

7학년 학생의 과학 태도 수준에 따른 광합성 관련 개념의 근접성 변화 분석

이희정 · 김영신*

경북대학교

Analysis of Concept's Proximity of 7th Grade Students' Photosynthesis Concepts by the Level of Science Attitude

Lee, Hee-jeong · Kim, Youngshin*

Kyungpook National University

Abstract: Science attitudes affect the quality of learning, and they are considered as one of the major concerns in science education. It is necessary to analyze the proximity between concepts with science attitudes. Accordingly, this study was designed to analyze the proximity of the concept related to photosynthesis as it changed after class according to the levels of science attitudes. A survey on the concept of photosynthesis and science attitudes before and after class was conducted on 270 7th-grade students. The concept of photosynthesis was composed of 'the place of photosynthesis,' 'products of photosynthesis,' 'reactants of photosynthesis,' and 'environmental factors.' The proximity of the concept of photosynthesis was analyzed through the utilization of multidimensional scaling (MDS).

The research results were as follows: (1) Students changed the proximity between concepts by acquiring concrete concepts through class. (2) The upper group in science attitudes tends to be closer to the proximity between scientific concepts through class, compared to the intermediate and lower groups. (3) In all students with entire levels of science attitudes, non-scientific concepts continued to exist even after class, and the non-scientific concepts were deemed to interfere with the proximity between scientific concepts related to photosynthesis. (4) Students turned out to be aware of the concepts related to each other in four areas associated with photosynthesis. That is, it can be said that students are closely aware of the place where photosynthesis can occur and the materials needed as well as materials generated as a result of photosynthesis and the materials needed in terms of concepts related to photosynthesis.

Key words: photosynthesis, science attitudes, scientific concepts, multidimensional scaling, concept's proximity

I. 연구의 필요성 및 목적

학습을 통해 변화되는 인간의 능력 및 특징을 고려했을 때 학습영역은 크게 인지적, 정의적, 심동적 영역(Bloom, 1956)으로 분류된다. 이 영역들 중 정의적 영역은 학습의 질 향상에 영향을 미치며(White, 1988), 특히 과학교육에서 과학 지식의 획득에 영향을 미친다(Chiappetta & Koballa, 2010). 그 중에서도 특히 과학에 대한 긍정적인 태도는 과학 지식의 습득이나 탐구력, 과학적 사고력 신장과 같은 인지적인 측면에 긍정적인 영향을 미친다는 것이다(Norris &

Philips, 2003). 이로 인해 정의적 영역은 1970년대부터 그 중요성이 부각되어왔다. 우리나라 과학교육계에서도 5차 교육과정에서부터 현 교육과정에 이르기까지 정의적 영역을 과학교육 목표에 반영함으로써 그 중요성을 여실히 드러내고 있다(교육과학기술부, 2008).

정의적 영역의 중요성이 강조됨에 따라 이에 관한 많은 연구들이 등장했다. 이는 정의적 영역과 인지적 영역 사이의 관계를 알아보는 것으로 정의적 영역에 해당하는 과학적 태도와 인지적 영역을 단순한 서열 척도로 나타내는 과학 성취도 사이의 관계를 알아봄

*교신저자: 김영신(kys5912@knu.ac.kr)

**2012.07.19(접수) 2012.10.11(1심통과) 2012.10.30(2심통과) 2012.10.30(최종통과)

***이 논문은 2012학년도 경북대학교 전임교원 연구년 교수 연구비에 의하여 연구되었음.

으로써 정의적 영역과 인지적 영역 사이에는 유의미한 상관관계를 가지고 있다는 연구들이 대부분이었다(안계원, 정영란, 1996; 이경훈, 1998; 이미경, 김경희, 2004; Dhindsa & Chung, 2003; Linda & Martha, 1982). 그러나 이들 선행 연구에서는 정의적 영역과 인지적 영역의 관계를 구조적 측면에서 구체적으로 보여주지 못하고 있다.

인지적 영역의 구조는 영역 안의 개념들이 어떻게 조직되고 어떠한 관련성을 가지는지 보여준다(Snow, 1989). 이러한 인지적 영역의 구조를 파악하는 것은 교수자로 하여금 학습자가 지닌 지식의 상태를 고려하여 효과적으로 학습 자료를 조직(Ifenthaler *et al.*, 2011)하는데 도움을 줄 수 있기 때문에 교육적으로 중요한 의미를 지닌다. 따라서 정의적 영역과 인지적 영역 간의 관계를 연구함에 있어 인지적 영역의 구조적인 측면을 연구해야 할 필요가 있다.

인지적 영역의 구조를 파악하는 방법에는 여러 가지가 있다. 그 중에서도 인지적 영역 안의 개념들을 생태계 내의 종에 비유한 생태지위적 접근법이 있다(여채영 등, 2011; 정재훈, 김영신, 2011; Lim *et al.*, 2012). 생태지위적 접근법은 인지적 영역을 생태계로 은유하여 '개념생태(conceptual ecology)'라고 지칭하고, 이를 지식구조와 지적 환경이 상호작용하는 공간으로 정의하고 있다(Toulmin, 1972). 상호작용을 통해 개념생태 내에서 특정 개념을 선호, 억제함으로써 지식의 구조가 형성(Hewson & Hewson, 1984) 되는데, 그 결과 개념은 개념생태 내에서 '생태지위(ecological niche)'를 지니게 된다(Magnani, 2007). 이 개념의 생태지위는 단순히 개념의 위상만을 의미하는 것이 아니라 개념생태 내에서 개념이 차지하고 있는 개념의 다양성 정도와 개념 간의 상호작용 결과인 개념의 근접성까지 내포하고 있다(여채영 등, 2011; 정재훈, 김영신, 2011; Lim *et al.*, 2012). 개념의 근접성은 개념생태 내에서의 개념 간 관계의 밀접한 정도를 의미하는 것으로 인지적 영역의 구조를 파악하는데 적절한 분석법이다. 그 결과 이 연구에서는 개념의 근접성(proximity)을 통해 인지적 영역의 구조를 살펴보았다.

정의적 영역과 인지적 영역 사이에는 유의미한 관계가 있으며, 이 영역 간의 관계를 구조적으로 알아보기 위하여 과학 태도 수준에 따른 인지적 영역의 구조 특히 과학 개념의 근접성에 대한 분석의 필요성이 대

두되고 있다. 따라서 이 연구에서는 과학 태도의 수준에 따른 학생들이 가지고 있는 생물 개념의 근접성을 살펴보았다. 생물 개념은 생명과학 영역 중에서도 생명 현상을 이해하는데 기본이 되는 개념인 광합성을 대상으로 하였다. 이때 광합성 개념은 '광합성이 일어나는 장소', '광합성에 필요한 물질', '광합성 결과 생성되는 물질', '광합성에 영향을 미치는 요인'의 4가지 영역으로 구분하였다. 이 연구에서는 구체적으로 수업의 결과 7학년 학생들의 과학 태도 수준에 따라 광합성 개념의 근접성이 어떻게 변화하는가를 분석함으로써 정의적 영역에 따른 인지적 영역의 구조의 변화를 알아보았다. 이를 통해 과학 태도 수준에 따라 과학 성취도의 차이가 나타나는 원인을 살펴보고, 과학 태도 수준에 따른 생명과학 개념 지도 전략의 기초 자료로 활용하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

과학 태도 수준에 따라 수업 전, 후에 나타나는 7학년 광합성 관련 개념의 근접성을 비교 분석하기 위한 연구 대상은 다음과 같다. 연구대상은 7학년으로 광역시 소재 190명, 중소도시 소재 21명, 읍·면 소재 59명, 총 270명을 대상으로 검사 및 설문을 실시하였다. 성별로 살펴보면 광역시 소재 남학생 61명, 여학생 129명, 중소도시 소재 남학생 9명, 여학생 12명, 읍·면 소재 남학생 59명으로 총 남학생 129명, 여학생 141명이 검사 및 설문에 응답하였다.

2. 검사 도구

과학 태도 수준에 따라 수업 전, 후에 나타나는 7학년 광합성 관련 개념의 근접성을 비교 분석하였다. 따라서 과학 태도 검사 도구와 광합성 관련 개념의 근접성을 알아보기 위한 설문을 사용하였다. 학생들의 과학 태도를 측정하기 위하여 김효남 등(1999)의 검사지를 사용하였다. 과학 태도 검사지는 과학에 관한 인식, 과학에 대한 흥미, 과학적 태도 영역으로 구성되어 있다. 검사도구는 리커트형으로 총 80문항으로 이루어져 있으며, 신뢰도는 0.82이었다.

광합성 영역에 대하여 학생들이 가지고 있는 인지

적 영역의 구조 즉, 개념의 근접성을 조사하기 위하여 Lim 등(2012), 정재훈, 김영신(2011)이 사용한 개념 설문지를 수정·보완하여 사용하였다. 이 개념 설문지는 ‘광합성이 일어나는 장소’, ‘광합성에 필요한 물질’, ‘광합성 결과 생성되는 물질’, ‘광합성에 영향을 미치는 요인’ 영역으로 구성되어 있으며 설문 대상자들이 각 영역과 관련된 개념을 적고 그 영역과 개념 사이의 관련성을 최소 1점에서 최대 30점까지 관련성 점수로 표기하도록 하였다. 이 설문지는 내용 타당도는 0.90이었다. 개념의 근접성을 분석하는 자료는 개념 빈도율과 학생들이 설문지에 기재한 영역과 개념 사이의 관련되어 있는 정도를 의미하는 관련성 점수의 평균을 통해 분석하였다.

3. 자료 수집 및 분석방법

섭외된 학교의 과학교사에게 연구의 목적과 검사 방법이 기술된 안내문과 검사지를 우편을 통하여 배부하였다. 표집된 7학년 학생들을 대상으로 수업 전·후에 과학 태도 검사지와 개념 설문지에 대한 설문을 실시하였다. 설문 전 학생들에게 설문 내용 및 방법에 대하여 충분히 설명한 후 과학 교사의 감독 아래 설문에 충분한 시간을 주었으며, 설문 시간은 25~35분이었다.

수집한 과학 태도 검사지는 리커트 척도를 이용하여 검사문항에 대하여 점수를 부여하고 PASW Statistics 18 프로그램을 이용하여 학생들을 상·중·하 집단으로 분류하였다. 총 270명의 학생들을 상 집단 73명, 중집단을 124명, 하집단 73명으로 분류하였다. 과학 태도 검사지를 통하여 학생의 과학 태도를 검사한 결과 전체 학생의 과학 태도는 평균 점수가 3.08로 나타났다. 각 집단의 과학에 관련된 정의적 영역의 평균 점수는 상집단 3.56, 중집단 3.04, 하집단 2.66이었다. 이는 김효남 등(1999)의 연구에서 나타난 8학년 학생의 과학 태도 평균 점수인 3.09와 비슷한 평균 점수임을 확인하였다. 이를 통해 본 연구의 연구대상은 일반적인 경향의 과학 태도 수준을 소유한 학생임을 확인하였다.

개념의 근접성은 다차원척도법(multidimensional scaling)을 활용하였다. 다차원척도법은 자료에 내재된 구조를 찾아내어 자료를 함축적으로 표현하는 분석기법이다(Borg & Lingoes, 1987). 이 분석기법을

이용하면 대상들에 대한 유사성 자료나 대상을 설명하고자 하는 속성들을 찾아내어 대상들 간의 관계를 다차원 공간상에 시각적으로 표현해준다(김충련, 2003). 여기서 대상들의 관계는 ‘근접성(proximity)’으로 정의되며 이는 인지도를 통해 표현된다. 즉, 다차원척도법은 분석대상들 사이의 관계를 인지도 상의 거리로 나타내게 되는데, 학생들의 개념 생태를 의미하는 다차원 공간에 존재하는 개념과 개념 사이의 관계를 멀고, 가까운 위치관계로 표현하게 되는 것이다. 이렇게 표시된 개체들 간의 거리는 구조가 내재하고 있는 의미를 찾아내는데 사용된다. 다차원척도법에서 사용된 개념은 대표성을 가지는 개념을 대상으로 하기 위하여 빈도율 3%이상인 개념만을 추출하였다. 추출된 개념의 빈도율과 관련성 점수를 이용하여 PASW Statistics 18의 다차원척도 분석법 중 ALSCAL을 이용하여 개념의 근접성을 나타내었다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

과학 태도 수준에 따라 수업 전, 후에 학생들이 제시하는 ‘광합성이 일어나는 장소’, ‘광합성에 필요한 물질’, ‘광합성 결과 생성되는 물질’, ‘광합성에 영향을 미치는 요인’ 영역의 개념 중 빈도율 3% 이상인 개념을 중심으로 근접성을 살펴보았다. 이 근접성을 분석하는 자료는 개념 빈도율과 학생들이 기재한 영역과 개념 간의 관련된 정도를 의미하는 관련성 점수의 평균을 이용하였다.

1. 광합성이 일어나는 장소

7학년 학생들의 과학 태도 수준에 따라 ‘광합성이 일어나는 장소’에 대한 개념의 근접성은 <그림 1>과 같다. 과학 태도 수준에 관계없이 수업 전, 후에 빈도율 3%이상 개념으로 공통적으로 제시된 것은 엽록체, 햇빛, 잎, 물, 녹말이었다. 과학 태도 상집단에서 빈도율이 3% 이상인 개념 수는 수업 전 6개에서 수업 후 11개로 개념 수가 증가하였다. 수업 후에 나타난 개념인 해면조직, 울타리 조직은 잎의 세부 구조를 나타내는 개념으로 수업을 통해 학습된 것으로 파악된다. 과학 태도 하집단은 수업 전에는 실험 도구나 재료와 관련된 개념이 나타났으나 수업 후에는 이 개념들이 3% 이상 개념에 속하지 못하였기 때문에, 개념의 수가 수

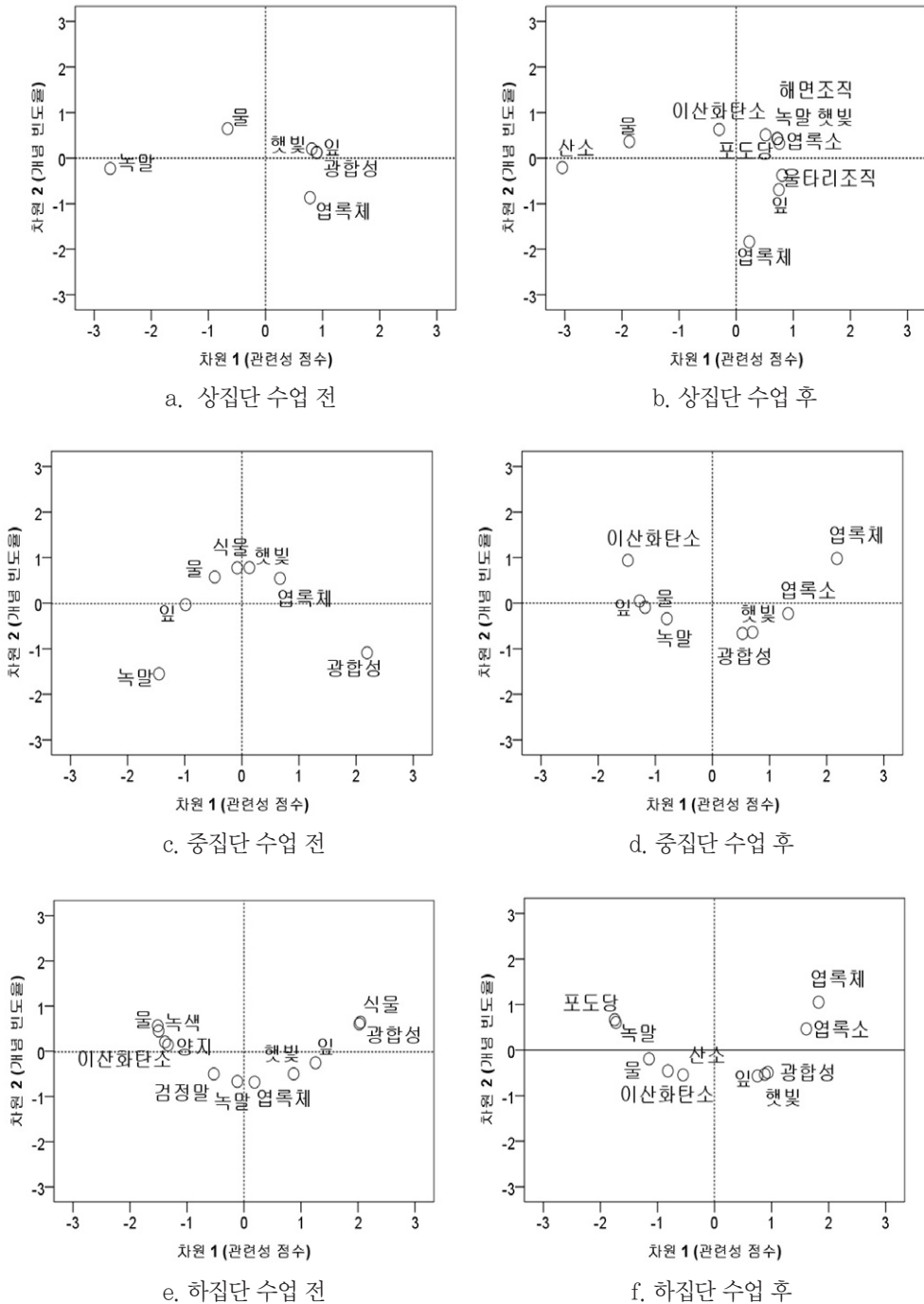


그림 1 과학 태도 수준에 따른 광합성이 일어나는 장소에 대한 개념의 근접성

업 전 11개에서 수업 후 10개로 감소하였다.

과학 태도 상집단의 경우 수업 전에 엽록체, 잎, 녹말, 햇빛, 물, 광합성 개념이 나타났고, 수업 후에는 엽

록체, 잎, 엽록소, 녹말, 햇빛, 이산화탄소, 포도당, 산소, 해면조직, 물, 울타리 조직 개념이 나타났다. 수업 전과 후를 비교하였을 때, 광합성 개념을 제외한 수업

전에 나타났던 모든 개념이 수업 후에도 공통적으로 제시되고 있었다. 또한 수업을 통해 광합성이 일어나 장소와 관련된 구체적인 과학적 개념인 해면조직, 율타리 조직이 새롭게 나타남을 확인할 수 있었다.

과학 태도 상집단은 수업 후 광합성이 일어나는 장소로 해면 조직, 율타리 조직을 제시하였다. 이는 잎의 세부 구조에 관한 학습에서 기인한다고 하겠다. 이는 선행 연구의 결과와 일치하는 것이다(정재훈, 김영신, 2011; Lim *et al.*, 2012). 과학 태도 수준에 관계없이 모든 집단에서 ‘광합성이 일어나는 장소’ 영역에 속하지 않는 엽록소, 이산화탄소, 포도당, 산소와 같은 ‘광합성에 필요한 물질’, ‘광합성 결과 생성되는 물질’ 영역에 관련된 개념이 함께 제시되고 있음을 확인하였다.

과학 태도 상집단의 개념의 근접성을 살펴보면, 수업 전에는 잎, 햇빛, 광합성이 가까운 근접성을 유지하고 있으며, 수업 후에는 포도당, 해면조직, 녹말, 햇빛, 엽록소와 율타리조직, 잎 개념이 각각 가까운 근접성을 유지하고 있다(그림 1a, 1b). 이를 통해 광합성이 일어나는 장소에 대한 과학 태도 상집단의 인지적 영역 내에서는 수업 전 잎, 햇빛, 광합성 개념이 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나, 수업 후 포도당, 해면조직, 녹말, 햇빛, 엽록소 개념과 율타리조직, 잎 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 변화되고 있음을 확인할 수 있다. 이는 수업을 통해 관련된 개념들 사이에서 유의미성과 논리성이 강화되어 나타난 결과로 추측된다(강경희, 이선경, 2001).

과학 태도 중집단의 ‘광합성이 일어나는 장소’에 대한 개념의 근접성은 수업 전에는 식물, 햇빛 개념이 가까운 근접성을 유지하고 있으며, 수업 후에는 잎, 물 개념과 광합성, 햇빛 개념이 각각 가까운 근접성을 유지하고 있다(그림 1c, 1d). 이를 통해 과학 태도 중집단의 인지적 영역 내에서는 수업 전 식물, 햇빛 개념이 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나, 수업 후 잎, 물 개념과 광합성, 햇빛 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 변화되고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 수업을 통해 서로 관련된 개념 간의 통합 및 수정이 이루어져 나타난 결과로 사료된다(정재훈 등, 2010).

과학 태도 하집단에서는 수업 전 물, 녹색, 양지, 이산화탄소 개념과 식물, 광합성 개념 그리고 녹말, 엽록체 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나 수업 후 포도당, 녹말 개념과 잎, 햇빛, 광합성 개념 그리고 산소, 이산화탄소 개념이 각각 관

련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 수업이라는 경험을 통하여 관련된 개념 간의 구조적 재조직이 이루어져 인지구조가 발달한 결과로 추측된다(이남은, 2009).

광합성이 일어나는 장소와 관련된 과학적 개념인 잎, 엽록체 개념 사이의 근접성 변화를 살펴보았을 때 과학 태도 상·중·하집단 모두 개념의 근접성이 멀어지는 경향을 나타냈다. 이는 수업을 통해 엽록소를 학습하면서 용어 자체의 유사성에 의해서(권재술과 김범기, 1993) 엽록체와 엽록소를 혼돈하여 광합성이 일어나는 장소로 광합성 색소인 엽록소를 기재하는 학생이 많아지고 있기 때문으로 사료된다. 이는 용어에서 오는 혼돈 때문인 것으로 생각된다. 한편 과학 태도 상집단의 경우 광합성이 일어나는 장소와 관련된 더 구체적인 과학적 개념인 율타리 조직, 해면 조직 개념이 수업 후 인지도 상에서 새롭게 나타났다. 이는 교과서에서 제시하고 있는 식물과 영양 단원의 잎의 구조 그림에 의한 것으로 추측된다. 이 그림을 통하여 과학 태도 상집단의 경우 광합성이 일어나는 장소인 엽록체를 포함하고 있는 율타리 조직, 해면 조직에 집중함으로써 수업 후 이 개념들이 새롭게 나타나는 것으로 사료된다.

2. 광합성에 필요한 물질

광합성에 필요한 물질에 대한 개념의 근접성 변화는 <그림 2>와 같다. 과학 태도 수준에 관계없이 수업 전보다 수업 후에 더 많은 개념을 제시하였다. 또한 모든 집단에서 수업 전과 후에 햇빛, 이산화탄소, 물, 엽록체 개념이 나타났으며, 수업 후에는 포도당 개념이 공통적으로 나타나고 있었다. 과학 태도 하집단은 다른 집단에 비해서 실험 재료나 도구와 관련된 개념을 많이 제시하고 있는 것으로 나타났다. ‘광합성에 필요한 물질’ 영역에 대한 개념에서도 학생들은 ‘광합성이 일어나는 장소’와 ‘광합성 결과 생성되는 물질’에 속하는 개념들이 함께 제시하고 있었다. 또한 BTB용액, 알루미늄 호일과 같은 실험 재료나 도구와 관련된 개념을 제시하고 있음을 확인할 수 있다.

광합성에 필요한 물질에 대하여 과학 태도 상집단이 제시한 개념에 대한 근접성 변화를 살펴보면, 수업 전에는 물, 잎, 이산화탄소 개념이 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나 수업 후에는 온도, 포도

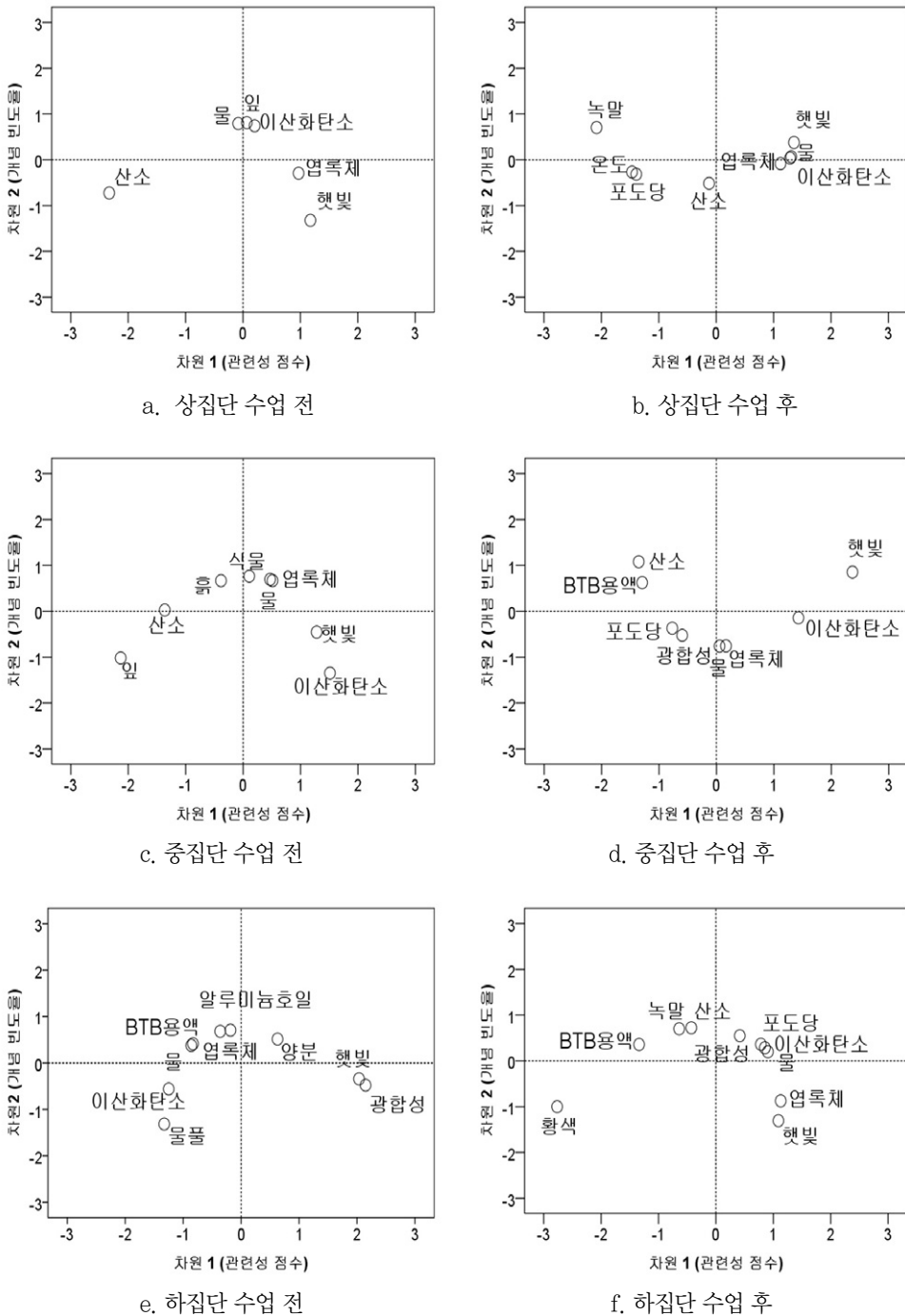


그림 2 과학 태도 수준에 따른 광합성에 필요한 물질에 대한 개념의 근접성

당 개념과 엽록체, 물, 이산화탄소, 햇빛 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있음을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 수업 전에는 퍼져있던 광합성

에 필요한 물질에 속하는 물, 이산화탄소, 햇빛 개념이 수업 후 모이는 변화를 확인할 수 있다. 이러한 변화는 수업을 통해 관련된 공통 기준적 속성을 지닌 개

념끼리 구조적으로 재조직이 일어나 생겨난 결과로 추측된다(정완호 등, 1991).

수업 전, 후에 광합성에 필요한 물질에 대하여 과학 태도 중집단의 개념의 근접성 변화를 살펴보면(그림 2c, 2d), 수업 전에는 물, 엽록체 개념이 관련성이 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나 수업 후에는 물, 엽록체 개념과 포도당, 광합성 개념 그리고 산소, BTB용액 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있음을 확인할 수 있다. 이는 수업 후 개념들이 밀접한 관계로 많이 조직되었으나 관련성의 정도는 높지 않음을 보여준다. 이러한 변화는 수업이라는 경험을 통하여 관련된 개념 간의 구조적 재조직이 잘 이루어지지 못한 결과로 추측된다(이남은, 2009).

과학 태도 하집단의 개념의 근접성 변화를 살펴보면, 수업 전에는 물, BTB 용액 개념과 엽록체, 알루미늄 개념이 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나 수업 후에는 녹말, 산소 개념과 포도당, 이산화탄소, 물 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있음을 확인할 수 있다. 이는 수업 전에 비하여 수업 후 관련성이 높은 개념 사이의 근접성이 높아진 변화를 보여준다. 이러한 변화는 수업을 통해 공통의 특성 혹은 결정적인 속성을 지닌 개념의 집단 구조가 변화한 결과로 추측된다(Schunk, 2008).

광합성에 필요한 물질에 관련된 과학적 개념을 중심으로 개념의 근접성 변화를 살펴보았다. 광합성에 필요한 물질과 관련된 과학적 개념인 물, 이산화탄소, 햇빛 개념 사이의 근접성 변화를 살펴보았을 때 과학 태도 상집단과 하집단은 과학적 개념의 근접성이 가까워지는 경향을, 중집단은 개념의 근접성이 멀어지는 경향을 나타냈다. 과학적 개념의 근접성이 상집단과 하집단에서 가까워지고 있으나 이들 집단 간에는 차이가 있었다. 과학 태도 상집단의 경우 교과서에서 제시하고 있는 식물과 영양 단원의 광합성과 관련된 수업을 통해 물과 이산화탄소를 재료로 빛 에너지를 이용하여 광합성이 일어난다는 과학적 사실을 학습함으로써 세 개념 사이의 근접성이 가까워지고 있었다. 그러나 과학 태도 하집단의 경우에는 세 개념 뿐 아니라 광합성 산물에 해당하는 개념과 동시에 관련성이 높게 나타나고 있었다. 마찬가지로 과학 태도 중집단 역시 포도당과 같은 광합성 산물과 필요물질 사이의 개념 간 관련성이 높아짐으로써 수업이 이루어졌음에도 불구하고 과학적 개념 사이의 관련성의 강화가 나

타나지 않고 있음을 볼 수 있었다. 이는 필요물질 영역과 생성물질 영역을 구분하여 이해하지 못하기 때문으로 사료된다(Lim *et al.*, 2012).

3. 광합성 결과 생성되는 물질

과학 태도 상 중 하집단의 수업 전, 후 ‘광합성 결과 생성되는 물질’에 대한 개념의 근접성 변화는 <그림 3>과 같다. 수업 전, 후 모든 집단에서 산소, 녹말, 햇빛, 물, 포도당, 이산화탄소 개념을 제시하였다. 과학 태도 상집단에서는 수업 전 6개에서 수업 후 8개로 늘었다. 과학 태도 중 집단은 수업 전 9개에서 수업 후 7개로, 하집단에서는 수업 전 12개에서 수업 후 7개로 개념 수가 줄었다. 과학 태도 하집단에서 수업 후 3% 이상 개념이 줄어든 것은 수업 전 실험 도구나 재료가 수업 후에는 이들 개념이 3%이하로 제시되었기 때문이다.

한편, 산소, 녹말, 포도당은 수업 전, 후 모든 집단에서 3%이상 개념으로 제시되고 있었다. 이는 학습 전부터 학생들이 광합성 산물에 대한 사전 지식을 가지고 있는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 광합성 결과 생성되는 물질 외에 광합성 필요 물질인 햇빛, 물도 함께 제시되고 있는 것으로 보아 광합성 결과 생성되는 물질과 필요물질을 혼돈하여 가지고 있음을 알 수 있었다.

‘광합성 결과 생성되는 물질’에 대한 과학 태도 상집단의 개념간 근접성(그림 3a, 3b)을 살펴보면 수업 전에는 물, 이산화탄소 개념과 녹말, 산소 개념이 각각 가까운 근접성을 유지하고 있으며 수업 후에는 물, 엽록체 개념과 햇빛, 설탕 개념 그리고 산소, 포도당, 녹말 개념이 각각 가까운 근접성을 유지하고 있었다. 즉, 수업 전에는 물, 이산화탄소 개념과 녹말, 산소 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나 수업 후에는 물, 엽록체 개념과 햇빛, 설탕 개념 그리고 산소, 포도당, 녹말 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 수업을 통해 광합성 결과 생성되는 물질과 관련 개념들이 서로 어떻게 연결되고 있는지를 보여주는 지식의 구조화가 잘 일어난 결과라고 추측할 수 있다(전선영, 2008).

과학 태도 중집단의 경우, 수업 전에는 햇빛, 산소, 포도당, 녹말 개념 관련성이 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나 수업 후에는 햇빛, 물 개념과 포도당,

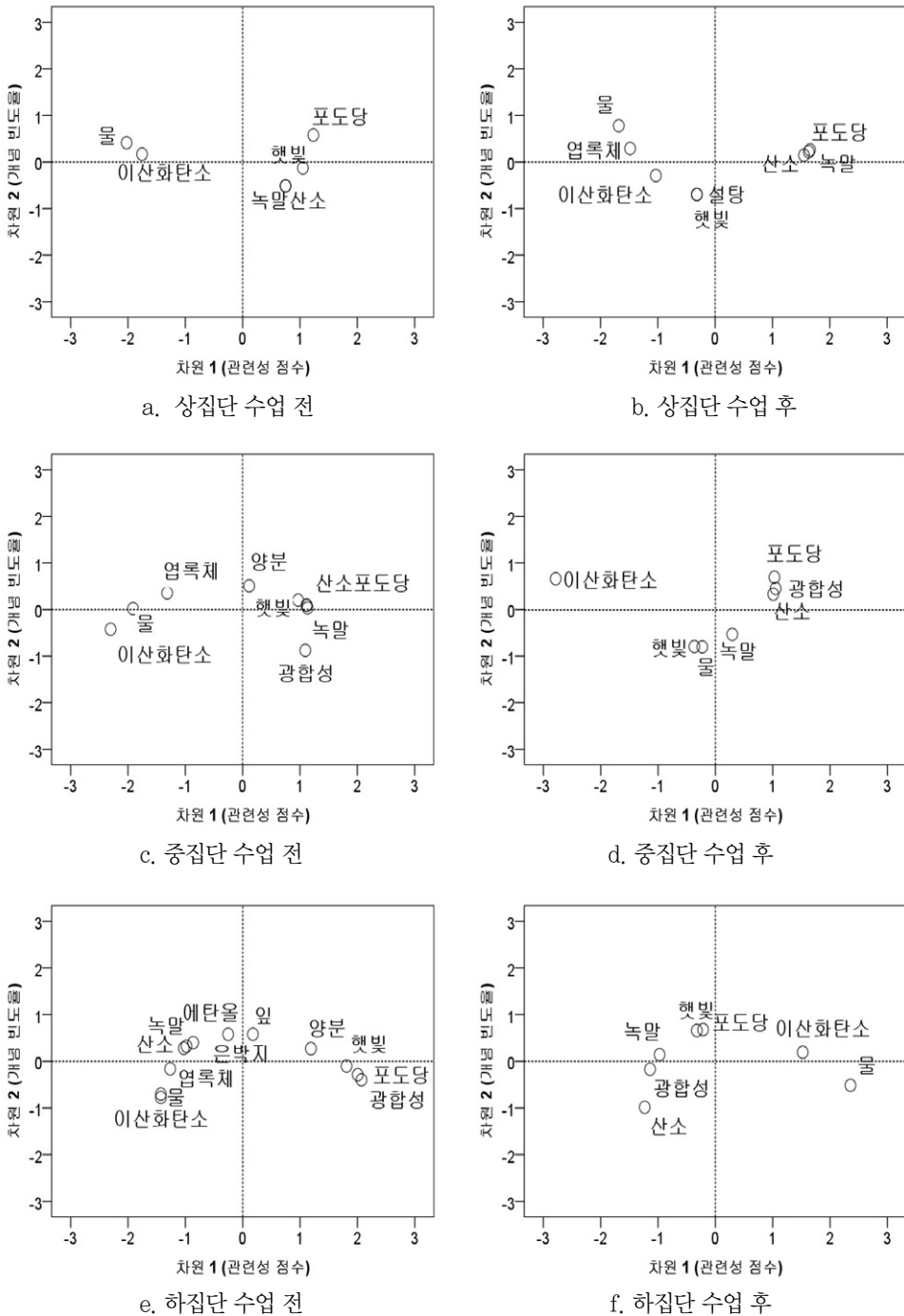


그림 3 과학 태도 수준에 따른 광합성 결과 생성되는 물질에 대한 개념의 근접성

산소, 광합성 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있음을 확인할 수 있다. 이는 수업을 통해 관련된 공통 기준적 속성을 지닌 개념 사이에서 구조

적으로 재조직이 잘 이루어지지 못한 결과, 수업 전에 비하여 관련성이 적은 개념 간의 조직이 이루어진 것으로 추측된다(정완호 등, 1991).

과학 태도 하집단의 개념간 근접성은 수업 전에는 물, 이산화탄소 개념과 산소, 녹말, 에탄올 개념 그리고 햇빛, 포도당, 광합성 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나 수업 후에는 녹말, 광합성 개념과 햇빛, 포도당 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있음을 확인할 수 있었다.

과학 태도 수준에 따라 수업 전, 후 광합성 결과 생성되는 물질에 관련된 과학적 개념인 산소, 녹말, 포도당 개념 사이의 근접성 변화를 살펴보았다. 과학 태도 상집단은 산소, 녹말, 포도당 사이의 개념의 근접성이 가까워지는 경향을, 하집단은 녹말, 포도당 개념의 근접성이 가까워지는 경향을, 중집단은 산소, 녹말, 포도당 사이의 개념의 근접성이 멀어지는 경향을 나타냈다. 과학 태도 상집단과 하집단의 경우 과학과 교육과정에서 학습 내용 성취 목표로 제시하고 있는 “광합성 결과 생긴 양분이 어떤 형태로 이동, 저장, 전환되며 어떻게 사용되는지를 이해하게 한다.”(교육과학기술부, 2008)를 기반으로 한 수업을 통해 광합성 결과 물, 산소, 포도당이 생성되며 포도당은 녹말의 형태로 저장된다는 과학적 사실을 학습함으로써 과학 태도 상집단은 산소, 포도당, 녹말 개념 사이의 근접성이, 하집단은 포도당, 녹말 개념의 근접성이 수업 후 가까워진 것으로 추측된다. 그러나 과학 태도 중집단의 경우 동일한 수업을 통해 동일한 내용을 학습하였음에도 불구하고 수업 전과 비교하여 수업 후 산소, 녹말, 포도당 개념을 더 관련시켜 조직하지 못하여 개념의 근접성이 수업 후 떨어진 것으로 추측된다.

4. 광합성에 영향을 미치는 요인

과학 태도 상 중 하집단의 수업 전, 후 ‘광합성에 영향을 미치는 요인’에 대한 개념의 근접성은 <그림 4>와 같다. 광합성 태도의 모든 수준의 집단에서 수업 전보다 수업 후에 3%이상의 개념 수가 증가하였다. 과학 태도 상집단에서는 수업 전 7개에서 수업 후 8개, 중집단은 7개에서 9개, 하집단은 5에서 8개로 증가하였다. 광합성에 영향을 미치는 요인인 빛의 세기, 이산화탄소 농도, 온도 개념은 수업 전에는 3%이하였지만 수업 후에는 모든 과학 태도 수준에서 3% 이상 개념으로 나타났다. 이는 학습을 통해서 광합성에 영향을 미치는 요인을 올바르게 이해하고 있는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 학생들이 광합성에 영향을 미

치는 요인을 광합성에 해당하는 다른 영역의 개념보다 어렵게 느낀다는 선행 연구를 바탕으로(배미정, 2007) 생각해 볼 때, 이를 이해하고 있는 수준은 낮을 것으로 예상되었다.

수업 전, 후 광합성에 영향을 미치는 요인에 대하여 과학 태도 상집단의 개념의 근접성 변화를 살펴보면, 수업 전 토지, 산소 개념이 가까운 근접성을 유지하고 있으며 수업 후 기포, 산소 개념과 햇빛, 빛의 세기, 이산화탄소, 이산화탄소의 농도 개념이 가까운 근접성을 유지하고 있었다(그림 4a, 4b). 이는 수업을 통해 관련이 높고 구체적인 개념의 근접성이 가까워진 변화를 보여준다.

광합성에 영향을 미치는 요인에 대하여 과학 태도 중집단의 개념간 근접성은 수업 전에는 음지, 이산화탄소 개념과 산소, 토지 개념 그리고 양지, 햇빛 개념이 각각 관련성이 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나 수업 후 물, 산소 개념과 광합성, 온도 개념이 각각 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있음을 확인할 수 있었다.

과학 태도 하집단의 경우, 수업 전에는 물, 토지, 기포 개념이 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있었으나 수업 후에는 온도, 이산화탄소, 물, 햇빛 개념이 관련성 높은 밀접한 관계로 조직되고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 수업을 통해 광합성에 영향을 미치는 요인과 관련 개념들이 서로 어떻게 연결되고 있는지를 보여주는 지식의 구조화가 잘 일어난 결과로 추측할 수 있다(전선영, 2008).

과학 태도 수준에 따라 수업 전, 후 광합성에 영향을 미치는 요인에 대하여 관련된 과학적 개념을 중심으로 개념의 근접성 변화를 비교 분석한 결과는 다음과 같다. 광합성에 영향을 미치는 요인과 관련된 과학적 개념인 햇빛, 빛의 세기, 이산화탄소, 이산화탄소의 농도, 온도 개념 사이의 근접성 변화를 살펴보았을 때 과학 태도 상·중·하집단 모두 수업 후 개념의 근접성이 가까워지는 경향을 나타냈다. 이는 교과서에서 제시하고 있는 식물과 영양 단원의 광합성 범주의 광합성에 영향을 미치는 대표적인 요인에 관련된 수업에 의한 것으로 추측된다. 이 수업을 통하여 광합성에 영향을 미치는 대표적인 요인으로 교과서에서 제시하고 있는 빛의 세기, 이산화탄소의 농도, 온도 요인을 학습함에 따라 이들 개념들 사이의 근접성이 가까워진 것으로 추측된다.

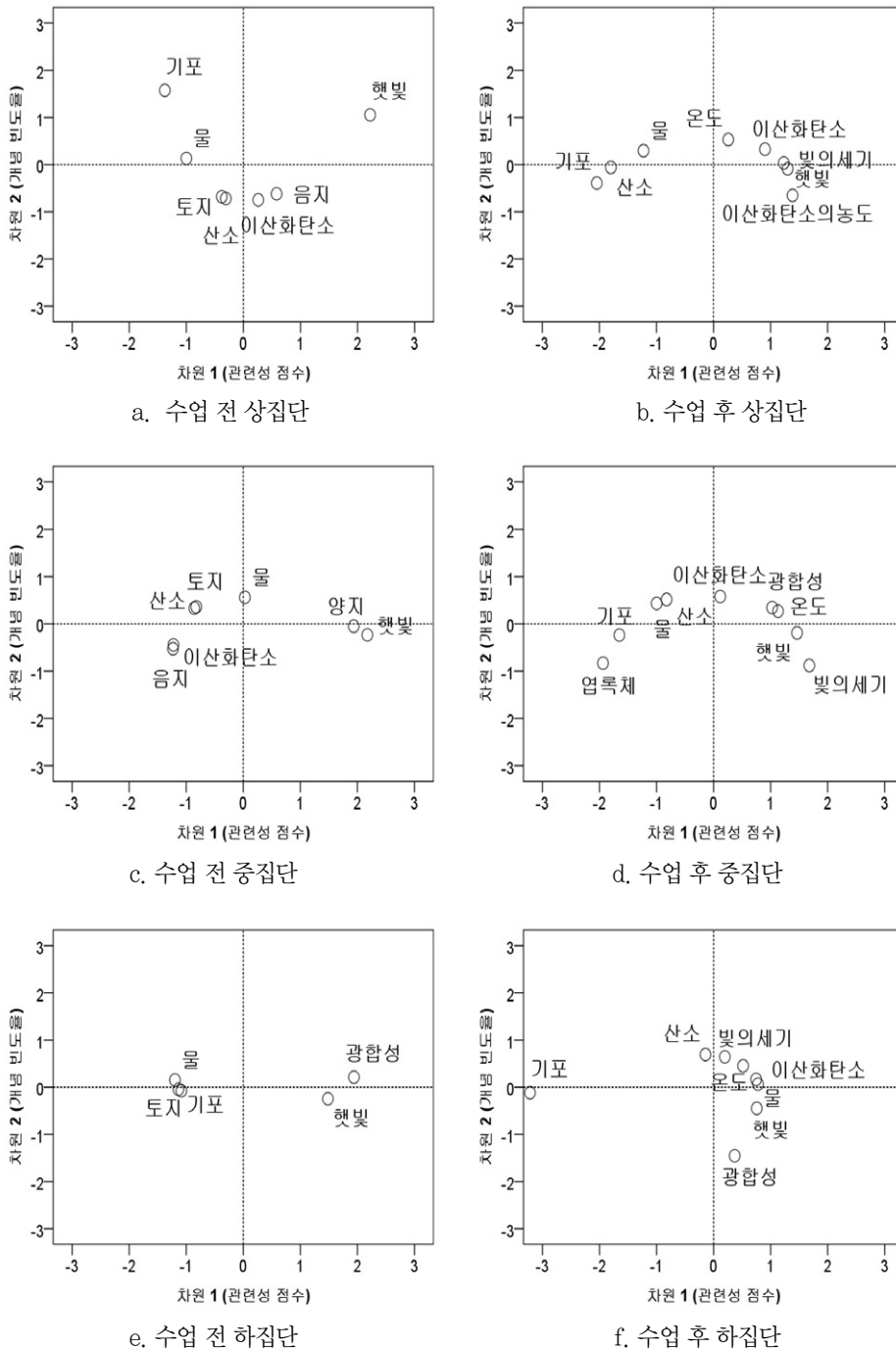


그림 4 과학 태도 수준에 따른 광합성에 영향을 미치는 요인에 대한 개념의 근접성

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학 태도 수준에 따라 생물 개념의

인지적 구조 변화를 분석하였다. 즉 7학년 학생의 과학 태도 수준에 따라 광합성 개념의 근접성을 수업 전과 수업 후를 비교 분석하였다. 이 연구를 통해서 다

음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 수업을 통해 학생들은 구체적인 개념을 습득함으로써 개념의 근접성이 변화되는 것으로 나타났다. 예를 들면 광합성이 일어나는 장소에서 수업 후 과학 태도 상집단에서 울타리 조직, 해면 조직의 개념이 등장하였으며, 과학 태도 하집단에서는 실험 재료와 도구에 관련된 개념은 감소하였다. 또한 광합성에 영향을 미치는 요인에서는 수업 후 빛의 세기, 이산화탄소의 농도, 온도가 나타났으며 수업 전에 등장했던 토지, 음지 등의 개념은 수업 후에 등장하지 않았다.

둘째, 학습을 통해 과학 태도 상집단이 중·하집단에 비해 개념의 근접성이 가까워지는 경향이 있었다. 예를 들면, 광합성에 필요한 물질인 햇빛, 물, 이산화탄소가 과학 태도 상집단이 다른 집단에 비해 근접성이 가까웠다. 광합성 결과 생성되는 물질의 경우 상집단은 중집단과 하집단에 비해 수업 후 산소, 포도당, 녹말 사이의 근접성이 가까워졌다. 과학 태도 상집단에서 개념의 근접성이 증가한 것은 개념 사이의 유의미성과 논리성을 강화시켜 관련성이 높은 밀접한 관계로 재조직하는 결과로 보여진다. 과학 태도 중집단과 하집단은 과학 태도 상집단에 비해 과학적 개념 간 관련성이 낮게 나타나며, 비과학적 개념과 각 영역에 관련 없는 개념이 많이 제시되고 있었다. 이는 과학 개념간의 구조적 재조직화가 잘 이루어지지 않고 있음을 보여주는 것으로 과학 태도 수준이 낮은 집단이 다른 집단에 비해 학업성취도가 낮게 나타나는 이유와 연관됨을 유추할 수 있다.

셋째, 수업을 통해 과학적 개념으로의 집중도가 증가하고 비과학적 개념이 감소하였으나 여전히 비과학적 개념이 수업 전과 수업 후에 계속적으로 존재하고 있었다. 이는 모든 과학 태도 수준의 학생에게서 공통적으로 나타나는 것으로 과학적 개념과 비과학적 개념이 혼재되어 있는 학생들로 하여금 인지적 영역 내에 과학적 개념이 구성되도록 하기 위해서는 수업 계획 및 진행 시에 과학적 개념과 비과학적 개념을 명확히 구분할 수 있는 예시와 명확한 해설이 필요하다고 사료된다.

넷째, 학생들은 광합성과 관련된 4개 영역에서 서로 관련된 개념은 가깝게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 예를 들면, 광합성이 일어나는 장소를 묻는 문항에 광합성에 필요한 물질, 광합성 산물의 개념이 함께 등장하고 있다. 또한 광합성 결과 생성되는 물질에

서도 광합성에 필요한 물질이 함께 등장하고 있다. 이는 학생들이 광합성에서 광합성 장소와 필요 물질을, 광합성 결과 생성되는 물질과 필요 물질을 가깝게 인식하고 있다고 할 수 있다. 따라서 학생들이 어려워하는 광합성을 더욱 효과적으로 이해시키기 위해서는 수업 계획 및 진행 시 상호 관련이 있는 영역을 유기적으로 연관시켜 지도할 필요가 있다.

이 연구는 과학 태도 수준에 따라 광합성의 개념의 근접성을 살펴보았다. 이 연구에서는 빈도율과 관련성 점수를 이용하였는데, 개념의 빈도율이 근접성을 분석하는데 미흡한 부분이 있으며, 이에 대한 추가적인 연구가 이루어지길 기대한다. 또한 학습 과정 중에 학습한 개념이 다른 영역의 개념에 어떻게 영향을 미치는지에 대한 연구가 이루어지길 기대한다.

국문 요약

과학 태도는 학습의 질 향상에 영향을 미치며 과학 교육에서 중요한 관심사 중의 하나이다. 과학 태도 수준에 따라서 인지적 영역의 구조적 측면, 특히 개념 간의 근접성 분석이 필요하다. 따라서 이 연구에서는 과학 태도 수준에 따라서 광합성 관련 개념의 근접성이 수업 후에 어떻게 변하는지를 분석하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 7학년 학생 270명을 대상으로 수업 전과 수업 후의 과학 태도와 광합성 개념에 대한 조사를 실시하였다. 광합성 개념은 ‘광합성이 일어나는 장소’, ‘광합성에 필요한 물질’, ‘광합성 결과 생성되는 물질’, ‘광합성에 영향을 미치는 요인’으로 구성하였다. 광합성 개념의 근접성은 다차원적도법을 활용하여 분석하였다.

이 연구 결과는 다음과 같다. (1) 수업을 통해 학생들은 구체적인 개념을 습득함으로써 개념의 근접성을 변화시키는 것으로 나타났다. (2) 학습을 통해 과학 태도 상집단이 중·하집단에 비해 과학적 개념의 근접성이 가까워지는 경향이 있다. (3) 과학 태도의 모든 수준의 학생에서 비과학적 개념이 수업 후에도 계속 존재하는 것으로 나타났다. 이 비과학적 개념이 광합성과 관련된 과학적 개념 사이의 근접성을 방해하는 것으로 판단된다. (4) 학생들은 광합성과 관련된 4개 영역에서 서로 관련된 개념은 가깝게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 학생들은 광합성에서 광합성 장소와 필요 물질을, 광합성 결과 생성되는 물질과 필요

물질을 가깝게 인식하고 있다고 할 수 있다.

참고 문헌

강경희, 이선경 (2001). 개념변화 맥락을 구성하는 개념생태 상호작용에 관한 사례연구. 한국과학교육학회지, 21(4), 245-256.

교육과학기술부 (2008). 중학교 교육과정 해설 (Ⅲ) 수학, 과학, 기술 가정. 대한교과서주식회사.

권재술, 김범기(1993). 과학 오개념 편람. 한국교원대학교 물리교육연구소.

김충련 (2003). SAS를 활용한 다차원척도법과 결합분석. 자유아카데미.

김효남, 정완호, 정진우, 양일호, 김영신 (1999). 초·중·고 학생들의 과학 정의적 특성 추이 분석을 위한 종단적 연구. 한국과학교육학회지, 19(2), 194-203.

배미정 (2007). 문항반응이론을 이용한 광합성 개념 검사 도구의 개발. 경북대학교 교육대학원 석사학위 논문.

안계원, 정영란 (1996). 중학생의 과학에 관련된 태도, 과학성적, 과학 탐구 능력, 과학교사의 과학에 대한 태도의 상관관계. 한국과학교육학회지, 16(4), 410-416.

여채영, 정재훈, 임수민, 김영신 (2011). 수업에 의해 변화되는 유전 개념의 생태적 지위 분석. 한국과학교육학회지, 30(5), 680-693.

이경훈 (1998). 고등학생의 과학에 관련된 태도와 과학 성취도와의 관계. 한국과학교육학회지, 18(3), 415-425.

이남은 (2009). 과학글쓰기 프로그램 적용에 의한 개념 변화 과정 분석. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.

이미경, 김경희 (2004). 과학에 대한 태도와 과학 성취도의 관계. 한국과학교육학회지, 24(2), 399-407.

전선영 (2008). 개념도 활용이 초등학교 3학년 아동의 문제해결력과 자기주도적 학습능력에 미치는 영향. 건국대학교 교육대학원 석사학위 논문.

정완호, 권재술, 정진우, 최병순, 허명 (1991). 중학교 학생들의 과학 개념에 대한 실태 조사 및 원인 분석. 한국교원대학교 과학교육연구소 연구보고서.

정재훈, 김영신 (2011). 생태지위적 접근을 통한 초·중등 학생들의 광합성 개념 분석. 한국과학교육학회지, 31(4), 513-527.

정재훈, 이영은, 김영신 (2010). 고등학교 생물 교사가 제시한 유전 영역의 배경개념 조사. 중등교육연구, 58(2), 25-47.

Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives. Handbook 1: Cognitive domain. New York : David McKay.

Borg, I., & Lingoes, J. (1987). Multidimensional similarity structure analysis. Springer, New York.

Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R. (2010). Science instruction in the middle and secondary schools. Upper Saddle River, New Jersey: Merrill.

Dhindsa, H. S., & Chung, G. (2003). Attitudes and achievement of bruneian science students. International Journal of Science Education, 25(8), 907-922.

Hewson, P. W., & Hewson, A. G. A. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. Instructional Science, 13(1), 1-13.

Ifenthaler, D., Masduki, I., & Seel, D. (2011). The mystery of cognitive structure and how we can detect it: Tracking the development of cognitive structures over time. Instructional Science, 39(1), 41-61.

Lim, S., Jeong, J. & Kim, Y. (2012). Analysis of concept's diversity and proximity for photosynthesis in grade 7 students. Journal of the Korean Association for Science Education, 32(6), 1050-1062.

Linda W. H., & Martha K. P. (1982). The relationship between attitudes toward science and science achievement. Journal of Research in Science Teaching, 19(1), 33-38.

Magnani, L. (2007). Creating chances through cognitive niche construction: The role of affordances. Retrieved September 22, 2011, from <http://www.springerlink.com/content/>

4117368051p2084t/.

Norris, S. P. & Philips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.

Schunk, D. H. (2008). *Learning theories: An educational perspective*. Upper Saddle River, NJ : Merrill Prentice Hall.

Snow, R. E. (1989). Toward assessment of cognitive and conative structures in learning. *Educational Researcher*, 18(9), 8-14.

Toulmin, S. (1972). *Human understanding: The collective use and evolution of concepts*. Oxford : Clarendon Press.

White, R. T. (1988). *Learning science*. Basil Blackwell, Cambridge, MA.