

**‘해저지형’ 소단원:** 본 소단원의 학습목표는 해저지형의 특징, 수심측정법의 원리, 해저지형 각 부분의 명칭과 특징, 해저지형의 판구조론적 특징 등을 이해하는 것이다. 대륙주변부, 심해저, 판구조론 개념을 상위 위계에 놓고 그 아래에 하위 지형과 관련되는 특징별로 위계적으로 나타내었다. 연결선과 연결어는 판의 경계의 종류와 해저 지형의 유형을 관련지은 후 특히, 해령과 해구를 맨틀대류와 관련시켰다. 즉, 판의 운동이 해저 지형의 형성에 중요한 역할을 하고 있음을 개념도 구성에 나타내하고자 하였다(Fig. 1).

**‘해수의 성분’ 소단원:** 본 소단원에서는 해수에는 다양한 염류와 용존기체가 용해되어있으며, 용해된 여러 염류는 일정한 비율을 이루며 해수의 총염분은 해양에 따라 다르다는 사실을 다루고 있다. 주요 하위 개념으로는 크누센의 실험식, 증발량, 강수량, 결빙, 해빙, 육수유입 등이며 지역별 염분 분포의 차이

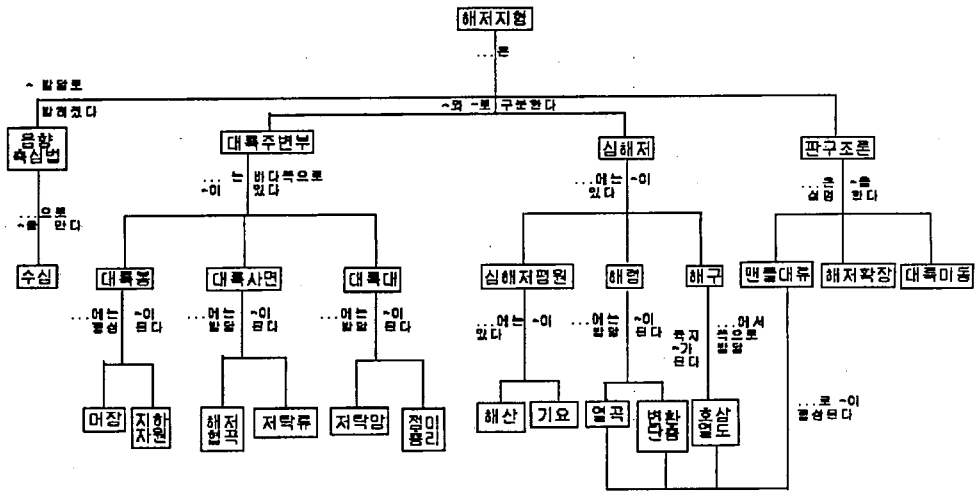


Fig. 1. Concept map of “ocean floor geography”.

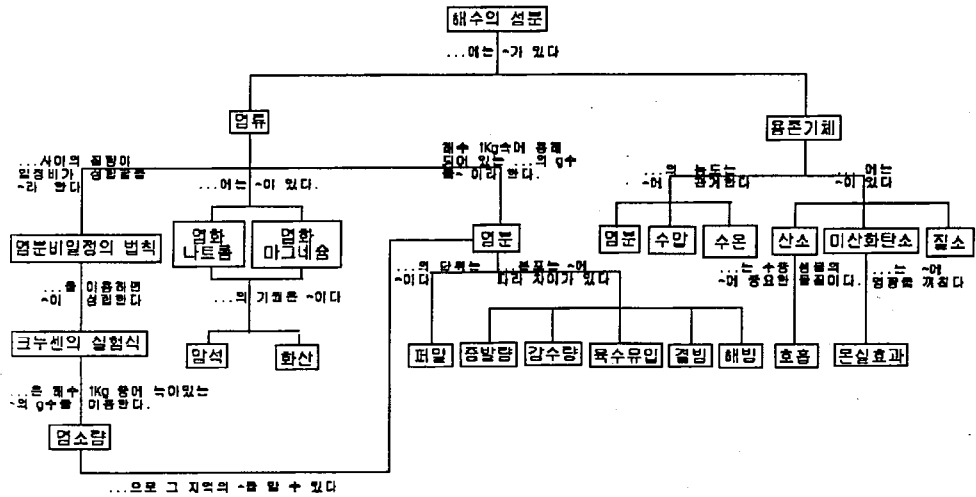


Fig. 2. Concept map of “components of ocean water”.

를 증발량, 강수량 등 그 지역의 기후와 관련짓고 염분과 염분비일정의 법칙을 관련시켜 이해하도록 개념도를 구성하였다. 각 개념들을 위계에 맞게 나열한 후 연결어와 교차연결을 작성한 결과 개념도는 Fig. 2 와 같다.

‘해수의 성질’ 중단원: 본 소단원에서는 해수의 표면분포와 연직분포를 다루고 수온과 염분에 따라 해수의 밀도가 달라짐을 알아본다. 상위 개념인 표면수온 분포 하위에 열적도, 태양복사열, 증발 등의 개념을 배치하고 가장 하위에는 난류, 한류를 관련시켰다. 연직수온 분포 개념의 하위에는 혼합층, 수온약층, 심해층 등의 개념을 배치하고 대류층, 안정층, 성

층권의 하위개념을 연결하였다(Fig. 3).

‘해수의 순환’ 소단원: 본 소단원에서는 표층순환과 심층순환의 특성과 실예에 대한 이해를 학습목표로 한다. 아열대 순환의 하위 개념으로 북태평양 아열대 순환 각 해류의 원인을 연결하고 서안강화현상을 관련시켰다. 아열대 순환 외에 열대 순환, 아한대 순환의 상위개념으로 표층순환을 중층류, 심층류, 저층류의 상위개념으로 심층순환을 이해하도록 개념도를 구성하였다. 각 개념들을 위계에 맞게 나열한후 연결어와 교차연결을 작성한 결과 개념도는 Fig. 4 와 같다.

‘우리나라 주변 해양’ 소단원: 본 중단원의 학습 목표는 우리나라의 각 해양의 해저 지형의 특성, 수온·

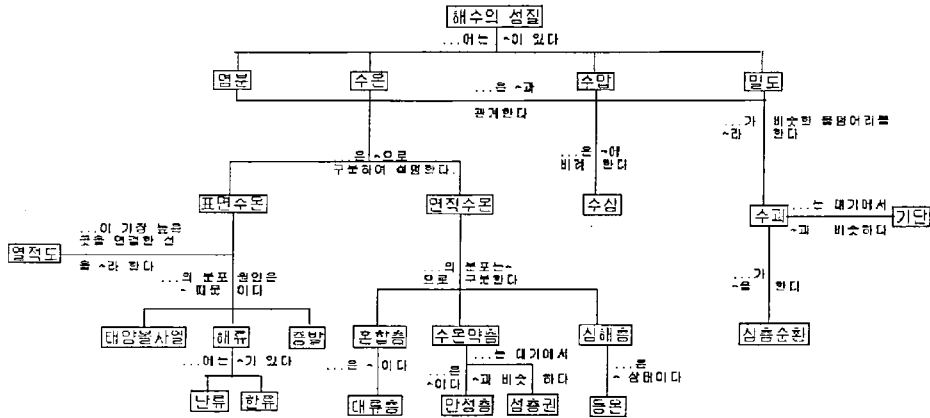


Fig. 3. Concept map of "features of ocean water".

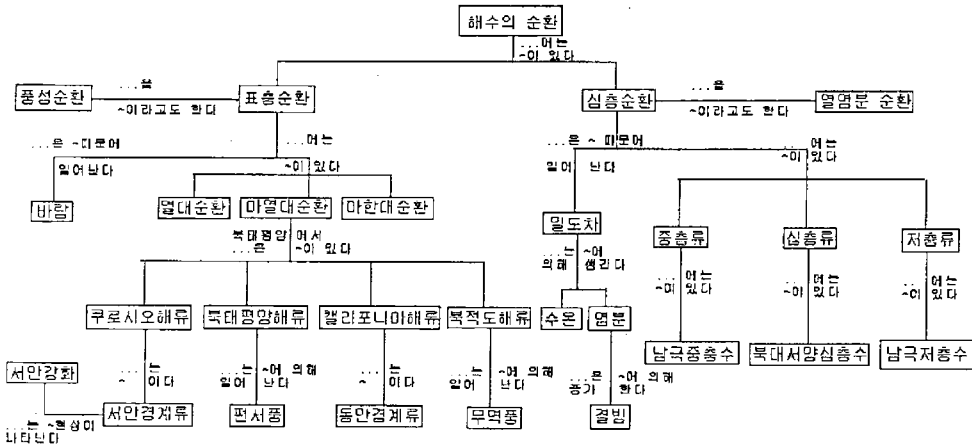


Fig. 4. Concept map of "circulations of ocean water".

염분의 계절 변화 등을 이해하는 것이다. 해저지형, 해류, 해수성질의 3가지 상위개념 아래에 관련 개념들을 배치하고 연결어를 작성한 결과는 Fig. 5와 같다.

**개념도 활용 수업이 과학성취도에 미치는 효과**

개념도 활용 수업을 실시한 실험집단과 전통적 수업을 실시한 비교집단의 학습수준에 따른 과학성취도 점수의 평균 및 표준편차는 Table 3에 변량분석 결과와 사후검증 결과는 Table 4에 제시하였다.

Table 3에 의하면 전체 과학성취도에서 실험집단의 평균점수(56.41)가 통제집단의 평균점수(48.03)보다 유의미하게 높게 나타났다(p < .05). 이는 개념도 수업 전략을 적용한 실험집단이 전통적 수업 전략을 적용한 통제집단에 비하여 과학성취도 면에서 유의미하게 높게 나타난 선행연구들(허성범, 1996; 최주영과 허

명, 1994)의 결과와 일치한다.

Table 4에서는 집단유형과 학습능력수준 간에 상호 작용 효과가 나타나(p < .05) 개념도 활용수업이 학업 성취도에 미치는 효과는 학습수준에 따라 다르게 나타났다. 즉 학습능력이 상 수준인 경우 실험집단과 비교집단의 과학성취도 차이는 통계적으로 유의미하지 않았고 중 수준과 하 수준인 경우 실험집단과 비교집단의 과학성취도 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다(p < .05). 따라서 개념도 활용 수업이 학업 성취도에 미치는 효과에 대한 분석 결과 개념도 활용은 모든 수준의 학생들에게 긍정적인 효과를 미치며, 특히 학습능력이 높은 학습자보다 학습능력이 중·하위 수준의 학생들에게 더 높은 효과가 나타나는 것으로 밝혀졌다. 이는 중학생들에게 전통적인 수업 방법과 개념도 수업 방법을 혼용하였을 때 수

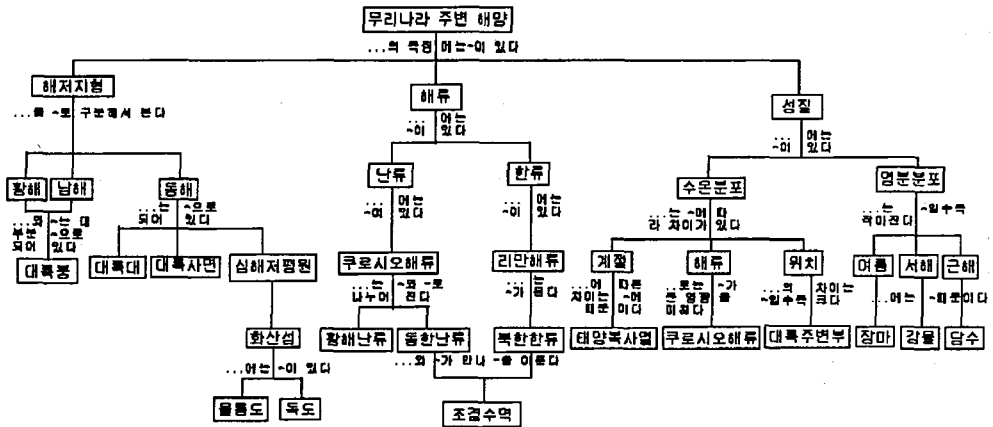


Fig. 5. Concept map of “oceans around the Korea Peninsula”.

업 효과가 향상되었으며 특히 IQ가 110이하인 학생들에게 효과가 크다는 연구(곽향란, 1990)의 결과와 일치한다.

이와 같은 결과는 개념도를 활용하여 학습한 학습자는 전통적 수업 집단의 학습자에 비하여 학습해야 할 주요 개념과 명제의 조직적 관계를 파악하고 개념도의 작성을 통해서 학습자 스스로가 의미를 구성하여 능동적으로 학습하였기 때문으로 보인다. 개념도 활용 수업에 대한 학습자들의 인식 분석에서 ‘개념도를 완성함으로써 학습내용에 대하여 잘 이해할 수 있었다’, ‘개념도로 그린 내용을 머리 속에 그려보면서 생각하니 학습내용을 잘 기억할 수 있었다.’ 등의 반응이 이러한 결과를 반영해 준다. 특히 ‘다른 조원들의 개념도를 보면서 내가 틀린 점을 알아냈다’ 등의 개념도 활용 수업에 대한 의견에서도 볼 수 있

듯이 학습능력이 낮은 학습자에게 학습내용을 보다 적극적으로 구조화할 수 있는 기회를 부여한 것으로 볼 수 있다. 과학성취도 검사문항에서 하위 영역인 해저지형, 해수성분, 해수성질 별로 점수를 비교한 결과는 Table 5와 Table 6과 같다.

과학성취도 검사문항의 ‘해저지형’ 영역은 해저지형 소단원과 우리나라 주변 해양 소단원에서의 해저지형 부분의 내용을 포함한다. ‘해수성분’ 영역은 해수의 성분 소단원과 우리나라 주변 해양 소단원에서의 해수성분 부분의 내용을 포함한다. 그리고 ‘해수성질’ 영역은 해수의 성질 소단원과 해수의 순환 소단원의 내용을 포함한다.

Table 5에 의하면 해저지형 영역의 점수에서 실험 집단의 평균점수(12.61)와 비교집단의 평균점수(10.70) 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이

Table 3. Mean and standard deviation for science achievement.

		상	중	하	전체	t	p
실험집단	M	60.20	55.80	52.62	56.41	4.424	.000
	SD	12.37	8.50	11.47	11.15		
비교집단	M	57.60	47.60	37.14	48.03		
	SD	8.79	7.09	7.99	11.42		

Table 4. ANOVA results on the science achievement by treatment and learning ability.

	SS	df	MS	F	p
처치	2705.075	1	2705.075	29.718	.000
학습능력	4506.828	2	2253.414	24.756	.000
처치×학습능력	946.747	2	473.374	5.200	.007
처치 @ 학습능력 상	2046.892	1	2046.892	.734	.073
처치 @ 학습능력 중	3350.223	1	3350.225	25.596	.000
처치 @ 학습능력 하	267.567	1	267.568	25.753	.000



**Table 5.** Mean and standard deviation for sub-areas of science achievement.

영역	실험집단(N=71)		비교집단(N=71)		t	p
	M	SD	M	SD		
해저지형	12.61	4.62	10.70	6.28	2.054	.52
해수성분	20.77	5.12	17.96	6.74	2.805	.006
해수성질	23.03	7.15	19.30	7.09	3.125	.002

**Table 6.** ANOVA results on the sub areas of science achievement.

	SS	df	MS	F	p
해저지형					
처치	146.926	1	146.926	5.410	.052
처치×학습능력	327.536	2	163.768	6.030	.289
해수성분					
처치	303.403	1	303.403	10.356	.002
처치×학습능력	73.310	2	36.655	1.251	.003
처치 @ 학습능력 상	392.000	1	392.000	2.040	.065
처치 @ 학습능력 중	456.001	1	456.000	1.165	.091
처치 @ 학습능력 하	316.226	1	316.222	2.315	.002
해수성질					
처치	522.875	1	522.875	10.819	.001
처치×학습능력	74.482	2	37.241	.771	.465

에 비하여 해수성분 영역의 점수에서 실험집단 (20.77)이 비교집단(17.96)보다 유의미하게 높게 나타났으며( $p < .05$ ) 해수성질 영역의 점수에서도 실험집단(23.03)이 비교집단(19.30)보다 유의미하게 높게 나타났다( $p < .05$ ). 이는 과제 분석 단계에서 학습위계의 수가 적고 덜 위계적인 해저지형 영역에 대해서는 개념도 활용 수업과 전통적 수업의 효과에 차이가 나타나지 않았고, 학습위계가 분명한 해수성분과 해수성질 영역에서는 전통적 수업보다 개념도 활용 수업이 더 효과적인 것으로 분석된다.

Table 6의 변량분석결과에 의하면 해저지형과 해수성질 영역의 점수에서는 수업처치와 학습능력 수준 사이의 상호작용 효과가 나타나지 않았고 해수성분 영역에서는 수업처치와 학습능력 수준 사이의 상호작용 효과가 나타났다( $p < .05$ ). Table 6의 사후검증결과에서 나타난 바와 같이 해수성분 영역에서는 학습능

력이 상 수준과 중 수준인 경우 실험집단과 비교집단의 과학성취도 차이가 통계적으로 유의미하지 않았고 학습능력이 하 수준인 경우 실험집단과 비교집단의 과학성취도 차이(실험집단 18.57, 비교집단 13.57)는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다( $p < .05$ ). 따라서 하위영역별 성취도에 미치는 효과에 대한 분석 결과, 개념도 활용은 학습능력이 높거나 중간인 학습자보다 학습능력이 낮은 수준의 학생들에게 더 높은 효과가 나타나는 것으로 밝혀졌다.

**개념도 활용 수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과**

개념도 활용수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 검증하기 위해 ‘과학적 탐구에 대한 태도’, ‘과학적 태도의 적용’, ‘과학수업의 즐거움’의 세 가지 범주에 대한 검사를 실시한 결과는 Table 7, Table 8 과 같다.

**Table 7.** Mean and standard deviation for sub-domains of the attitude toward science.

영역	실험집단(N=71)		비교집단(N=71)		t	p
	M	SD	M	SD		
전체태도	3.40	0.29	3.19	0.44	3.600	.000
범주1 (과학적 탐구에 대한 태도)	3.52	0.46	3.21	0.56	2.543	.012
범주2 (과학적 태도의 적용)	3.35	0.34	3.09	0.46	2.479	.014
범주3 (과학 수업의 즐거움)	3.33	0.43	3.24	0.54	3.490	.107

**Table 8.** ANOVA results on the attitude toward science by treatment and learning ability.

	SS	df	MS	F	p
전체태도					
처치	1675.234	1	1675.234	14.456	.000
처치×학습능력	528.450	2	264.225	2.280	.106
범주1					
처치	175.625	1	175.635	6.850	.010
처치×학습능력	23.965	2	11.983	.467	.628
범주2					
처치	112.560	1	112.560	7.472	.007
처치×학습능력	142.344	2	71.172	4.725	.075
범주3					
처치	291.311	1	291.311	12.663	.090
처치×학습능력	54.490	2	27.245	1.184	.309

앞서 제시한 Table 1과 Table 7에 의하면 실험집단의 과학에 대한 태도 사전 검사 점수(3.15)보다 사후 검사 점수(3.40)가 높게 나타났고 비교집단도 사전 점수(3.12)보다 사후 점수(3.19)가 높게 나타났다. Table 7에 의하면 과학에 대한 태도 전체의 점수는 실험집단의 평균점수(3.40)가 비교집단의 평균점수(3.19)보다 유의미하게 높게 나타났다( $p < .05$ ). 과학에 대한 태도의 하위 범주 중 ‘과학적 탐구에 대한 태도’ 범주에서 실험집단의 평균점수(3.52)가 비교집단의 평균점수(3.31)보다 유의미하게 높게 나타났으며 ( $p < .05$ ), 수업처치와 학습능력 수준과의 상호작용 효과는 없었다. 그리고 ‘과학적 태도의 적용’ 범주에서는 실험집단의 점수(3.35)가 비교집단의 평균점수(3.19)보다 유의미하게 높게 나타났으며 ( $p < .05$ ) 수업처치와 학습능력 수준과의 상호작용 효과는 없었다. 과학에 대한 태도의 하위 영역 중 ‘과학수업의 즐거움’ 범주에서는 실험집단의 점수(3.33)와 비교집단의 점수(3.24) 간에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. Table 8 변량분석 결과에 의하면 과학에 대한 태도에 있어서는 수업처치와 학습능력 수준과의 상호작용 효과는 없었다.

이와 같은 결과는 개념도 활용 수업에 대한 학습자들의 인식 분석에서 ‘개념도를 그릴 때에는 시간이 많이 걸리고, 아는 것이 없을 때에는 싫증을 느끼게 한다.’ ‘개념도를 그릴 때 힘들고 자신이 없다’는 등의 반응과 관련된다. 사실 전문가들에게도 많은 시간을 요구하는 개념도 구조화 작업이기에 학생들이 개념도를 적성하는데 심리적 부담을 가질 수 있으며 이는 개념도 작성 훈련에 많은 시간이 필요함을 말

해주는 것이다.

#### 개념도 활용 수업에 대한 학습자들의 인식 분석

개념도 활용 수업에 대한 학습자들의 인식을 조사하기 위해 실험 집단을 대상으로 설문을 실시하였다. 6가지 하위영역으로 구성된 20개 문항의 응답 결과와 학습자가 직접 개념도 활용 수업에 대한 의견을 기술한 결과를 분석하였다. 성취수준에 따른 각 하위 영역의 평균, 표준편차 및 유의확률은 Table 9와 같다.

Table 9에서 보는 바와 같이 개념도를 활용한 실험집단에서 수업후 실시한 개념도 활용 수업에 대한 학습자들의 인식은 전체적으로 긍정적인 것으로 나타났고 학습능력 수준간에는 유의미한 차이가 없었다 ( $p < .05$ ).

6가지 하위영역 중에서 ‘이해증진’ 영역의 점수가 가장 높게 나타났다. 이것은 학습내용에 해당하는 주요 개념들을 명확히 인식하고, 기존 관련 개념과 새로운 개념간의 관계를 분명히 인식하여 유의미 학습을 보다 용이하게 하고 안정되게 한 결과로 볼 수 있다. 학습자들은 완성되지 않은 개념도를 완성하는 과정을 통해 조별 구성원들끼리 의견을 교환하고 스스로 잘못된 개념을 발견하기도 하였다. 완성된 개념도는 세부적인 하위개념을 적절하게 첨가하여 애초의 기본 개념도와 비교하여 그 구조가 좀 더 복잡해졌으며 학습자의 과학적 개념 획득의 입증자료로 볼 수 있다.

‘평가도구’ 영역이 다음으로 높게 나타났는데 이것은 학생이 작성한 개념도를 통해 수업 내용에 대해서 어느 정도 이해하고 있는지 확인하기 용이하기

Table 9. Students' perceptions on concept map science instruction.

		상	중	하	전체	F	p
평가도구	M	17.12	17.20	17.00	17.11	75.86	.951
	SD	2.52	1.78	2.02	2.11		
이해증진	M	17.60	16.80	17.05	17.15	86.41	.305
	SD	2.06	1.53	1.96	1.86		
활동성	M	7.36	6.68	7.00	7.01	22.47	.091
	SD	1.08	.98	1.18	1.10		
곤란도	M	10.64	10.48	10.38	10.51	33.27	.778
	SD	1.07	1.42	1.28	1.24		
흥미	M	6.84	6.76	6.81	6.80	18.37	.964
	SD	.80	1.05	1.28	1.04		
파지력	M	11.04	11.28	10.90	11.08	25.69	.726
	SD	1.34	1.88	1.58	1.60		

때문 평가도구로 활용가치가 높은 것으로 인식하는 것으로 나타났다. 이는 개념도 작성에 대한 생소함 때문에 처음에는 부담을 느끼던 학습자들이 점차 개념도에 대해 이해하면서 흥미를 느꼈다는 설문지의 견란의 내용과도 일치한다. ‘파지력’ 면에서 개념도는 배운 내용을 확인하고, 기억하는데 유용한 것으로 인식하는 것으로 나타났다. 그러나 ‘활동성’ 영역과 ‘흥미’ 영역은 다른 영역 점수 보다 낮게 나타났다. 이는 개념도 활용 수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과 분석 결과 ‘과학수업의 즐거움’ 범주에서는 실험집단과 비교집단 간에 유의미한 차이가 나타나지 않은 결과와 일치한다.

그리고 학생들이 개념도 활용 수업에 대한 의견을 직접 기술한 결과를 보면 ‘개념도를 통해 학습 내용을 한눈에 볼 수 있다.’ ‘배운 내용을 정리하고 복습할 수 있다.’, ‘학습 내용을 한눈에 볼 수 있어 유용하다.’, ‘다른 과목에까지 확대했으면 좋겠다.’, ‘기억하기가 쉽고 오래간다.’ 등의 긍정적인 반응들이 많았다. 반면에 ‘개념도를 구조화하기가 다소 부담스럽다.’, ‘개념도를 그릴 때에는 시간이 많이 걸리고, 자신이 없다’는 등의 반응도 나타났다. 따라서 개념도 활용 수업이 학생들에게 대체로 긍정적으로 인식되었으나 개념도 작성 활동이 아직 생소하고 심리적으로 부담을 느끼는 것으로 보인다.

### 결론 및 제언

본 연구에서는 고등학교 지구과학의 해양 단원 수업을 위한 개념도를 작성하고 이를 실제 수업에 활

용한 집단과 동일한 내용 범위의 전통적 학습을 한 집단의 과학 성취도, 과학 태도 점수를 비교하였고, 개념도 활용 수업에 대한 설문 결과 분석하였다. 이러한 연구의 결과를 토대로 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 개념도 활용 수업과 전통적인 수업이 과학성취도에 미치는 효과를 검증한 결과, 개념도 활용 수업이 교사중심의 설명식 수업에 비해 해양분야 과학성취도에 효과적이었다. 학습능력 수준에 따라 두 가지 수업의 효과를 비교한 결과, 학습능력이 높은 학습자보다 학습능력이 중·하위 수준의 학생들에게 더 높은 효과가 나타났다. 이와 같은 결과는 개념도 활용 수업에서 다른 학습자와 협력하여 개념도를 작성한 활동이 구성주의 학습론에서 강조하는 사회적 교섭(박수경, 1999)을 유발한 결과로 분석된다. 또한 개념도에서 위계의 수가 적고 덜 위계적인 학습내용보다 학습위계의 수가 많고 상위개념과 하위개념의 위계가 분명한 학습내용에 대하여 개념도 활용 수업이 더 효과적이었다.

둘째, 개념도 활용 수업과 전통적인 수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 검증한 결과, ‘과학적 탐구에 대한 태도’ 범주와 ‘과학적 태도의 적용’ 범주에서는 개념도 활용 수업이 전통적인 수업보다 더 효과적이었으며 ‘과학수업의 즐거움’ 범주에서는 두 가지 수업이 효과면에서 차이가 없었다. 과학에 대한 태도에 미치는 효과면에서는 학습능력 수준에 무관하게 개념도 활용 수업이 전통적 수업보다 더 효과적인 것으로 나타났다. 과학수업의 즐거움면에서 개념도 활용 수업과 전통적 수업의 효과면에서 차이가

나타나지 않아 개념도 작성에 대한 학습자들의 심리적인 부담을 반영해주었으며 이는 개념도 작성 훈련에 많은 시간이 필요함을 말해주는 것이다.

셋째, 개념도 활용 수업 집단에 대한 설문 조사 결과 개념도 수업에 대한 학습자들의 인식은 전체적으로 긍정적인 것으로 나타났다. 하위 범주 별로 살펴보면 개념도 활용 수업이 학습내용의 이해 증진면에서 유리한 것으로 평가하였으며 학생이 작성한 개념도를 통해 수업 내용에 대한 확인이 용이하기 때문 평가도구로 활용가치가 높은 것으로 인식하였다. 파악력면에서 개념도는 배운 내용을 확인하고, 기억하는데 유용한 것으로 인식하였으나 활동성면과 흥미면에서는 다른 영역 점수 보다 낮게 나타났다. 이는 개념도 활용 수업이 과학에 대한 태도에 미치는 효과 분석 결과 '과학수업의 즐거움' 범주에서 효과가 나타나지 않은 결과와 일치한다.

본 연구의 결과와 제한점에 기초하여 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 고등학교 해양 단원의 개념도 작성을 위하여 5가지 하위 주제에 포함되는 개념을 추출하고 각 개념을 위계에 맞게 나열한 후 연결어를 설정하였다. 그 결과 개념에 대한 평가와 위계 해석에서 주관적 관점이 많이 개입되며 일반화하는데 어려움이 나타났으며 따라서 본 연구에서 사용한 개념도도 해양 단원에 대한 여러 가지 개념도 중 한 예라고 할 수 있다. 특히 가장 포괄적이고 일반적인 개념이거나 가장 특정하고 구체적인 개념인 경우를 제외한 개념도 중간에서 연결되는 개념들은 위계의 수준, 가지의 정도를 구조화하는데 애매함과 모호함이 따른다. 즉 어느 개념이건 상위개념에 대한 하위개념이 될 수 있으며 동시에 하위개념에 대한 상위개념이 될 수 있기 때문이다. 따라서 개념도 활동을 실시하려면 교사가 먼저 이 전략 및 활동에 익숙해야 하고 수업에서 학생들에게 시행하는 데도 또한 많은 훈련기간을 거쳐야 할 필요성이 있다.

둘째, 개념도 활용 수업에 대한 인식에서 보여지듯이 학생들은 개념도 활용 학습에 대한 유용성을 인정하면서도, 개념도 작성 시 학습 주제에 포함된 개념들을 추출해내고 이 개념들의 상호관련성을 위계적으로 구조화하는 활동에 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 따라서 개념도 활용 수업의 효율적인 현장 적용을 위하여 구체적이고 다양한 수업 기법에 대한 후속 연구가 필요하다. 이를 기초로 과학교육 과정과

학습 지도 방법 개발의 준거로서 개념도가 활용될 수 있을 것이다.

셋째, 학습자가 작성한 개념도를 통하여, 전체 개념 체계 구조에서 학습내용이 차지하는 위치에 대한 학습자의 인식이나 학습 내용간의 관련성에 대한 이해의 정도를 파악할 수 있고 따라서 학습자의 선행 개념의 출처와 형성 과정을 규명할 수 있다. 이를 기초로 과학 오개념 교정을 위한 개념도 활용 수업의 구체적인 전략을 개발하고 적용할 때 학습자가 이미 알고 있는 개념이나 명제에 새로운 지식을 관련지음으로서 의미있는 학습이 이루어진다는 구성주의 학습관의 실질적인 구현이 가능할 것이다.

## 참고문헌

- 강영희 외, 1995, 고등학교 공통과학. 두산동아, 270-279
- 곽향란, 1990, 중학교 생물 교수 전략으로서의 개념도 적용. 서울대학교석사학위논문, 81 p.
- 김동영, 1995, 중학교 과학수업에서의 개념도 활용. 서울대학교 석사학위논문, 47 p.
- 김미옥, 정영란, 1995, 고등 학교 생물 세포 단원의 개념도에 의한 분석. 한국과학교육학회지, 15(2), 6-16.
- 김정우 외, 1995, 고등학교 지구과학 II. 지학사, 237-262.
- 김현빈, 유계화, 1997, 고등학교 지구과학 교과서 「III. 우주」 단원의 개념도 작성. 한국과학교육학회지, 17(4), 461-479.
- 나일성 외, 1995, 고등학교 지구과학 II. 두산동아, 249-290.
- 박수경, 1999, 구성주의적 과학수업이 대기압 개념 획득과 학습 동기에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 19(2), 217-228.
- 성정희, 1994, 중학교 생물 교과의 성취도 평가 도구로서의 개념도의 적용. 이화여자대학교 석사학위논문, 55 p.
- 오금영, 1993, 중학교 생물 교수 전략으로서의 개념도 활용. 서울대학교 석사학위논문.
- 우종옥 외, 1995, 고등학교 지구과학 II. 금성교과서, 230-255.
- 이정아, 허명, 1995, 개념도 활용이 과학 수업에 대한 태도와 학업성취도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15(2), 223-232.
- 장옥화, 1992, 과학 교수 전략으로서의 개념도 활용에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문, 70 p.
- 정재구, 2000, 개념도를 활용한 초등학생의 암색 단원 학습이 학업성취도 및 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문, 85 p.
- 최주영, 허명, 1994, 순환, 배설에 대한 중학생의 개념 조사 및 오개념 교정을 위한 개념도 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 14(3), 285-292.
- 허성범, 1996, 개념도 활용이 중학생의 분자운동 개념 형성

- 에 미치는 효과. 한국교원대학교 석사학위논문, 62 p.
- Ausubel, D.P., 1979, Education for rational thinking: A critique. Association for the Education of Teachers in Science, 174-190.
- Ausubel, D.P. and Novak, J.D., 1978, Educational Psychology: A Cognitive View. (2nd Edition), New York: Holt, Rinehart and Winston, 35-57.
- Doran, R., Chan, F., and Tamir, P., 1998, Science educators guide to assessment. Arlington, VA: NSTA, 11-30.
- Fraser, B. J., 1981, Test of Science Related Attitudes, Australian Council for Educational Research, 27-29.
- Heinze-Fry, J.A. and Novak, J.D., 1990, Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. Science Education, 74(4), 461-472.
- Lay-Dopyera, M. and Beyerbach, B., 1983, Concept mapping for individual assessment. Paper presented at the 67th Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Quebec. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 229 399).
- Malone, J. and Dekkers, J., 1984, The concept map as an aid to Instruction in science and mathematics, School Science and Mathematics, 84(3), 220-232.
- Mason, C.L., 1992, Concept Mapping: A Tool to develop reflective Science Instruction, Science Education, 76(1), 51-63.
- Novak, J.D., 1981, Applying learning psychology and philosophy of science to biology teaching, The American Biology Teacher, 43(1), 19.
- Novak, J.D. and Gowin, D. B., 1984, Learning how to learn, Cambridge : Cambridge University press, 25-80.
- Novak, J.D., Gowin, D.B., and Johansen, R., 1983, The use of concept mapping and knowledge Vee mapping with junior high school students. Science Education, 67, 625-645.
- Ross, B. and Munby, H., 1991, Concept mapping and misconceptions: A study of high school students' understanding of acids and bases. International Journal Science Education, 13, 11-23.
- Stewart, J., Van Kirk, J., and Rowell, R., 1979, Concept maps: A tool for use in biology teaching. The American Biology Teacher, 41(3), 171-175.
- Trish Stoddart, Robert Abrames, Erika Gasper and Dana Canaday, 2000, Concept Maps as assessment in science inquiry learning, International Journal of Science Education, 22(12), 1221-1246.

---

2002년 6월 20일 원고 접수  
 2002년 7월 20일 수정원고 접수  
 2002년 7월 20일 원고 채택