

## ‘식물의 구조와 기능’ 단원의 학습과정에서 초등학교 아동들의 지식구조의 변화

김종중 · 송남희  
(대구교육대학교)

### Primary School Children's Knowledge Structure Changes: Observed on Concept Maps for the Unit of 'Structure and Function of Plant'

Kim, Jong-Jung · Song, Nam-Hi  
(Daegu National University of Education)

#### ABSTRACT

This study examined the knowledge structure constructed by children before formal instruction, and successive changes in the structural complexity of knowledge during the learning of the 'Structure and Function of Plants' unit. The researchers let the 5th graders draw the first draft of their concept maps in order to examine the pre-existing knowledge structure concerned with the unit and also four concept maps after completing every fourth lesson. Each concept map drawn by children on the basis of the previous one showed the degree of their current understanding on the structure and function of plants.

The results revealed that only two levels of hierarchy and five relationships among the components of the first concept map (relationship, hierarchy, cross link and example) were proven to be valid in terms of conceptual relevance. According to the standard map, there was no change in hierarchy from the 2nd to the 3rd map, and in example from the 2nd to the 4th map. However, the gradual and successive increases of the scores in all components appeared in the children's maps throughout the unit. Knowledge restructuring occurred strongly in the early periods from the 1st to the 6th lesson, and the significant stable changes in tuning and accretion appeared throughout the whole lessons. The results also showed that there were no significant gender differences on the 5th grader's knowledge structuring.

**Key words:** elementary science, knowledge structure, plant, concept map

#### I. 서 론

최근 구성주의 학습이론에 의해 교육의 목적이나

내용과 방법 등에 큰 변화가 일어나고 있다. 구성주의 관점에 의하면 수업 전의 학습자는 백지상태가 아니라 일상 생활의 경험을 통하여 자연현상에 대한 선

개념들을 가지고 있다. 그러므로 학습자는 학습과정에서 새롭게 들어오는 지식이나 경험을 자신의 인지구조 즉, 기존의 지식구조에 비추어 보아 의미있는 것일 때 학습이 일어나서 기존의 지식구조가 새로운 지식구조로 확장되거나 조정내지는 재구조된다. 이런 학습의 과정에서 학습자 스스로 문제를 해결해 나갈 수 있도록 교사는 학습과정에서 발생하는 학습자의 어려움을 파악하고, 학습자에게 적절한 상황으로 학습과제를 연결시켜주어야 한다. 그렇게 하기 위해서 교사는 학생들이 학습하는 방법에 대한 이해뿐만 아니라 학생들의 지식구조의 변화과정에 대해서도 잘 이해하고 있어야 한다. 이러한 관점에서 지금까지 학습자의 선개념에 대한 이해(박문규, 1992; 전태식, 1987; 차희영, 1990; 한경열, 1997)와 개념변화(Boujaoude, 1992; Tamir *et al.*, 1981) 및 개념을 변화시키기 위한 수업전략(Beeth, 1998; Hashweh, 1983; Songer & Mintzes, 1994) 등에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 그리고 최근에는 학습과제에 따른 학생들의 지식이 구조화되는 과정에 대한 이해의 중요성도 부각되고 있다(허인숙, 2000; Carey, 1986; Pearsall *et al.*, 1996).

개념도는 유의미 학습을 촉진하는 교수 전략으로 Novak과 Gowin(1984)에 의해 개발된 이후 개념 변화(Markham *et al.*, 1994; Novak & Musonda, 1991), 성취도 평가(성정희, 1995; McClure *et al.*, 1999; Rice *et al.*, 1998; Ruiz-Primo & Shavelson, 1996;), 수업전략(곽향란, 1990; 김숙원, 2000; 장옥화, 1992; Okebuko, 1990; Schmid & Telaro, 1990) 등 다양한 영역의 연구에 적용되어 왔다. 또한 개념도는 아동들의 선개념을 파악하고 수업상황에서 학습한 개념들이 아동의 지식구조로 어떻게 구성되어 가는지를 탐구할 수 있는 유용한 도구이다(허인숙, 2000; Novak & Musonda, 1991; Wallace & Mintzes, 1990).

생물학은 개념의 수가 많고 복잡해서 잡다한 지식을 나열해 놓은 것같이 여겨지지만 그러한 개념들이 상호 관련있게 잘 연결되어 있고 개념들간의 위계와 체계가 뚜렷한 특징이 있어(변지은, 1995; 오금영, 1993) 과학의 다른 영역보다 학습자의 지식구조를

파악하기가 용이한 영역이다. 초등 자연과 교육과정에서 식물의 구조와 기능에 대한 개념들은 5학년 1학기에 20차시로 구성된 단원 4로 편성되어 있다. 5학년 아동들은 생활주변의 경험뿐만 아니라 4학년까지의 식물과 관련된 여러 단원의 학습을 통하여 아동들 나름대로 구성된 사전 지식구조를 가지고 이 단원의 학습에 들어가게 된다.

그러므로 본 연구에서는 자연과 '단원 4. 식물의 구조와 기능'에 대한 (1)정규 학습을 수행하기 전에 초등학교 5학년 아동들에게 형성되어 있는 사전 지식구조는 어떠한가, (2)학습을 수행해감에 따라 지식구조가 어떻게 변화하는가, (3)지식구조의 변화는 성별에 따라 차이가 있는가, (4)단원 학습과정에서 지식구조의 변화 양상(확장, 조정, 재구조화)은 학습의 진행시기에 따라 차이가 있는가를 개념도를 통해 조사해 보았다.

본 연구에서 지식구조(knowledge structure)는 어느 한 시점에서 학습자가 유용하게 사용할 수 있는 개념, 원리 및 이론 등으로 이루어진 학습자의 현재의 인지구조로 정의하고, 지식의 구조화(knowledge structuring)는 학습자가 이미 알고 있는 개념을 바탕으로 지식 영역 안에 있는 개념이 서로 통합되면서 지식을 획득하는 과정으로 정의한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

경상북도 00초등학교 5학년 4개 학급 중 2개 학급을 연구 대상으로 하였다. 연구 대상인 2개 학급의 총 학생수는 74명이나 학기 도중에 전학 온 2명을 제외하고, 연구 대상으로 한 실제 학생수는 남학생 38명과 여학생 34명으로 구성된 72명이다. 연구 대상 학교는 중소도시에 소재하고 있으며, 학력수준은 경상북도에서 중정도에 해당한다. 이 학교의 학부모들은 대부분 고등학교를 졸업한 사람으로서 주로 상업에 종사하고 있다.

### 2. 연구 절차

먼저 아동들이 개념도를 바르게 작성할 수 있도록 지도하는 한편, 연구 단원에 대한 수업준비와 함께 표준개념도를 만들었다. 그리고 실제 수업에 들어가기 전에 먼저 아동들에게 식물의 구조와 기능에 대한 1차 개념도를 그리게 하고, 4차시 분량씩의 수업이 완료되었을 때마다 다시 1차와 같은 주제의 개념도를 그리게 하였다. 이렇게 하여 얻은 총 5장의 개념도를 분석하고 통계처리를 하였다.

### 1) 개념도 연습

개념도 소개 및 기초연습은 연구 대상 아동들이 4학년 때에 4학년 전 아동들을 대상으로 실시하였다. 먼저 개념도 소개는 2000년 12월에 개념도 소개 수업 지도안에 따라 50분간 실시하였으며, 기초연습은 2001년 2월까지 총 5주 동안 주당 2회씩 아침 자습시간을 이용하여 실시하였다.

이 과정에서의 지도 내용은 생명 영역 이외의 주제들을 대상으로 하여 관계, 위계, 연관 및 연결달말 등 각각에 대한 이해와 연습이 이루어지도록 구성하였으며, 개념도에 대한 이해를 돕고자 조별 토의를 통해 개념도를 작성하도록 하였다. 그리고 아동들이 작성한 개념도를 검토하여 개념도 작성 방법을 바르게 이해하지 못한 것으로 파악되는 아동들에게 개별적으로 추가 지도를 하였다.

그 후 기초연습 과정을 거친 4학년 아동들이 진급하여 5학년이 된 2001년 3월~6월초까지 13주간 주 1회, 40분씩 연구 대상인 2개 학급에 한정하여 개념도 심화연습을 실시하였다. 지도 내용은 (1)제시된 개념도를 이용하여 미완성된 개념도를 완성시켜 보는 단계, (2)제시된 개념들과 개념도들을 이용하여 개념도를 그려보는 단계, (3)개념들이 제시되지 않은 상태에서 제시된 주제에 관해 개념도를 작성하는 단계로 난이도를 점진적으로 높여가도록 구성하였다. 지도에 활용한 개념이나 주제는 5학년 1학기 자연과 '단원 1. 힘과 연모, 2. 용해와 용액, 3. 날씨와 생활'에서 추출한 것이다.

매주 아동이 그린 개념도를 검토한 후 개별 면담을 가짐으로서 개념은 바르게 이해하고 있으나 개념도 작성 방법을 제대로 이해하지 못해 바른 개념도로 나

타내지 못한 경우와 오개념에 의한 경우를 구분하였으며, 전자의 경우에는 아동의 생각을 개념도에 바르게 나타내는 방법을 지도하였고, 후자의 경우에는 개념 지도를 하였다.

### 2) 단원 수업준비 및 표준개념도 개발

아동들의 이해를 돕기 위하여 개념의 위계와 식물의 형태적인 특징을 고려하여 '식물의 구조와 기능' 단원에 대한 차시 배열을 수정하고 2차시씩 블록 수업으로 지도안을 작성하였다(김중중, 2002). 각 차시의 수업은 탐구관찰 중심으로 구성하였으며, 학습지는 실험관찰책의 내용을 수정, 보완하여 재구성하였다. 학습지의 구성은 개념의 이해와 체계화에 도움이 되도록 하는 한편, 재미있는 그림을 삽입하여 딱딱함을 줄이도록 배려했다.

연구 단원에 대한 표준개념도는 연구자와 대학원생 2명이 교과서와 교사용 지도서를 참고로 하여 여러 차례의 토의 과정을 거쳐 원안을 작성하였다. 작성된 표준개념도 원안은 교육학 석사학위 소지자인 현직 초등교사 3명의 검토에 의해 수정, 보완되었으며, 그 후 생물학 전공 교수 2명의 검토를 거쳐 표준개념도로 완성되었다(김중중, 2002). 본 연구에서 개발한 초등학교 5학년 아동을 대상으로 한 식물의 구조와 기능에 대한 표준개념도는 84개의 관계(relationship), 7개의 위계(hierarchy), 9개의 연관(cross link) 및 16개의 예(example)로 구성되어 있다.

### 3) 개념도 검사

2001년 6월 연구 단원의 학습에 들어가기 전에 아동들은 '식물의 구조와 기능'에 대한 1차 개념도(사전 개념도)를 작성하였다. 그리고 수정한 단원 구성에 따라 식물의 구조와 기능에 대한 학습을 매주 4차시씩 수행하였다. 4차시에 해당하는 수업을 완료한 후 그 주 금요일에 아동들에게 개념도를 그리게 하였다. 그러나 1-2차시에는 현미경으로 세포를 관찰하는 내용이 포함되어 있으므로 실제로 개념도를 작성한 시기는 6차시, 10차시, 14차시, 18차시 수업을 마친 후이며, 각각을 순서에 따라 '2, 3, 4, 5차 개념도'라 하였다. 19-20차시는 식물을 보호하는 방법과 역할놀이

를 통한 단원의 정리 차시로서 새로운 개념이 추가된 것이 없을 뿐만 아니라 2차시 분량의 수업이었으므로 별도로 아동들에게 개념도를 그리게 하지 않았다.

아동들에게 개념도를 그리게 할 때는 매회 전 단계에서 각자가 그린 개념도를 제시해 주고, 전 단계에서 그들이 그린 개념도에 새로운 개념을 첨가 또는 수정하여 그리던가, 전 단계의 개념도를 폐기하고 새로운 개념도를 그리던가 자유롭게 하였다. 개념도를 그리는 시간도 충분히 제공하여 시간이 모자라 개념도를 완성하지 못하는 경우가 발생하지 않도록 배려하였다.

매주 아동들이 그린 개념도를 검토한 후 연구자가 이해되지 않는 표현이나 오해의 소지가 있는 표현이 있을 경우 개별면담을 하여 그 내용을 별도로 메모해 두었다. 개별면담을 통하여 아동이 개념을 바르게 이해하고 있으나 개념도 상의 표현을 틀리게 한 것으로 파악된 경우에는 바르게 표현하는 방법을 가르쳐 주고 스스로 수정하도록 하였다. 이 경우는 개념도 분석시 점수로 인정하였다.

#### 4) 수집된 자료의 분석 및 처리

5차에 걸친 개념도를 Novak과 Gowin(1984) 방법에 따라 의미있는 관계에 각 1점, 의미있는 위계에 각 5점, 의미있는 연관에 각 10점, 적당한 예에 각 1점씩을 부여하여 채점하였다. 이 방법에 따라 채점한 5학년 식물의 구조와 기능 단원에 대한 표준 개념도 점수는 관계 84점, 위계 35점, 연관 90점, 예 16점으로 총 225점이었다.

그리고 학습의 진행에 따른 지식구조의 변화 양상을 알아보기 위하여 1~5차 개념도를 연차적으로 비교하여(1차:2차, 2차:3차, 3차:4차, 4차: 5차) Pearsall et al.(1996)의 방법에 따라 수치화하였다: 기존의 개념도에 10개 이상의 새로운 개념이 추가되어 기존의 개념이 더 분화되거나 정교하게 될 때 확장(accretion)으로, 기존의 개념에 제한적인 변수나 일정한 변수가 첨가되어 그 의미가 바뀌는 어떤 변화가 일어날 때 조정(tuning)으로, 그리고 첫 번째 위계에 한가지 이상의 개념이 첨가되거나 삭제되었을 때 재구조화(restructuring)의 경우로 인정하였다. 확장이

나 조정 또는 재구조화가 한번 이상 나타났을 때는 그 항목에 대하여 1점을 부여하고, 전혀 나타나지 않았을 때는 0점을 부여하였다.

통계처리는 SPSS 10.0 프로그램을 사용하였다. 시간의 경과에 따른 개념도 간의 점수의 차이에 대한 유의성 검정은 일원변량분석(one way - ANOVA)으로, 성별과 시간에 따른 개념도간의 점수의 차이에 대한 유의성 검정은 이원변량분석(two way - ANOVA)으로 처리하였다.

### Ⅲ. 결과 및 논의

#### 1. 학습 전 아동의 지식구조

초등학교 5학년 아동들이 자연과 '단원 4. 식물의 구조와 기능'에 대한 학습을 하기 전에 생활 주변에서의 경험뿐만 아니라 4학년까지의 자연과 정규수업 과정 등을 통하여 형성하였을 것으로 추정되는 아동들의 지식구조가 1차 개념도 상에 표출되었다(그림 1). 조사 대상인 72명의 아동들이 1차 개념도 상에 가장 많이 제시한 개념들은 잎(95.8%) > 뿌리(94.4%) > 줄기(88.9%) > 꽃(81.9%) > 열매(62.5%) > 수술(55.6%) > 뿌리의 흡수 작용(54.2%) 등의 순서였다(표 1). 통뿌리, 잔뿌리, 털뿌리, 그물뿌리 또는 암수술, 수수술 등의 잘못된 표현과 (꽃)→(예쁘다), (가시)→(따갑다), (꿀)→(음식)→(먹는다), (나무)→(가지)→(매)→(때린다) 등과 같이 아동의 경험과 관련된 표현도 있었다. '꽃이 예쁘다'와 같이 식물의 구조나 기능과 관련이 먼 것을 제외하고, 1차 개념도 상에 나타난 최대 개념수는 총 22개, 최소 개념수는 총 4개이며, 평균 약 11개였다. 그리고 이러한 개념들이 최대 5단계의 위계로 된 지식구조를 형성하고 있었다. 그러나 이들 중 과학적으로 타당한 관계의 수는 평균 5개 정도이며, 위계의 수는 2개 정도였다. 연관이 형성되어 있는 경우는 극소수에 불과하였으며, 뿌리에서 흡수한 물의 이동과 잎에서 만든 양분의 이동에 한정되어 나타났다. 예가 제시된 경우도 꽃이나 나무라는 개념의 바로 하위 위계에 장미꽃이나 소나무와 같은 식물명을 들거나 열매에 대한 예로 사과, 감 등



의 과일명을 드는 것에 국한되어 있었다. 1단계의 위계에서 열거한 뿌리, 줄기, 잎, 꽃의 4가지 개념 중 대체로 꽃에 대한 개념이 (꽃)→(꽃잎-암술-수술)→(꽃가루)→(열매)의 체계로 잎이나 줄기 등에 비해 비교적 더 분화되어 있었다.

1차 개념도 상에 나타난 대안개념 중 가장 많은 사례수를 보인 것은 꽃을 꽃나무, 또는 꽃잎으로 용어를 혼동하여 사용하는 경우와 꽃의 하위 위계에 혼동이 있는 경우였다(표 2). 후자의 예로는 (꽃)→(잎-줄기-뿌리-열매), (꽃잎)→(꽃받침), (꽃가루)→(암술-수술) 등의 경우를 들 수 있다. 그리고 아동들의 지식구조 내에서 열매의 위상은 다음과 같이 4가지로 구분되었다: ① (꽃)→(열매), ② (뿌리-줄기-잎-꽃-열매), ③ (나무)→(열매), ④ (줄기)→(열매). ①은 열매를 꽃의 하위 위계에 둔 것으로 약 24%를 차지하였으나, ②는 꽃과 같은 위계로 약 33%, ③과 ④는 나무와 줄기의 하위 위계에 둔 것으로 각각 약 27%와 16%를 차지하였다. ③과 ④를 합친 비율이 전체의 40%를 넘는 것으로 보아 나무의 경우 '꽃을 피운다'는 것보다 '열매가 열린다'는 점을 더 강하게 인식하고 있으며, 꽃과 열매의 관계보다 열매가 달려 있는 위치가 줄기라는 점을 더 강하게 인식하고 있음을 알 수 있다.

한편, 다수의 아동들이 잎을 다시 떡잎과 본잎으로만 구분하거나 활엽수와 침엽수로 구분하는 것은 3학

표 2. 1차 개념도에 나타난 대안개념

항목	대안개념의 유형	사례수
꽃	꽃을 꽃나무 또는 꽃잎으로 생각하는 경우	47
	꽃의 하위 위계에 잎, 줄기, 뿌리를 둔 경우	25
	꽃과 열매를 같은 위계에 둔 경우	11
	수술의 하위 위계에 암수술과 숫수술로 구분하는 경우	6
	수술이 꽃을 피게 한다	1
	꽃에 가시가 있다	1
잎	꽃이 꽃가루를 퍼뜨린다	1
	꽃잎에 꽃받침이 있다	1
	잎의 하위 위계에 꽃잎을 둔 경우	14
	잎의 하위 위계에 꽃가루를 둔 경우	4
줄기	잎으로 물을 흡수한다	3
	잎이 좁은 나무는 열매를 맺지 못한다	1
	줄기의 하위 위계에 꽃, 잎, 뿌리, 열매 등을 둔 경우	13
	줄기는 물과 양분을 섭취한다	4
뿌리	줄기가 잎을 자라게 한다	3
	잔뿌리, 그물뿌리, 털뿌리, 통뿌리 등의 비생물학적 용어	9
	뿌리는 물을 저장한다*	4

\* : 면담 결과 저수근(貯水根)의 의미가 아니라 비나 화분에 준 물을 뿌리가 모아두었다가 필요할 때 잎 등으로 보낸다는 의미였다.

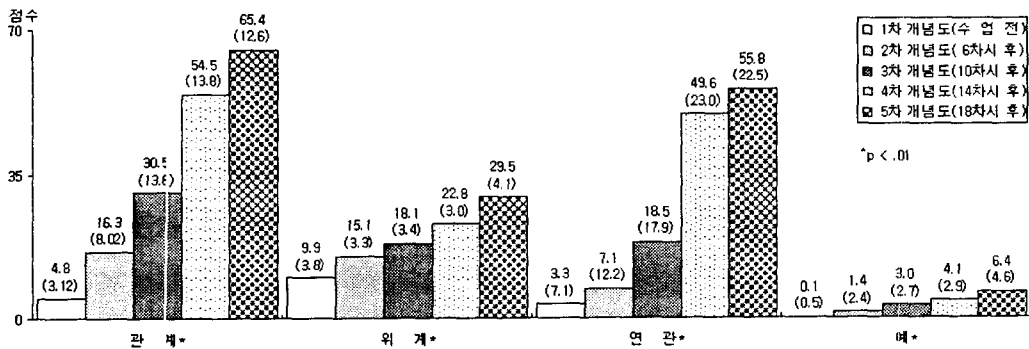


그림 2. 학습의 진행에 따른 개념도 상의 범주별 평균 점수  
히스토그램 상의 수치는 평균과 (표준편차)를 나타낸 것이다.

'식물의 구조와 기능' 단원의 학습과정에서 초등학교 아동들의 지식구조의 변화

년에서의 강낭콩의 한살이에 대한 학습과 4학년에서의 생물과 환경에 대한 학습의 영향에 의한 것으로 해석된다.

이러한 아동들의 학습 전 지식구조를 단원의 학습에 들어가기 전에 개념도를 통하여 교사가 미리 파악하고 있다면 앞으로의 학습과정을 통해 아동의 개념형성이 바르게 이루어질 수 있도록 실질적인 더 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.

2 학습의 진행에 따른 지식구조의 변화

식물의 구조와 기능 단원(18차시)의 학습이 진행되어감에 따라 아동들의 개념도 점수는 관계, 위계, 연관 및 예의 4가지 범주에서 모두 점진적으로 증가하

였으며(그림 2), 이러한 차이는 변량분석의 결과에서 유의미한 것( $p < .01$ )으로 나타났다(표 3).

표준개념도 상의 관계의 점수는 2차에서 4차 개념도까지 4차시 분량의 학습이 진행될 때마다 매회 10점씩 증가하고, 5차 개념도의 경우는 4차에 비해 14점 증가한다(그림 3). 그러나 아동들의 개념도에서는 관계의 점수가 2차에서 4차사이에 각각 14점과 24점이 증가하고, 5차에서는 11점의 증가에 머물렀다(그림 2). 표준개념도에 나타난 것과 같이 6차시에서 10차시로 4차시 분량의 학습이 진행되어도 학습내용에서 다루고 있는 개념들간의 위계의 점수에는 변화가 없으나 이 시기의 아동의 개념도(2차와 3차 개념도)에서는 오히려 3점이 증가하는 현상이 나타났다. 그리고 표준개념도 상의 연관의 점수는 6차시부터 14차시까지

표 3. 학습의 진행 정도에 따른 개념도 상의 범주별 평균 점수에 대한 일원변량분석

내용	변량원	SS	df	MS	F	p
관*	집단간	186009.400	4	46502.351	382.758	.000
	집단내	43129.917	355	121.493		
위*	집단간	640.789	4	160.197	309.356	.000
	집단내	183.833	355	.518		
연*	집단간	2188.111	4	547.028	169.284	.000
	집단내	1147.153	355	3.231		
예*	집단간	1718.072	4	429.518	50.408	.000
	집단내	3024.903	355	8.521		

$p < .01$

SS: 자승화 df: 자유도 MS: 평균자승화 F: 검정통계량 p: 유의확률

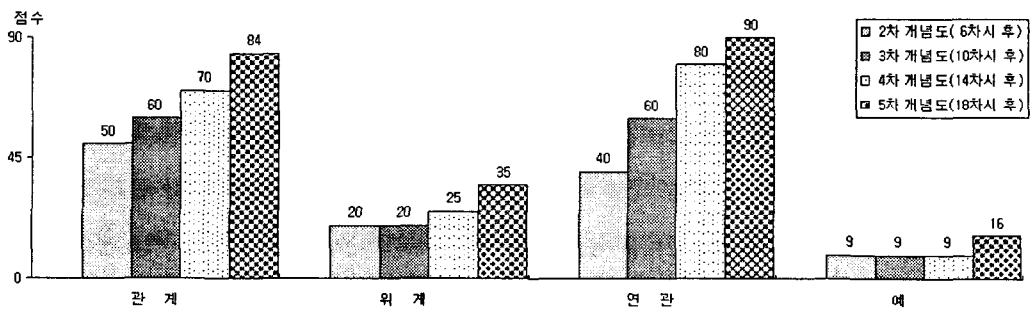


그림 3. 학습의 진행에 따른 표준개념도 상의 범주별 평균 점수

지 4차시 분량씩의 학습이 진행될 때마다 매회 20점씩 증가하도록 학습내용이 구성되어 있으나 아동들의 개념도에서는 3차와 4차 개념도 사이에 약 30점이 증가하였다. 또한 6차시부터 14차시까지의 학습에 포함된 예의 점수가 일정하였음에도 불구하고 학습이 진행됨에 따라 아동들의 개념도에 나타나는 예의 점수는 서서히 증가하였다.

이상에서와 같이 어느 특정 시기에 아동들의 개념도에서 나타난 관계, 위계, 연관 및 예의 점수가 해당 학습과정에서 다루었던 각각의 점수(표준개념도 점수)보다 더 높게 나타난 것은 이전의 학습에서 아동의 지식으로 동화되지 못한 개념들이 그 후의 학습과정에서 관련된 학습에 의해 비로소 아동의 지식으로 동화되었기 때문이라 생각한다. 특히 연관의 점수가 한 단원의 학습과정의 후반부에서 급격히 증가한 것은 아동의 지식구조를 형성하고 있던 여러 개념들간의 통합적 조정이 이 시기에 일어나 기존의 지식구조가 한 차원 더 복잡하게 되었음을 의미한다. 그러나 아동들의 5차 개념도에서의 관계의 점수가 해당 학습과정에서 다룬 관계의 점수 즉, 표준개념도 점수보다 낮게 나온 것은 이 시기의 학습 내용이 꽃에서의 수분과 열매, 씨앗이 퍼지는 방법에 관한 것으로 다른 시기에 비해 상대적으로 학습할 개념의 수가 많았기

때문이라 생각한다. 이것은 기존의 인지구조 내에 새로운 개념을 포섭하여 구조화시키는데 어느 정도 한계가 있다는 장옥화(1992)의 견해를 뒷받침하는 결과이기도 하다. 이러한 관점에서 본다면 '식물의 구조와 기능' 단원에서 4차시 분량의 학습에서 5학년 아동의 지식으로 구조화되어질 수 있는 관계의 수는 대략 10개 정도가 될 것으로 추정할 수 있다.

18차시 수업 후 작성된 5차 개념도에서 나타난 관계나 위계, 연관 및 예의 점수를 표준개념도에 포함된 각각의 점수와 비교해 보면 관계의 경우 78%, 위계의 경우 84%, 연관의 경우 62% 정도가 아동의 지식으로 구조화되었다고 할 수 있으나 예의 경우는 40%로 가장 낮았다. 이것은 예가 가장 하위 위계에 있는 특수개념으로서 아동의 지식구조 속으로 동화되기 어렵다는 것을 보여주는 경우라 할 수 있다.

0세라 아동을 예로 들어 개념도로서 단원 학습 전과 학습 후의 지식구조를 비교해 보았다. 이 아동의 경우 과학적으로 타당한 학습 전 지식구조는 1단계의 위계(5점)와 2가지의 관계(2점)로 형성되어 있는 단순한 형태에 불과 하였으나(그림 1A), 18차시에 해당하는 단원 학습 후에는 관계 69점, 위계 30점, 연관 80점, 예 5점으로 구성된 훨씬 더 확장되고 복잡해진 형태로 발달되었다(그림 4).

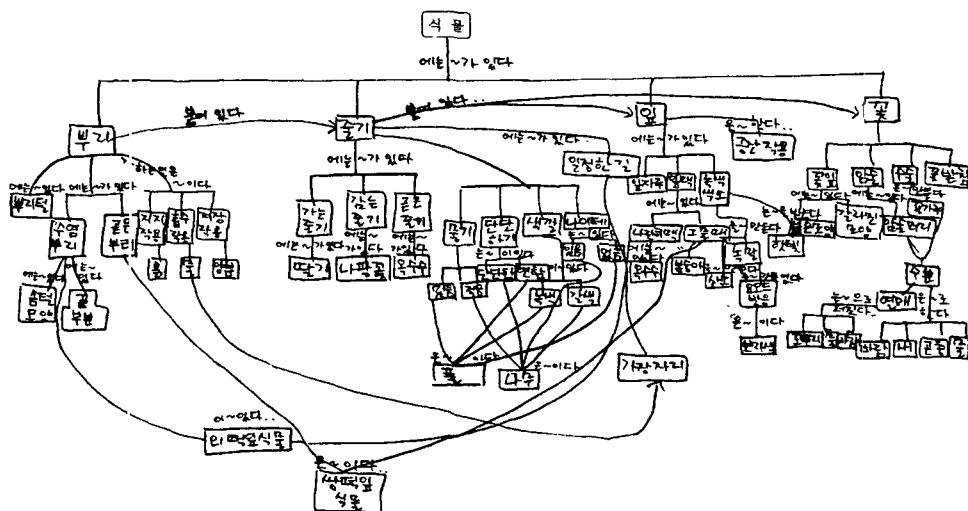


그림 4. 0세라 아동의 5차 개념도



3. 학습자의 성별과 지식구조의 변화

18차시에 걸친 단원의 학습과정에서 학습자의 성별에 따른 개념도 상의 관계, 위계, 연관 및 예의 점수에는 통계상의 유의미한 차이가 없었다. 비록 유의미한 차이는 아니지만 연관의 경우 전반적으로 남학생이 여학생보다 약간 높은 경향을 보였다. 그러나 관계나 위계 및 예에서는 남녀간의 차이가 거의 나타나지 않았다(그림 5).

초등학생들을 대상으로 한 개념도 수업전략에 대한 연구(장옥화, 1992)와 대학생들을 대상으로 한 지식의 재구조화에 대한 연구(Pearsall et al., 1996)에서도 비록 유의미한 차이는 아니지만 연관에서는 남학생이 여학생보다 높은 점수를 보였고, 관계나 위계 및 예의 경우에는 대체로 여학생이 남학생보다 높은 점수를 보이는 경향이 있다고 보고하였다. 그리고 이러한 결과들로부터 여학생은 언어지식(verbal knowledge)면이 남학생보다 더 많이 발달하는 경향이 있으며, 남학생은 여학생보다 지식을 더 효율적으로 통합하는 경향이 있는 것으로 해석하였다(Pearsall et al., 1996). 그러나 본 연구에서 초등학교 5학년에서는 아직까지 성에 따른 차이가 뚜렷하게 나타나지 않는 것으로 보아 그러한 차이는 이후의 학습과정이나 사회적인 관습 등에 의해 조금씩 더 뚜렷해지는 것으로 생각된다.

4 지식의 구조적 변화 유형: 확장, 조정, 재구조화

연구 대상인 72명의 아동들이 '식물의 구조와 기능' 단원(18차시)을 학습하는 동안 그들의 지식구조에 일어난 변화를 확장, 조정 및 재구조화의 세 가지 유형(Rumerhart & Norman, 1978)으로 분석하였다.

재구조화는 1차와 2차 개념도 사이에서 90% 이상의 높은 빈도로 일어났으나 학습이 진행됨에 따라 급격히 감소하여 4차와 5차 개념도 사이에서는 전혀 일어나지 않았다. 이것은 단원 학습과 관련된 지식의 기본틀이 대체로 단원 학습과정의 초기에 집중적으로 형성된다는 것을 의미한다. 이와 유사한 결과가 대학생들을 대상으로 한 연구(Pearsall et al., 1996)에서도 보고된 바 있다. 그러므로 교사가 교수전략을 짤 때 특히 단원 학습의 초기 전략을 잘 세우는 것이 아동의 개념형성에 더 효과적일 것으로 사료된다.

조정과 확장의 빈도는 단원 학습의 3/4이 진행된 4차 개념도까지 비교적 안정적이었으나 4차와 5차 개념도 사이에서는 20~30% 정도 감소하였다(그림 6).

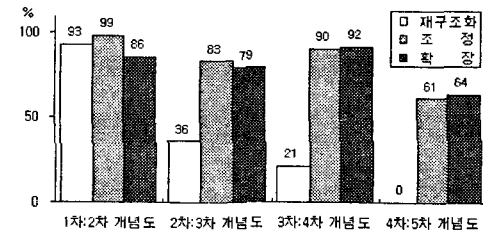


그림 6. 학습의 진행에 따른 지식구조의 변화유형

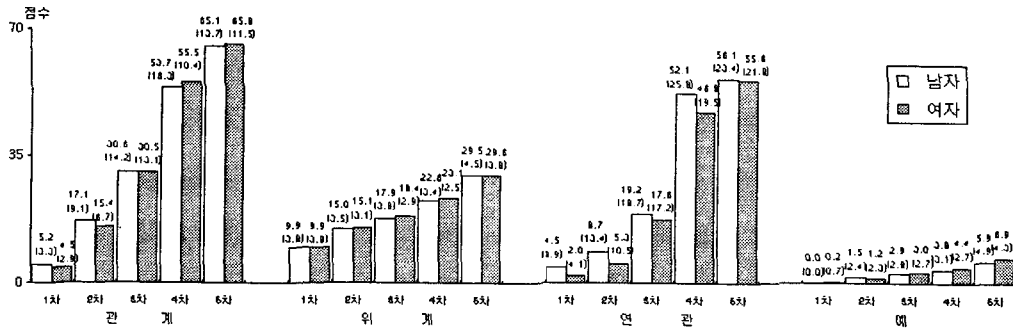


그림 5. 학습의 진행정도에 따른 남녀별 개념도 상의 각 범주의 평균 점수  
히스토그램 상의 수치는 평균과 (표준편차)를 나타낸 것이다.

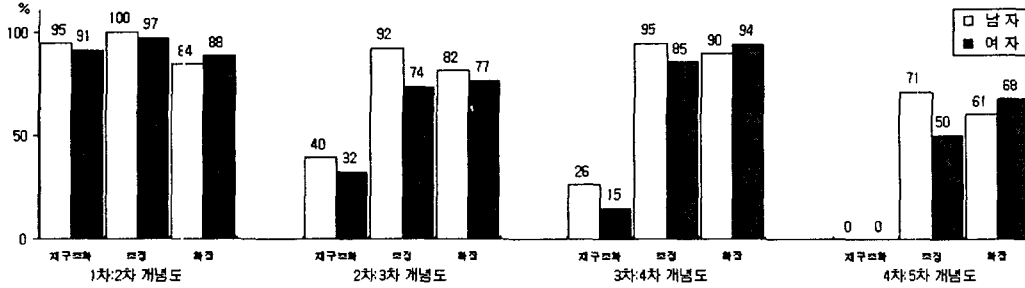


그림 7. 학습의 진행에 따른 남녀별 지식구조의 변화 유형

비록 변량분석에서 유의미한 차이를 보일 만큼 뚜렷하지는 않았으나 대체로 여학생들보다 남학생들에게서 재구조화와 조정의 빈도가 높게 나타났다. 남녀 학생간의 재구조화와 조정의 빈도 차이는 단원 학습 과정의 초기에는 근소하였으나 학습이 진행됨에 따라 점차 크지는 경향이다. 그러나 확장의 경우는 이와 반대로 대체로 여학생들이 남학생보다 다소 높은 빈도를 나타내었다(그림 7). 이러한 결과로 미루어 보아 여학생들의 경우 남학생보다 비교적 빠른 시기에 단원 학습과 관련된 지식구조가 체계를 잡아 안정된 상태에 이르게 됨으로서 그 후의 관련된 후속학습을 더 수월하게 받아들이는 경향이 있는 것으로 사료된다. 그리고 이러한 현상은 사회적인 관습 등에 의해 여학생들이 비교적 남학생들보다 학교 학습에서 일차적으로 수행되고 있는 기계적 학습을 묵묵히 따르고 잘 받아들이는 경향이 있으며(Novak & Gowin, 1984), 언어지식이 남학생보다 더 발달하는 경향이 있다(Pearsall et al., 1996)는 점과도 관련이 있다고 본다.

### V. 결론 및 제언

초등학교 5학년 아동들은 식물의 구조와 기능 단원의 학습에 들어가기 전에 이와 관련된 여러 가지 개념들로 이루어진 사전 지식구조를 가지고 있으나 그 중 과학적으로 타당한 것은 개념도 상에서 2단계의 위계와 5개의 관계에 불과하다. 특히 꽃나무 등과 같이 일상 생활용어들을 생물용어와 혼동하고 있으므로 교사가 아동의 사전 지식구조 뿐만 아니라 생물용어

에 대한 지도에도 관심을 기울임으로써 더 효율적으로 아동의 올바르고 확고한 지식기반 형성에 도움을 줄 수 있을 것이다.

한편 한 단원의 학습이 진행되어감에 따라 아동들의 개념도 상의 각 범주별 평균점수가 표준개념도의 점수와 달리 꾸준히 그리고 점진적으로 증가하는 것으로 보아 학습에 의해 식물의 구조와 기능에 대한 아동의 지식구조가 지속적으로 발달한다고 본다. 더욱이 지식구조의 급격한 변화가 단원 학습의 초기에 집중적으로 일어나고, 조정이나 확장과 같은 지식구조의 작은 변화들은 단원 학습의 전 과정에 걸쳐 일어나고 있으므로 교사가 단원지도계획을 세울 때 특히 초기 전략을 잘 세우는 것이 중요하다고 본다. 즉, 교사의 적절한 초기 지도전략에 의해 아동들이 단원과 관련된 과학적인 큰 개념들을 먼저 확립하게 된다면 그 후의 학습과정에서 일어나는 새로운 경험들로부터 자신의 개념을 더 잘 구성해 나갈 수 있을 것이다.

이상의 결론은 시골에 인접한 중소도시에 소재하는 1개 초등학교의 72명의 아동들로부터 얻어진 것이므로 이러한 한계를 보완하기 위하여 앞으로 지역적 특성을 고려하여 여러 지역의 더 많은 아동들을 대상으로 한 양적 연구뿐만 아니라 학생 개개인에 대한 종단적인 질적 연구도 수행할 필요가 있다고 본다.

### 참고 문헌

곽향란 (1990). 중학교 생물 교수 전략으로서의 개념도 적용. 서울대학교 대학원 석사학위논문.

- 김숙원 (2000). 개념도 학습의 적용 방법에 따른 수업효과의 비교. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 김종중 (2002). 개념도에 의한 아동의 지식구조와 학습성향과의 관계분석 - 5학년 '식물의 구조와 기능' 단원을 중심으로. 대구교육대학교 석사학위논문.
- 박문규 (1992). 동물과 식물의 생장에 대한 국민학생들의 개념. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 변지은 (1995). 중학교 과학교과서 생물영역의 개념도에 의한 분석. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 성정희 (1995). 중학교 생물 교과의 성취도 평가도구로서의 개념도의 적용. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 오금영 (1992). 중학교 생물 교수 전략으로서의 개념도 활용. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 이정이 (1994). 개념도 활용이 과학수업에 대한 태도와 학업성취도에 미치는 영향. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 장옥화 (1992). 과학 교수 전략으로서의 개념도 활용에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 전태식 (1987). 광합성과 진화에 대한 학생들의 개념과 오인에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 차희영 (1990). 우리나라 초, 중, 고등학생들의 생물분류 개념에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 한경열 (1997). 중학교 과학교과에 대한 선개념 조사 및 개념도 수업 효과에 대한 연구. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 허인숙 (2000). 개념도를 통한 학습자의 인지구조 변화에 관한 연구-사회과 '분배' 개념을 중심으로. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- Beeth, M. E. (1998). Teaching science in fifth grade: Instructional goals that support conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1091-1101.
- Boujaoude, S. B. (1992) The relationship between student's learning strategies and the change in their misunderstandings during a high school chemistry course. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(7), 687-699.
- Carey, S. (1986). Cognitive science and science education. *American Psychologist*, 41(10), 1123-1130.
- Hashweh, M. Z. (1983). The effect of instruction using student's prior knowledge and conceptual change strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-742.
- McClure, J. R., Sonak, B., Suen, H. K. (1999). Concept map assessment of classroom learning : Reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 475-492.
- Markham, K. M., Mintzes, J. J., & Jones, M. G. (1994). The concept map as a research and evaluation tool: Further evidence of validity. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 91-101.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28, 117-153.
- Okebuko, P. A. (1990). Attaining meaningful learning of concepts in genetic and ecology : An examination of the potency of the concept mapping technique. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 493-504.
- Pearsall, N. R., Skipper, J. J., & Mintzes, J. J. (1996). Knowledge restructuring in the life

- sciences: A longitudinal study of conceptual change in biology. *Science Education*, 81, 193-215.
- Rice, D. C., Ryan, J. M., & Samson, S. M. (1998). Using concept maps to assess student learning in the science classroom: Must different methods compete. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1103-1127.
- Ruiz-Primo, M. A., & Shavelson, R. J. (1996). Problems and issue in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 596-600.
- Rumelhart, D. E., & Norman, D. A. (1978). Accretion, tuning, restructuring: Three modes of learning. Report No.7602. ERIC document reproduction service, ED 134 902.
- Schimid, R. F., & Telaro, G. (1990). Concept mapping as an instructional strategy for high school biology. *The Journal of Education Research*, 84, 78-85.
- Songer, C. J., Mintzes J. J. (1994). Understanding cellular respiration: An analysis of conceptual change in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 621-637.
- Tamir, P., Gal-Choppin, R. & Nussinovitz, R. (1981). How do intermediates and junior high school students conceptualize Living and nonliving?. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(3), 241-248.
- Wallace J. D. & Mintzes, J. J. (1990). The concept map as a research tool: exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1033-1052.