

수업에 의해 변화되는 9학년 유전 개념의 생태 지위 분석

여채영 · 정재훈¹ · 임수민 · 김영신*

경북대학교 · ¹달성초등학교

Analysis of Ecological Niche in 9th Graders' Genetic Concepts after Instruction

Yeo Chae-Yeong · Jeong Jae-Hoon¹ · Lim Soo-min · Kim Youngshin*

Kyungpook National University · ¹Dalsung primary school

Abstract: In conceptual ecology, a concept does not exist independently but occupies an ecological niche in ecological environment. Among many biological concepts, genetic concepts are connected to several units including the genetics unit, and within the genetics unit the concepts of sub-areas are highly dependent on one another. For this reason, we analyzed conceptual diversity and conceptual proximity of genetic concepts through the ecological niche approach. For this purpose, we surveyed 995 9th graders. The areas covered in the survey were four genetic concepts: gene, chromosome, mitosis, and meiosis. The questionnaire presented biological concepts or terms related to each area, and the respondent marked the relevance between the presented biological concepts or terms and each area on a scale of 1~30 points.

With 9th grade students, we analyzed the change of genetic concepts through class by the ecological niche approach. Through class, the total number of concepts increased in all of the areas, and the increase was smallest in the area of meiosis followed by mitosis, chromosome and gene. Relative density decreased with increases in the number of concepts. The conceptual diversity index also increased through class in all of the areas, and the increase was smallest in the area of meiosis followed by mitosis, chromosome and gene. In addition, difference in the relative density of concepts was reduced after class, and difference in the score of relevance was also reduced and consequently similarity among concepts increased. From these results were drawn conclusions as follows: First, through class, the conceptual diversity of genetic concepts increased. Second, through class, the conceptual proximity of genetic concepts increased.

Key words: ecological niche, genetic concepts, conceptual diversity, conceptual proximity

I. 연구의 필요성 및 목적

초기의 개념 변화 이론은 Toulmin의 개념 생태라는 용어로 개념 형성의 배경요인을 설명하였다. Toulmin (1972)은 인간의 지적 생태(intellectual ecology)를 개념 생태로 설명하면서 개념은 독립적으로 존재하는 것이 아니라 생태적 환경 하에 놓여 있으며 생태 지위(niche)를 차지한다고 하였다. 생태 지위는 한 종이 차지하고 있는 물리적, 기능적 공간을 포함한 추상적 공간으로, 생태 지위가 완벽하게 일치하는 두 개의 종은 존재하지 않으며, 생태 지위가 겹치게 되면 두 종 간 경

쟁이 일어나게 된다(Vandermeer, 1972).

개념들 간에도 경쟁을 통해서 개념 간 우위를 결정하게 된다고 개념 생태 연구(Southerland *et al.*, 2006)에서 밝히고 있지만, 이러한 개념 생태 연구만으로는 학습자가 가지는 개념 간 경쟁을 파악하기가 어렵다. 따라서 학습이 일어나는 동안 학생들이 인식하는 개념 간의 관계를 알아보기 위해서는 개념 생태 연구에서 좀 더 나아가 생태 지위적 측면에서 연구할 필요가 있다.

학습자의 개념 생태 내의 개념 간 경쟁은 추상적이어서 눈으로 볼 수 없다. 하지만 개념은 사람의 인지

*교신저자: 김영신(kys5912@knu.ac.kr)

**2011.03.02(접수) 2011.04.18(1심통과) 2011.06.08(2심통과) 2011.06.10(최종통과)

***이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2010-0004133).

구조에서 여러 가지의 지식들로 서로 관련되어 조직화되고 있어서(Sternberg, 2005; Strike & Posner, 1992; Tyler *et al.*, 2000), 학습자의 개념 생태 내에 존재하는 개념 간 경쟁은 학습 내용에 대한 서로의 관련성으로 볼 수 있다. 그러므로 생태 지위적 접근을 통하여 학습자가 가지는 개념 간 관련성으로 개념들 사이의 관계를 파악할 수 있다고 본다.

개념의 생태 지위를 이해하기 위하여 생물학에서 사용하는 생태 지위적 접근 방식을 이용하였다. 이 연구에서 사용한 개념의 생태 지위적 접근 방식은 개념 다양성과 개념 근접성으로 나뉘어진다. 개념 다양성은 학생들이 제시한 전체 개념의 수와 종류, 상대밀도를 통한 학생들이 지니고 있는 개념의 상태로써, Shannon(2001)의 종 다양성 지수를 이용한 개념 다양성 지수를 분석하였다. 종의 상대 밀도는 모든 종의 개체 수에 대한 특정한 종의 개체 수의 비를 의미하는 것으로, 이를 개념에 적용하여 학생들이 제시한 전체 개념의 수에 대한 특정한 개념 수의 비를 개념의 상대 밀도로 나타내었다. 개념의 근접성은 다차원 척도분석법(MDS)을 통한 인지도로 분석하였다. 다차원 척도분석법은 개체들 사이의 유사성 또는 비유사성을 평가하는데 사용될 수 있는 기준을 찾아서 그 기준에 따라서 각 개체를 다차원 공간상에 시각적으로 표현하는 방식이다(김우종과 강기훈, 2009; 유도재와 김성혁, 2005; 한준과 박찬웅, 2001; Milne & Mason, 1989). 따라서 다차원 척도 분석법을 이용하여 학생들이 가지는 개념 사이의 근접성을 나타낼 수 있다.

생물학의 많은 개념들 중에서 유전 개념은 유전 단위 외에도 세포, 생식과 발생, 진화 등 여러 단위와 관련되어 학습되는 영역이므로 중요하며(김희백 등, 2002), 유전 단위는 소 영역 사이의 개념 간 의존도가 높은 단위이므로(김현아 등, 2006) 개념 생태를 바탕으로 개념의 생태 지위의 변화 분석을 하고자 할 때 적절한 단위이다. 최근 개념 변화의 관점에서 학생들의 유전학에 대한 낮은 이해를 연구하는 경향이 있으며(Venville & Treagust, 1998), 개념 생태를 도입한 유전 개념에 대한 연구들도 있다(김미영과 이길재, 2007; 어정란, 2006). 이전의 연구에서 유전 개념에 대한 이해를 알아보기 위해 개념 생태를 도입하였지만, 유전 개념의 생태 지위에 관한 연구는 이루어지지 않았다. 그러므로 이 연구에서는 수업 전·후의 유전 개념의 생태 지위를 비교해 봄으로써 수업에 의해 유

전 개념의 생태 지위가 어떻게 변화하는지를 알아보고자 한다. 즉, 학생들이 가지고 있는 유전 개념의 생태 지위가 수업을 통해 어떻게 변화되는가를 분석하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 피험자

연구 대상은 경북 지역 내 9학년 학생 1,178명이었다. 이 중 개념만 제시하고 관련성 점수를 제시하지 못한 경우, 관련성 점수를 개념마다 모두 일정하게 제시한 경우 그리고 수업 전·후 실시되는 검사 중 어느 하나라도 설문하지 않은 경우를 포함한 183부는 분석에서 제외한 995명의 자료를 대상으로 분석하였다. 분석한 피험자 중 남학생은 665명, 여학생은 330명이었다.

2. 설문지

수업을 통한 유전 개념의 생태 지위의 변화를 분석하기 위한 설문 영역은 중학교 교육과정 해설(교육인적자원부, 2000), 교육과정에 제시된 학년별 유전 관련 단원의 주요 내용 연구(박소정, 2006), 고등학교 생물과정에 필요한 기본 개념의 확인 및 결정 연구(조희형, 1985), BSCS(1995)의 통합권고안의 유전 영역 개념 권고안을 통해 추출하였다. 그리고 Finley 등(1982)의 연구를 바탕으로 유전 영역을 유전자, 염색체, 체세포분열, 감수분열의 4가지 영역으로 나누어 설문지를 개발하였다.

설문지는 피험자들의 이해를 돕기 위해 각 영역을 가장 대표할 수 있는 그림을 선정하여 참고할 수 있도록 제시하였다. 또한 학생들로 하여금 각 영역과 관련된 생물학적 개념이나 용어를 기술하도록 하였으며, 기술한 생물학적 개념이나 용어가 각 영역과 관련된 정도를 관련성 점수로 표시하도록 하였다. 이 관련성 점수는 1~30점 사이로, 관련된 정도가 같다고 생각되는 개념의 경우는 같은 점수를 반복 사용할 수 있도록 하였다. 예비 검사를 통해 피험자가 의문을 가질 수 있는 문항은 수정·보완하였고, 과학 교육 전문가 2인과 과학 교육 박사 3인을 통해 타당도 검사를 의뢰한 결과 0.88의 타당도를 얻었다.

3. 자료 수집 및 분석

설문지의 배부 및 수거는 수업 시간에 연구자가 직접 참여하여, 학생들의 질문을 받아가면서 진행하였다. 하지만 수업 시간에 연구자가 참여할 수 없는 경우에는 담당 과학 교사의 감독 하에 설문이 이루어졌다. 검사는 유전 단원에 대한 수업이 이루어지기 전과 수업 후 1~2주 사이에 이루어졌고, 학생들이 설문에 응답하는 시간은 20~30분으로 하였다. 9학년 학생의 유전 관련 개념의 학습은 총 10시간으로 이루어졌다. 주요 내용은 생물의 생장, 염색체의 역할, 생식 세포 형성으로 구성되어 있다.

수업을 통한 유전 개념의 생태 지위의 변화를 알아보기 위해 개념 다양성, 개념 근접성을 분석하였다. 개념 다양성은 Shannon(2001)의 종 다양성 지수를 활용하여 개념 다양성 지수와 개념의 상대밀도를 확인하였다.

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log P_i$$

H' = 개념의 다양성 지수

P_i = i 번째 개념의 비율

s = 각 영역의 전체 개념의 수

$$\text{상대밀도(\%)} = \frac{\text{특정 개념의 수}}{\text{조사한 모든 개념의 수}} \times 100$$

개념의 근접성은 SPSS 14.0K for windows 통계 프로그램의 다차원 척도분석법을 통한 인지도로 알아보았다. 식생 분석방법에서는 분포되어 있는 종의 대표성을 갖기 위해 종 간 연관 검사에서 일반적으로 5% 이상의 빈도를 가지는 종을 선발하여 연구하고 있는 것에 근거하여(이호준 등, 1998), 이 연구에서도 학생 개개인보다는 전반적으로 인식하는 개념 간 관계를 파악하기 위해서 설문에 나타난 유전에 관한 4가지 영역별 상대밀도가 5% 이상인 개념들을 중심으로 분석하였다. 다차원 척도분석법은 군집 분석에서와 마찬가지로 자료에 내재된 구조를 찾아내어 자료를 함축적으로 표현하고자 하는 자료 축약형 다변량 분석기법이다. 다차원 척도분석법에서는 개체들 사이의 유사성 또는 비유사성을 평가하는데 사용될 수 있는 기준을 찾아내어 각 기준에 대하여 각 개체를 다차

원 공간상에 시각적으로 표현하게 된다. 이를 통해 각 개체들의 유사성 혹은 비유사성(거리)을 설명할 수 있는 내재된 의미있는 차원을 찾아내는 것이다(Borg & Lingoes, 1987). 따라서 이 연구에서는 개념의 상대 밀도와 개념의 관련성 점수를 기준으로 다차원 척도 분석법을 이용하여 개념들 간의 유사성을 확인(김우종과 강기훈, 2009; 유도재와 김성혁, 2005; Milne & Mason, 1989)함으로써 개념들 간의 근접성을 알아보았다.

Ⅲ. 연구의 결과 및 논의

이 연구는 9학년 학생들을 대상으로 유전 개념의 생태적 지위가 수업을 통해 어떻게 변화되는지를 분석하였다. 유전자, 염색체, 체세포분열, 감수분열의 4가지 영역에 대해 학생들이 지니고 있는 개념의 생태적 지위가 수업에 의해 어떻게 변화하는가를 개념의 다양성과 다차원척도법을 이용한 인지도로 알아보았다.

1. 개념 다양성

1) 유전자 영역

유전자 영역에서 학생들이 제시한 개념과 개념을 제시한 학생 수, 개념의 상대밀도 및 개념 다양성 지수는 <표 1>과 같다. 수업 전 9학년 학생들이 유전자 영역에 대하여 제시한 개념을 살펴보면, 학생들은 평균 1.8개의 개념을 제시하였다. 유전자 영역에서 가장 많이 제시한 개념은 DNA로 627명의 학생이 답하였다. 이는 33.5%의 상대밀도를 나타냈다. 다음으로 많이 제시한 개념은 염색체로 142명(상대밀도 7.6%), 세포는 128명(상대밀도 6.8%)로 나타났다. 이어서 핵, 염색체와 관련된 개념들, 멘델의 유전 법칙과 관련된 개념들, 그리고 유전자 조작, 유전자 검사 등의 생명공학에 대한 개념들을 제시한 학생들이 많았다.

수업 후 학생들이 유전자 영역에 대해 제시한 개념을 살펴보면 한 학생이 평균 2.6개의 개념을 기술하였다. 학생들이 제시하는 개념의 수가 수업 전 1,869개에서 수업 후 2,647개로 증가하였기 때문에 전체 개념 중 DNA 개념이 차지하는 비율을 나타낸 DNA의 상대밀도가 감소한 것을 확인할 수 있었다. 수업 후에서도 수업 전과 마찬가지로 가장 많은 학생들이 응답

표 1
유전자 영역에서의 개념과 제시한 학생 수, 상대밀도 및 개념 다양성 지수

개념	수업 전			수업 후		
	제시한 학생 수	상대밀도	다양성 지수	제시한 학생 수	상대밀도	다양성 지수
DNA	627	33.5	0.159	802	30.8	0.158
염색체	142	7.6	0.085	238	9.1	0.095
세포	128	6.8	0.080	30	1.2	0.022
핵	58	3.1	0.047	51	2.0	0.033
상동염색체	50	2.7	0.042	91	3.5	0.051
염색사	41	2.2	0.036	54	2.0	0.034
유전	40	2.1	0.036	74	2.8	0.044
동원체	39	2.1	0.035	52	1.9	0.033
염색분체	35	1.9	0.032	54	2.0	0.034
동물복제	34	1.8	0.032	19	0.7	0.015
그 외 개념	675	36.2	0.725	1,182	44.0	0.836
합계	1,869	100.0	1.309	2,647	100.0	1.355

한 개념은 DNA로 802명(상대밀도 30.8%)이 제시하였다. 수업 후 염색체, 상동염색체, 유전 등의 개념들을 제시한 학생의 수는 증가하였고, 또한 그 개념들의 상대밀도 또한 증가하였다.

이를 바탕으로 많은 학생들이 DNA를 유전자와 관련하여 가장 중요한 개념으로 인식하고 있음을 알 수 있으며, 학습으로 인하여 DNA의 중요성을 더 크게 인식하고 있음을 알 수 있었다. 하지만 수업 전에 높게 제시되었던 세포, 핵의 개념은 수업 후 제시하는 학생의 수가 감소하였고, 상대밀도 또한 감소하였다. 수업이 이루어진 후 세포와 핵에 대한 개념보다는 상동염색체, 염색사, 동원체, 염색분체, 상염색체, 성염색체 등의 염색체와 관련된 구체적인 개념을 제시한 학생이 더 많았다. 특히, 성염색체, 상염색체, 염색분체, 상동염색체의 개념은 전체 개념 중 차지하는 비율 즉, 상대밀도가 증가하였다.

유전자 영역에서 개념 다양성의 변화를 보면 학습 전, 후에 DNA와 염색체가 가장 높은 상대밀도를 가졌으며, 학습으로 인해 학생들은 유전자와 관련성이 높은 개념으로 구체적인 염색체에 대한 개념들의 상대밀도가 가장 많이 증가하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

수업 전 개념 다양성 지수는 1.309였으나 수업 후 1.355로 증가하는 것을 볼 때, 학습을 통해 학생들이

가지는 개념의 수가 증가하였다고 볼 수 있다. 수업 전 학생들이 제시한 전체 개념의 수는 1,869개이며, 수업 후에는 2,647개였다. 수업 전에는 제시되지 않았던 핵산, 당, 염기, 인산과 같은 핵산의 구조와 관련된 개념, 간기, 전기, 중기, 후기, 말기, 딸세포, 핵분열 등과 같은 세포분열과 관련된 개념들이 수업 후에 제시되었다. 반대로 수업 전에 제시되었던 중간 유전에 대한 개념은 수업 후에는 나타나지 않았다. 이로써 학습을 통해 학생들은 새로운 개념을 학습하며, 더욱 구체적인 개념으로 개념 분화되는 방향으로 개념 변화가 일어난다는 것을 확인할 수 있었다(김영신, 2009).

2) 염색체 영역

염색체 영역에서 학생들이 제시한 개념과 개념을 제시한 학생 수, 개념의 상대밀도 및 개념 다양성 지수는 <표 2>와 같다. 수업 전 염색체 영역에 대하여 제시한 개념을 살펴보면, 한 학생이 평균 3.3개의 개념을 제시하였다. 수업 전 염색체 영역의 개념 중 많이 응답한 개념은 상동염색체 565명, 성염색체 560명, 상염색체 474명 순으로 응답자의 50%에 가까운 수가 제시하였다. 다음으로 많이 제시된 개념은 44+XX 301명, 44+XY 300명으로 두 개념 모두 약 9%의 상대밀도를 나타내고 있었다.

표 2
염색체 영역에서의 개념과 제시한 학생 수, 상대밀도 및 개념 다양성 지수

개념	수업 전			수업 후		
	제시한 학생 수	상대밀도	다양성 지수	제시한 학생 수	상대밀도	다양성 지수
상동염색체	565	16.8	0.130	820	14.4	0.121
성염색체	560	16.7	0.130	812	14.3	0.120
상염색체	474	14.1	0.120	687	12.0	0.111
44+XX	301	9.0	0.094	506	8.9	0.093
44+XY	300	8.9	0.094	510	8.9	0.094
염색분체	149	4.4	0.060	270	4.7	0.063
DNA	139	4.1	0.057	242	4.2	0.058
2n=46	125	3.7	0.053	265	4.6	0.062
염색사	121	3.6	0.052	252	4.4	0.060
2가염색체	103	3.1	0.046	312	5.5	0.069
그 외 개념	524	15.6	0.297	1,129	18.1	0.371
합계	3,361	100.0	1.133	5,805	100.0	1.222

염색체에 대한 학습 시 구조와 관련하여 인간 염색체의 크기, 수, 모양을 이용한 핵형 분석을 많이 제시하고 있어서 상동염색체, 성염색체, 상염색체, 44+XX, 44+XY와 같은 개념들의 상대밀도가 높게 나타난다고 볼 수 있다. 유전자 영역에서는 특정 개념인 DNA에 대해서만 제시한 학생의 수가 높게 나타났으나, 염색체 영역에서는 여러 개념에 대해 제시한 학생의 수가 비슷한 수치로 높게 나타났다. 이를 통해 9학년의 학습에서 모양과 크기가 같은 염색체인 상동염색체에 대해 강조하였음을 알 수 있다. 또한 성염색체와 상염색체를 구분하게 하여, 44+XX, 44+XY의 개념에서 44는 상염색체, XX와 XY는 성염색체라는 것을 학습하고, 상염색체와 성염색체에 의한 염색체의 수에 대한 개념을 학습했다고 볼 수 있다.

수업 후 염색체 영역에 대해 제시된 개념을 살펴보면, 학생들은 평균 5.6개의 개념을 제시하고 있었다. 수업 전 5% 이상의 상대밀도를 가진 개념들은 상동염색체, 성염색체, 상염색체, 44+XX, 44+XY로 이는 수업 후에도 제시한 학생의 수가 모두 증가하는 경향을 보였음에도 불구하고 상대 밀도는 감소하였다. 5% 이상의 상대밀도를 갖는 개념들은 대부분 학습 전부터 이미 많은 학생들이 인식하고 있었으며, 수업 후 이 개념들 외의 다른 개념들의 증가율이 상대적으로 높아 상대밀도는 감소하였다고 생각된다. 하지만 수

업 전 5% 이하의 상대밀도를 갖는 개념인 염색분체, DNA, 2n=46, 염색사, 2가염색체 등의 개념들은 밀도가 높게 증가하였다. 이들 개념은 학습 후 전체 개념들이 증가되는 정도에 비해 상대적으로 더 많이 증가하기 때문에 상대밀도가 증가되는 것으로 생각된다. 이것으로 보아 학생들은 염색체 영역에 대한 주요 개념들에 관해서는 미리 알고 있었으며, 다른 개념들은 학습을 통해 증가되었다는 것을 알 수 있다. 그리고 수업 전 제시하는 학생의 수가 적었던 개념들이 수업 후 제시하는 학생의 수가 증가되는 것으로 보아 더욱 구체적인 개념들을 학습을 통해 획득했다는 것으로 알 수 있다.

개념 다양성 지수는 수업 전 1.133에서 수업 후 1.222로 수업을 통해 증가되는 것으로 나타났다. 염색체 영역의 개념 다양성 지수는 다른 영역의 다양성 지수에 비해 가장 낮게 나타났다. 수업 전 상동염색체, 성염색체, 상염색체의 개념들을 제시한 학생 수가 많고, 이 개념들의 상대밀도가 높은 것을 볼 때, 학습 전에 학생들은 염색체과 관련된 개념들을 이미 가지고 있는 것으로 사료된다. 또한 이 개념들과 함께 염색분체, DNA, 2n=46, 염색사, 2가염색체 등의 개념들을 학습 시 강조하였음을 알 수 있다. 뿐만 아니라 수업 전에는 제시되지 않았던 단백질, 모세포, 생장/생식, 복제, 세포, 핵막, 핵분열 등의 개념들이 수업

후에는 제시되었다. 이를 통해 학습으로 인해 학생들은 더욱 구체적인 개념으로 개념 분화되는 방향의 개념 변화가 일어나는 것을 확인하였다.

3) 체세포분열 영역

체세포 영역에서 학생들이 제시한 개념과 개념을 제시한 학생 수, 개념의 상대밀도 및 개념 다양성 지수는 <표 3>과 같다. 수업 전 9학년 학생이 체세포분열 영역에서 제시한 개념을 살펴보면, 한 학생이 평균 5.6개의 개념을 기록하였다. 체세포분열 영역에서 제시된 개념은 세포분열 과정에 해당하는 것으로 중기, 간기, 후기, 말기, 전기 순으로 많이 제시되었고, 상대밀도 또한 높게 나타났다. 세포분열 과정에 대한 개념 다음으로 딸세포, 인, 핵, 핵막 등의 개념을 제시한 학생의 수가 많았다.

수업 후 학생들이 제시한 개념을 살펴보면, 한 학생당 평균 9.3개의 개념을 제시하였다. 체세포분열의 각 과정에 관한 개념을 제시한 학생들의 수는 모두 증가하였으나, 그 개념의 상대밀도는 모두 감소하였고, 수업 전과 비교하여 개념 간 상대밀도 값의 차이가 적어졌다. 제시한 학생의 수는 증가하였지만, 전체 개념수의 증가율이 더 높기 때문에 상대밀도가 감소하였다고 볼 수 있다. 즉, 학생들은 학습을 통해 세포분열 과정의 개념을 더욱 유사한 수준으로 인식하고 있음을 알 수 있다.

세포분열 과정에 대한 개념들은 이미 수업 전부터 학생들이 많이 인식하고 있어 학습으로 인해 크게 증가하지는 않았으나, 나머지 다른 개념들은 학습을 통해 인식이 상대적으로 더 크게 증가되었다고 할 수 있다. 그 중에서도 인, 핵, 핵막의 경우 수업 전에 이 개념을 제시한 학생의 수는 비슷하게 나타났으나 수업 후 인과 핵막의 경우에는 제시한 학생의 수가 2배 정도 증가한 것에 반해 핵의 경우에는 증가된 정도가 적게 나타났다. 이를 볼 때 전기 단계에서 핵막과 인이 사라지고, 말기가 끝날 때 핵막과 인이 다시 만들어지는 것을 학습함으로써 인과 핵막을 인지하는 학생의 수가 증가되었음을 알 수 있다. 또한 표에 나타내지 않은 개념 중에서 제시한 학생의 수가 가장 크게 증가한 것으로는 세포판형성과 세포질만입이 있었는데, 이는 수업을 통해 세포분열 과정 말기의 세포질분열 과정에서 동물세포와 식물세포 사이에 차이가 있음을 인식하게 된 결과로 사료된다.

개념 다양성 지수는 수업에 의해 1.359에서 1.516으로 증가하였다. 이 영역에서 학생들이 제시한 전체 개념의 수는 수업 전 4,946개, 후 9,258개로 다른 영역에 비하여 가장 많은 개념이 제시되고 있었다.

위의 표에 제시되지 않은 개념 중 세포와 세포주기 는 수업 전에는 제시되었으나 수업 후에는 제시되지 않았다. 그리고 상대 생장, 길이 생장, 부피 생장, S자형 곡선, 계단형 곡선 등 생장과 관련된 개념과 난할,

표 3
체세포분열 영역에서의 개념과 제시한 학생 수, 상대밀도 및 개념 다양성 지수

개념	수업 전			수업 후		
	제시한 학생 수	상대밀도	다양성 지수	제시한 학생 수	상대밀도	다양성 지수
중기	502	10.1	0.101	783	8.8	0.094
간기	492	9.9	0.100	761	8.7	0.092
후기	491	9.9	0.100	780	8.8	0.093
말기	483	9.8	0.099	778	8.8	0.093
전기	477	9.6	0.098	763	8.7	0.092
방추사	294	5.9	0.073	548	6.0	0.075
딸세포	206	4.2	0.057	386	4.2	0.060
인	180	3.6	0.052	385	4.2	0.059
핵	178	3.6	0.052	225	2.4	0.041
핵막	171	3.5	0.051	356	3.8	0.056
그 외 개념	1,472	29.9	0.576	3,493	35.6	0.761
합계	4,946	100.0	1.359	9,258	100.0	1.516

상실기, 포배기, 낭배기 등 난할과 관련된 개념이 수업 후 제시되면서 개념의 수가 증가하였다. 이는 교육 과정에 제시된 발생과 생장에 관한 내용으로 수업 전에는 나타나지 않던 생장과 난할에 대한 개념이 수업 후 나타나는 것으로 보아 학습에 의해 학생들의 인지 속에 개념들이 더욱 구체적으로 개념 분화되고 있다는 것을 알 수 있었다.

4) 감수분열 영역

감수분열 영역에서 학생들이 제시한 개념과 개념을 제시한 학생 수, 개념의 상대밀도 및 개념 다양성 지수는 <표 4>와 같다. 감수분열 영역에 대하여 학생들이 제시한 전체 개념 수를 살펴보면 수업 전 2,698개에서 수업 후 8,158개로 4가지 영역 중 가장 많이 증가하였다. 사전검사에서 학생들은 평균 2.7개의 개념을 제시하였다. 가장 많은 학생이 응답한 개념은 2가염색체로 244명의 학생들이 제시하였으며, 상대밀도는 9.0%였다. 다음으로 222명의 학생이 제시한 상대밀도 8.2%의 생식세포, 147명의 학생이 제시한 상대밀도 5.4%의 딸세포 개념 순으로 나타났다. 이어서 제1분열과 제2분열 및 중기, 후기, 전기, 말기와 같은 분열 과정에 대한 개념과 방추사의 개념이 나타났다.

수업 후에 학생들이 제시한 개념을 살펴보면 학생당 평균 8.1개의 개념을 제시하였다. 수업 후에도 여전히 2가염색체를 제시한 학생의 수는 많았고, 분열

과정에 대한 개념을 제시한 학생의 수도 증가하였다.

생식세포, 제1분열과 제2분열의 개념은 수업 전에 비해 수업 후에 제시한 학생의 수가 증가하였으나 상대밀도가 감소하였다. 그 중에서도 특히 생식세포는 수업 전 두 번째로 많은 학생들이 기술한 개념이었으나 수업 후 분열 과정에 관한 개념들을 제시한 학생의 수가 더욱 크게 증가하여 낮은 상대밀도를 나타내고 있었다.

수업을 통해 학생들은 상동염색체가 적도판에 배열할 때 한 쌍의 상동염색체로부터 4개의 염색분체가 만들어져 2가염색체를 형성하는 것을 학습한다. 그리고 감수분열이 유성생식을 위한 생식세포를 형성하는 과정이며, 두 번의 연속되는 핵분열로 4개의 딸세포를 만드는 과정이라는 것을 학습하기 때문에 그 결과 2가염색체, 생식세포, 딸세포, 제1분열과 제2분열의 개념이 높게 제시된 것으로 볼 수 있다.

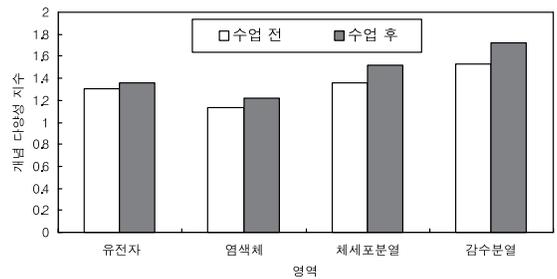


그림 1 수업 전·후의 영역별 개념 다양성 지수 비교

표 4 감수분열 영역에서의 개념과 제시한 학생 수, 상대밀도 및 개념 다양성 지수

개념	수업 전			수업 후		
	제시한 학생 수	상대밀도	다양성 지수	제시한 학생 수	상대밀도	다양성 지수
2가염색체	244	9.0	0.094	544	6.7	0.079
생식세포	222	8.2	0.089	320	3.9	0.055
딸세포	147	5.4	0.069	396	4.9	0.064
제1분열	123	4.6	0.061	301	3.7	0.053
제2분열	118	4.4	0.059	314	3.9	0.055
중기	118	4.4	0.059	395	4.9	0.064
후기	111	4.1	0.057	393	4.8	0.064
전기	107	4.0	0.056	389	4.8	0.063
말기	107	4.0	0.056	325	4.0	0.056
방추사	103	3.8	0.054	251	3.1	0.047
그 외 개념	1,298	48.1	0.879	4,530	55.3	1.126
합계	2,698	100.0	1.533	8,158	100.0	1.726

유전 단원의 4개 영역에 대한 수업 전과 후의 개념 다양성 지수를 살펴보면 <그림 1>과 같다. 감수분열 영역이 다른 영역에 비하여 가장 높은 개념의 다양성 지수를 지니고 있었다. 이 영역의 개념 다양성 지수가 다른 영역에 비해 높게 나타난 이유는 9학년 이전의 교육과정에는 제시되어 있지 않고, 자주 들어보지 못한 생소한 내용이기 때문에 학생들이 새로운 개념으로 학습하여 이 영역에 대한 개념을 다양하게 제시한 것으로 생각된다. 또한 이 영역은 수업에 의한 개념 다양성 지수의 증가율도 가장 높게 나타난 것으로 보아 학습으로 많은 개념이 새로 학생들의 인지 내에 정착했음을 알 수 있다. 예를 들면, 수업 전에는 제시되지 않았던 유성생식, 무성생식, 이분법, 출아법, 포자법, 영양생식, 체내수정, 체외수정, 중복수정 등 생식과 수정에 관련된 개념들이 학습을 통해 수업 후 검사에서 많이 제시되었기 때문이다.

수업 전에는 체세포분열, 염색체, 감수분열, 유전자 순으로 학생들이 제시한 전체 개념의 수가 많은 것으로 나타났으나, 수업 후에는 체세포분열, 감수분열, 염색체, 유전자의 순으로 변동되었다(표 1-4). 제시된 개념을 보면 학생들은 체세포분열과 염색체에 관련된 개념을 많이 가지고 있었는데, 이는 7학년의 '세포의 구조와 기능', '식물 세포와 동물 세포의 차이점' 단원과 연계된 것으로 이전 학습을 통해 인지 내에 많이 지니고 있었던 것임을 알 수 있다. 이를 통해 학년이 올라감에 따라 기초적인 것에서부터 반복적으로 연계성 있게 교육과정을 조직하면 학습의 효과가 증가될 수 있음을 알 수 있다(엄태동, 2004; 유광찬, 2008). 또한 수업 시 학생들이 높은 상대밀도로 제시한 개념을 활용하여 낮은 상대밀도를 갖는 개념을 학습하도록 도와준다면 효과적인 개념 학습이 될 수 있을 것이다.

수업 전과 수업 후 감수분열, 체세포분열, 유전자, 염색체 영역 순으로 개념 다양성 지수가 높게 나타났다. 개념 다양성 지수는 감수분열과 체세포분열에서 가장 높게 나타났으며, 학습에 의한 차이도 가장 크게 나타났다. 이러한 이유는 과학과 교육과정에서 찾을 수 있다. 9학년의 생식과 발생 단원에서는 생물체가 성장하거나 번식하기 위해서 세포분열의 과정을 거쳐야 한다는 것을 이해하며, 생식을 통해 자손을 만들고 발생을 통하여 다양한 조직과 기관이 형성된다는 것을 이해하게 한다는 것을 교육 목표로 제시한다(교육인적자원부, 2000). 특히 학년별 내용에서는 체세포

분열과 감수분열의 특징을 비교할 수 있다는 목표 아래 핵분열과 세포질분열을 통해 딸세포가 형성되는 것을 이해하고, 딸세포를 만들기 위해 세포 내에서 대부분의 유전자를 가지고 있는 염색체의 복제 과정과 분열을 강조한다. 그리고 염색체의 변화와 행동을 중심으로 세포분열을 이해하고 이를 바탕으로 무성 생식과 유성 생식의 차이점을 제시하고 생식에 있어 생식 방법의 장단점을 비교하는 것을 목표로 두고 있다(교육인적자원부, 2000). 체세포분열과 감수분열의 특징을 비교한다는 학년별 내용의 목표를 바탕으로 학습이 진행되었다면 체세포분열과 감수분열 영역에서 개념의 다양성 지수가 많이 증가할 것이므로 개념 사이의 관계에 대한 개념 학습이 효과적일 것으로 사료된다.

2. 개념 근접성

1) 유전자 영역

상대밀도 5% 이상으로 나타난 개념은 수업 전에는 DNA, 염색체, 세포였고, 수업 후에는 DNA, 세포이었다. 수업 전에 제시된 DNA, 염색체, 세포의 개념 중 DNA의 상대밀도가 다른 두 가지 개념의 상대밀도에 비해 큰 차이가 있는 것으로 볼 때, DNA는 염색체, 세포와의 개념 간 근접성이 떨어지는 것을 알 수 있다. 염색체와 세포는 관련성 점수의 차이는 있지만 상대밀도에서 비슷하게 나타났다. 이를 볼 때 염색체와 세포 간 개념 근접성이 높다는 것을 알 수 있다.

수업 후에는 DNA의 상대밀도는 감소하고 염색체의 상대밀도는 증가하여 두 개념 사이의 상대밀도의 차이는 줄어들었다. 또한 DNA와 염색체의 관련성 점수 역시 수업에 의해 그 차이가 줄어들었다. 수업 전에 비해 수업 후에 두 개념 사이의 상대밀도와 관련성 점수의 차이가 모두 감소하였지만, 5% 이상의 개념이 2개로 제한되어 있어서 관련성을 비교할 수 없었다.

유전자 영역의 개념들 간 근접성은 <그림 2>를 통해 확인할 수 있다. 수업 전 염색체와 세포는 DNA와는 다르게 차원 1에 대하여 근접성이 높음을 알 수 있었다. 그러나 수업 후에는 두 개의 개념만이 제시되어 근접성의 변화를 확인하기 어려웠다.

2) 염색체 영역

염색체 영역에서 상대밀도 5% 이상으로 나타난 개

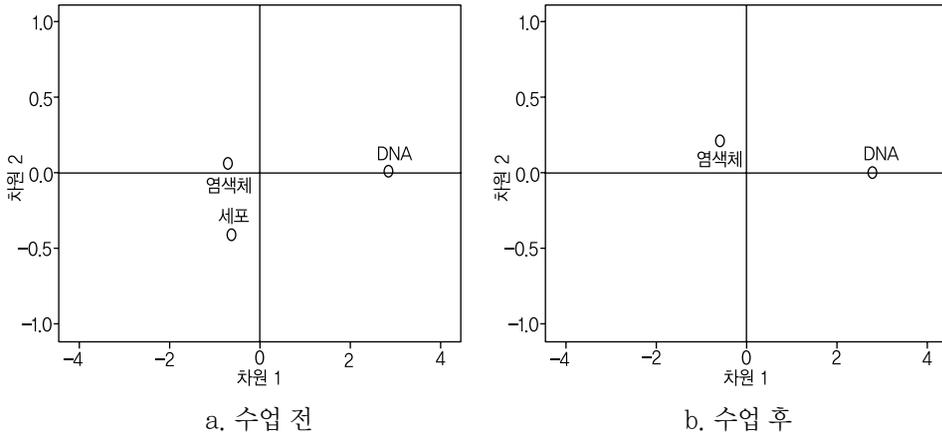


그림 2 유전자 영역의 개념 근접성

념은 수업 전 상동염색체, 성염색체, 상염색체, 44+XX, 44+XY이었고, 수업 후 상동염색체, 성염색체, 상염색체, 44+XX, 44+XY, 2가염색체였다. 수업 전 제시된 개념 중 상동염색체와 성염색체는 비슷한 상대밀도로 높은 값을 보이고 있었으며, 관련성 점수도 다른 개념들에 비해 높게 나타났다(표 5). 그리고 44+XX와 44+XY 사이에서도 상대밀도와 관련성 점수가 비슷하게 나타나는 것으로 볼 때 두 개념들 사이의 근접성이 높다는 것을 알 수 있다. 나머지 개념인 상염색체는 다른 개념들과 근접성이 낮게 나타나는 것을 볼 수 있다(그림 3).

수업 후에도 상동염색체와 성염색체 개념 사이의 상대밀도의 차이는 거의 변화가 없지만, 관련성 점수의 차이가 감소하여 두 개념 간 근접성이 더 증가한 것을 볼 수 있다. 그리고 44+XX와 44+XY에서도 상대밀도의 차이가 감소하고, 관련성 점수의 차이도 감

소하여 두 개념 사이의 근접성 또한 증가되고 있음을 볼 수 있다. 여전히 상염색체는 다른 개념들과의 근접성은 낮았으며, 수업 전에는 5%의 상대밀도를 넘지 않던 2가염색체가 수업 후에는 제시되어 다른 개념들과의 근접성이 낮게 나타나는 것을 보여주고 있다.

염색체 영역에서의 개념들 사이 근접성은 <그림 3>을 통해 확인할 수 있다. 수업 전에는 상동염색체와 성염색체가 근접해 있으며, 44+XX와 44+XY가 거의 일치한 지점으로 표시되고 있다. 나머지 상염색체는 차원1과 차원2의 측면에서 모두 다른 개념들과의 근접성이 낮게 나타났다. 수업에 의해 상동염색체와 성염색체가 차원2의 측면에서 더욱 근접하게 변화하였으며, 44+XX와 44+XY는 수업 전과 동일하게 일치하게 나타났다. 상염색체와 2가염색체는 차원1과 차원2에서 모두 다른 개념들과 근접성이 낮게 나타났다.

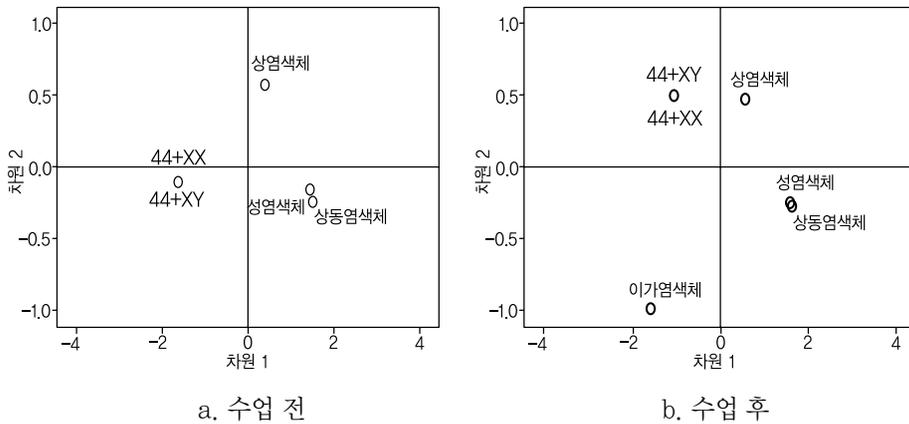


그림 3 염색체 영역의 개념 근접성

3) 체세포분열 영역

체세포 영역은 상대밀도가 5% 이상인 개념이 수업 전과 후에 동일하게 간기, 전기, 중기, 후기, 말기로 나타났다. 이 영역의 개념들 사이의 근접성은 <그림 4>를 통해 확인할 수 있다. 수업 전 개념의 근접성을 보면 간기, 전기, 중기, 후기, 말기 개념이 차원 1의 측면에서 근접해 있으나 차원 2의 측면에서는 차이를 지니고 있음을 알 수 있으며, 그 중 특히 전기와 간기의 근접성이 높은 것으로 나타난다. 이를 통해 학생들은 간기와 전기 개념에 대한 차이를 인식하지 못하고 있음을 예상할 수 있다. 설문지에서 간기를 제시한 학생들 중 일부는 전기를 제시하지 못하였고, 전기를 제시한 학생 중 일부에서도 간기를 제시하지 못한 경우가 존재하였다. 이를 볼 때 분열기의 시작인 전기 개념과 분열을 하지 않는 간기 개념 사이에 혼란을 가지고 있다고 볼 수 있다.

수업 후 나타난 개념의 근접성을 보면 간기, 전기, 중기, 후기, 말기 개념이 차원 1에 의해 근접해 있으며, 차원 2의 차이가 감소하여 개념 근접성이 증가하였음을 알 수 있다. 그리고 간기와 전기 개념이 수업 전에 비해 근접성이 감소하는 것으로 보아 학습으로 인해 두 개념 사이의 차이를 구분할 수 있게 되었음을 알 수 있다. 그 외 방추사 개념은 수업 전과 후 모두에서 다른 개념들과의 근접성이 낮았다.

4) 감수분열 영역

감수분열 영역에서는 상대밀도 5% 이상의 개념이 수업 전 2가염색체, 생식세포, 딸세포였으나 수업 후에는 2가염색체 뿐이었다. 수업 전 제시된 이가염색체, 생식세포, 딸세포의 개념 사이에는 모두 상대밀도와 관련성 점수의 차이가 있어 근접성이 낮은 것으로 보여진다. 그 중 이가염색체와 생식세포는 상대밀도의 차이가 적어 상대적으로 딸세포보다는 근접하게 나타난다. 수업 후에는 이가염색체 개념만 나타나므로 근접성을 비교할 개념이 부족하여 개념 간 근접성을 확인하기 어려웠다.

감수분열 영역의 개념 간 근접성은 <그림 5>를 통해 확인할 수 있다. 수업 전에는 이가염색체, 생식세포, 딸세포 개념 중 이가염색체와 생식세포가 차원 1에 대하여 근접해 있으며, 딸세포는 근접성이 낮게 나타났다. 그리고 수업 후에는 이가염색체 개념만이 제시되어 근접성을 비교할 수 없었다.

유전자, 염색체, 체세포분열, 감수분열 각각의 영역에서 수업 전·후의 개념 근접성의 변화는 대부분 증가하는 방향으로 진행되었으며, 학생들은 학습을 통해 개념을 유목화 한다는 것을 알 수 있었다(표 5). 유전자와 감수분열 영역에서는 상대밀도 5% 이상의 개념 수가 부족하여 비교가 어려웠으나, 염색체와 체세포분열 영역에서는 모두 개념 근접성이 증가하고 있음을 알 수 있었다. 염색체 영역에서는 상동염색체와 성염색체 개념 사이의 근접성이 증가하였고, 44+XX와 44+XY 개념 사이의 근접성이 증가하였다. 체세포분열 영역에서는 간기, 전기, 중기, 후기, 말기 개념 사이의 각 개념 간 근접성이 모두 증가하였다. 이러한 결과로 볼 때, 학생들은 개념을 유목화하여 개념 학습을 하고 있다고 예상할 수 있다. 피아제의 인지 발달 단계에서 구체적 조작기 이상의 단계에 해당하는 학생들이 학습을 할 때에는 유목화되어 있는 개념들을

수업 후 나타난 개념의 근접성을 보면 간기, 전기, 중기, 후기, 말기 개념이 차원 1에 의해 근접해 있으며, 차원 2의 차이가 감소하여 개념 근접성이 증가하였음을 알 수 있다. 그리고 간기와 전기 개념이 수업 전에 비해 근접성이 감소하는 것으로 보아 학습으로 인해 두 개념 사이의 차이를 구분할 수 있게 되었음을 알 수 있다. 그 외 방추사 개념은 수업 전과 후 모두에서 다른 개념들과의 근접성이 낮았다.

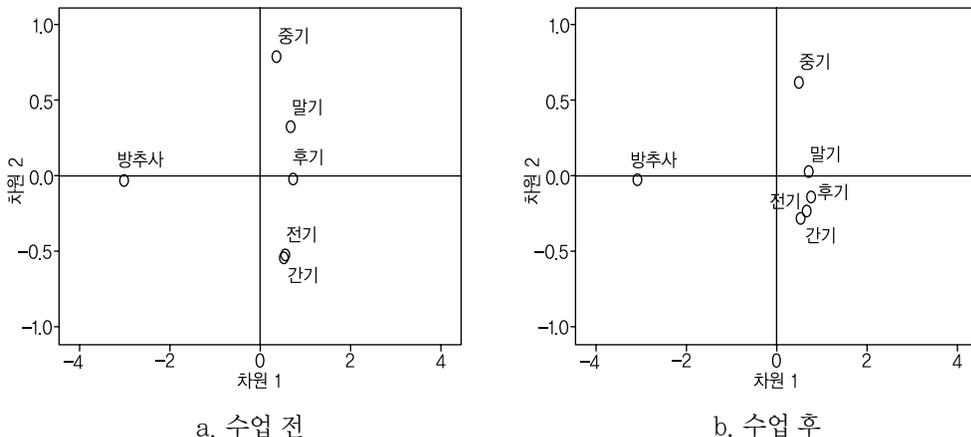


그림 4 체세포분열 영역의 개념 근접성

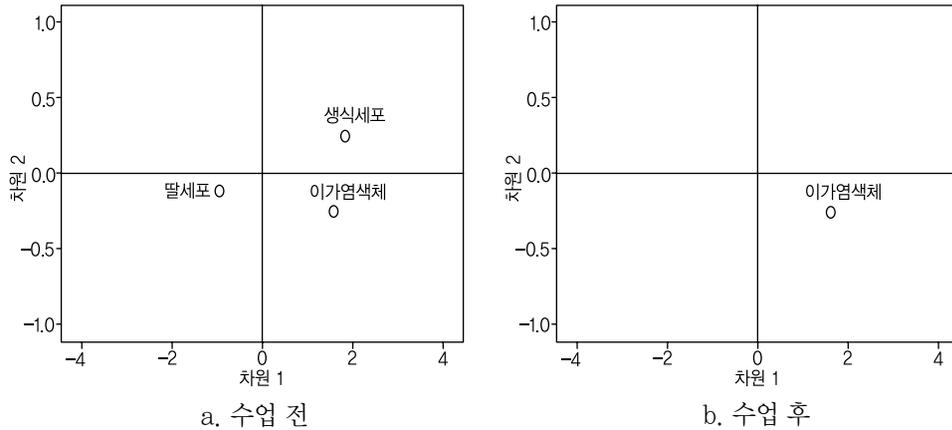


그림 5 감수분열 영역의 개념 근접성

뭉어 설명을 하고, 그 개념 사이의 비교를 통해 공통점과 차이점을 밝혀준다면 효율적인 개념 학습이 가능할 것으로 사료된다.

이 연구를 통해 유전자, 염색체, 체세포분열, 감수분열의 4가지 영역에서 학생들이 가지는 개념의 수업

에 따른 생태 지위적 변화를 알아보았다. 생태 지위는 개념 다양성과 개념 근접성을 통해 확인하였으며, 그 결과는 수업을 통해 개념 다양성과 개념 근접성은 증가하는 것으로 나타났다.

각 영역에서 모두 개념 다양성이 증가하였는데, 이

표 5 각 영역별 5% 이상 개념의 상대밀도와 관련성 점수

영역	개념	상대밀도		관련성 점수	
		사전검사	사후검사	사전검사	사후검사
유전자	DNA	33.5	30.8	20.601	21.232
	염색체	7.6	9.1	19.556	20.906
	세포	6.8	-*	15.698	-
염색체	상동염색체	16.8	14.4	19.098	20.603
	성염색체	16.7	14.3	19.911	20.788
	상염색체	14.1	12.0	18.133	19.443
	44+XX	9.0	8.9	18.246	18.737
	44+XY	8.9	8.9	18.120	18.741
	이가염색체	-*	5.5	-*	20.573
체세포 분열	간기	9.9	8.7	16.876	17.710
	전기	9.6	8.7	17.262	17.719
	중기	10.1	8.9	18.363	18.517
	후기	9.9	8.9	17.332	17.990
	말기	9.8	8.8	17.660	18.263
	방추사	5.9	6.2	16.163	17.877
감수분열	이가염색체	9.0	6.7	21.918	23.351
	생식세포	8.2	-*	23.527	-*
	딸세포	5.4	-*	18.782	-*

* 상대밀도 5% 미만을 의미함.

결과는 학습 후 개념의 다양성 지수가 낮아졌다는 정재훈과 김영신(2011)의 연구와는 상반된 결과이다. 이는 유전 단원이 광합성 단원과 달리 경험할 기회가 적어 선개념이 적은 영역이기 때문에 학습에 의해 새로운 개념이 증가하기 때문에 생기는 결과로 사료된다. 그 중 개념 다양성 지수가 많이 증가한 체세포분열 영역의 경우 교육과정을 통해 학습 경험이 있었기 때문이며(교육인적자원부, 2000), 감수분열 영역에서 개념 다양성 지수가 더욱 많이 증가한 것은 체세포분열 영역의 개념과 비교하면서 학습하기 때문이라고 생각된다. 그러므로 학습은 학년이 올라감에 따라 기초적인 것에서 시작하여 반복적으로 연계성이 있도록 제시된다면 연구의 결과처럼 개념 다양성을 증가시키는 효과를 나타낼 수 있을 것이다. 계열성의 원칙을 바탕으로 교육내용의 계속적인 반복학습으로 개념 학습을 한다면, 기본 개념 학습으로 새로운 지식을 생산할 수 있다(엄태동, 2004; 유광찬, 2008). 학년이 올라가면서 여전히 동일한 개념과 원리를 배우지만 그것을 좀 더 깊이 있고 치밀하게 배우기 위해 학습자의 지적 발달에 맞추어 기본 개념이나 원리를 양적인 팽창과 질적인 심화를 추구하는 나선형 교육과정은 유전 개념 학습에 적절하다고 본다(교육인적자원부, 2000). 그리고 그 적용은 상대밀도와 관련성 점수가 높은 상위 개념들을 바탕으로 상대밀도와 관련성 점수가 낮은 하위 개념들을 제시한다면 학생들의 이해를 도울 수 있을 것으로 사료된다.

그리고 염색체와 체세포분열 영역에서 개념 근접성이 증가되는 개념들을 보면, 모두 학습 시 함께 제시되는 개념들임을 알 수 있다. 염색체 영역의 경우 상동염색체와 상염색체, 성염색체의 개념이 함께 제시되고, $44+XX$ 와 $44+XY$ 의 개념이 함께 제시된다. 그리고 체세포분열의 경우 간기, 전기, 중기, 후기, 말기의 개념이 함께 제시된다. 이렇듯 학생들은 개념을 유목화하여 학습하기 때문에 이 개념들 간의 상대밀도와 관련성 점수가 더욱 비슷하게 나타나는 것이라 할 수 있다. 개념 학습 시 학생들이 개념을 유목화한다고 전제한다면, 개념 학습은 유목화 할 수 있는 개념의 형태로 함께 제시하고, 각 개념에 대한 정확한 설명으로 각 개념들의 공통점과 차이점을 알 수 있도록 개념 비교를 한다면 효과적인 개념 학습이 가능할 것이라 생각된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 9학년 학생들을 대상으로 수업을 통한 유전 개념의 생태 지위의 변화를 분석하였고, 그 결론은 다음과 같다.

첫째, 학습을 통해 유전 개념의 개념 다양성과 유전 개념의 개념간 근접성이 증가하였다. 수업 후 각 영역별 제시된 개념의 상대밀도는 감소하고 개념 다양성 지수가 증가하는 것을 볼 때, 학생들이 인지하고 있는 개념 다양성이 증가하였다고 본다. 수업 후에 제시된 각 개념의 밀도는 수업 전에 비해 증가하지만 상대밀도가 감소하는 것은 전체 개념의 수가 증가하였기 때문이다. 학생들이 제시하는 전체 개념의 수가 증가하여, 각 개념을 제시하는 수가 증가하더라도 상대밀도는 감소하게 되는 것이다. 또한 다차원 척도분석법을 통한 개념들 사이 유사성을 평가하는 기준으로 상대밀도와 관련성 점수를 사용하였다. 개념의 상대밀도와 관련성 점수의 차이가 감소하였기 때문에 개념 근접성이 증가되었다고 본다.

둘째, 학습을 통해 9학년 학생들의 유전 개념 간의 관련성이 증가하였으며, 개념의 분화가 일어나는 것으로 나타났다. 유전 단원을 학습한 후에 유전자, 체세포분열, 핵산의 구조 등과 관련된 개념들이 서로 간 관련성이 높게 나타났다. 또한 수업 전에는 제시되지 않았던 핵산, 당, 염기, 인산, 단백질, 모세포, 생장/생식, 복제, 세포, 핵막, 핵분열, 난할 등의 개념이 수업 후에는 나타나 학습을 통해 구체적인 개념으로 분화되고 있는 것으로 나타났다. 한편 학습을 통해 관련이 없는 개념은 빈도, 상대밀도가 감소하였다.

하지만 이 연구의 결론은 수업 상황을 제시하지 않은 상태에서 수업 전·후 개념의 생태 지위의 변화를 확인하였다. 일반적인 강의식 수업과 다르게 실험실습식 수업, 토의식 수업 등 여러 수업 형태에 따라 학습 효과의 차이가 발생할 수 있다. 예를 들어 강의식 수업을 하였을 때, 체세포분열 영역에서 분열 과정에 대한 개념들 중 관련성 점수와 빈도가 높은 중기의 개념이 실험실습식 수업에서 관찰되는 세포 수가 적기 때문에 관련성 점수와 빈도가 낮게 나타날 수도 있을 것이다. 그러므로 수업의 형태에 따라 개념의 생태 지위의 변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아볼 필요가 있다.

국문 요약

개념 생태에서 개념은 독립적으로 존재하는 것이 아니라 생태적 환경 하에 놓여 생태 지위를 차지한다. 생물학의 많은 개념들 중에서 유전 개념은 유전 단위 외에도 여러 단위와 관련되어 있으며, 유전 단위 내에서도 영역 사이의 개념 간 의존도가 높은 단위이므로 생태 지위적 접근을 통해 개념의 다양성과 개념 근접성을 분석하였다. 이를 위하여 9학년 학생 995명을 대상으로 하였다. 설문지의 설문 영역은 유전자, 염색체, 체세포분열, 감수분열로 4가지 유전 관련 개념을 대상으로 하였다. 설문지는 각 영역과 관련된 생물학적 개념이나 용어를 제시하게 하고, 제시한 생물학적 개념이나 용어를 각 영역과의 관련된 정도를 1에서 30의 점수로 표시하게 하였다.

9학년 학생들을 대상으로 수업을 통한 유전개념의 변화를 생태 지위적 접근 방법으로 분석하였다. 수업을 통해 전체 개념 수는 감수분열, 체세포분열, 염색체, 유전자 영역 순으로 모든 영역에서 증가하였고, 전체 개념 수의 증가로 인해 상대밀도는 감소하였다. 개념 다양성 지수는 감수분열, 체세포분열, 염색체, 유전자 순으로 모두 증가하였다. 그리고 학습 후 개념들의 상대밀도의 차이가 감소하였으며, 관련성 점수의 차이도 감소하여 개념 간 유사성이 증가하였다. 이 결과를 바탕으로 다음의 결론을 얻을 수 있었다. 첫째, 학습을 통해 유전개념의 개념 다양성이 증가하였다. 둘째, 학습을 통해 유전개념의 개념 근접성이 증가하였다.

참고 문헌

- 교육인적자원부(2000). 중학교 교육과정 해설. 대한교과서주식회사.
- 김미영, 이길재(2007). 생식과 유전 개념에 대한 고등학생들의 개념생태 분석. 한국생물교육학회지, 35(4), 678-692.
- 김영신(2009). 8학년 학생의 '자극과 반응' 단위 학습 전과 학습 후의 관련 생물학 개념의 분석. 한국생물교육학회지, 37(4), 459-472.
- 김우중, 강기훈(2009). 붓스트랩을 이용한 다차원 척도법의 효율성 연구. 한국데이터정보과학회지, 20(2), 301-309.
- 김현아, 이동준, 이준구(2006). 중학교 과학 교과서 생명의 연속성 단원의 개념 수준과 구성 체제 분석. 한국생물교육학회지, 34(3), 342-354.
- 김희백, 이성조, 김형련, 이선경, 강경미, 김성하(2002). 유전 개념의 이해를 위한 염색체 모형 이용 수업의 효과. 한국생물교육학회지, 30(3), 282-288.
- 박소정(2006). 고등학교 생물 I 유전 단위 교과서 내용의 비교분석. 경북대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이정란(2006). 유전 개념 학습에서 멘델의 법칙에 관한 개념 형성 요소 및 오개념 연구. 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 엄태동(2004). 브루너의 나선형 교육과정과 초등교육의 두 가지 양상. 초등교육연구, 15, 141-163
- 유광찬(2008). 교육과정의 이해. 교육과학사.
- 유도재, 김성혁(2005). 호텔 포지셔닝 분석에 있어 다차원척도법의 적용. 관광연구저널, 19(1), 99-111.
- 이호준, 변두원, 김창호(1998). 오대산 삼림식생의 중간친화력 및 서열분석. 한국생태학회지, 21(3), 291-300.
- 정재훈, 김영신(2011). 생태 지위적 접근을 통한 5학년의 광합성 개념 분석. 한국과학교육학회지, 31(4), 513-527.
- 조희형(1985). 고등학교 생물의 기본개념의 확인 및 결정. 한국과학교육학회지, 5(1), 11-17.
- 한준, 박찬웅(2001). 인터넷 사이트간의 관계구조와 생태구조: 인터넷 이용자들의 사회적 배경과 특성을 중심으로. 한국사회학, 35(3), 197-221.
- Borg, I., & Lingoes, J.(1987). Multidimensional similarity structure analysis. Springer, New York.
- BSCS(1995). Developing biological literacy: A guide to developing secondary and post-secondary biology curricula(2nd Ed). Kendall/Hunt Publishing Company. Colorado Springs.
- Finley, F. N., Stewart, J., & Yaroch, W. L.(1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. Science Education, 66(4), 531-538.
- Milne, G. R., & Mason, C. H.(1989). An

ecological niche theory approach to the measurement of brand competition. *Marketing Letters*, 1(3), 267-281.

Shannon, C. E.(2001). A mathematical theory of communication. *ACM SIGMOBILE Computing and Communications Review*, 5(1), 3-55.

Southerland, S. A., Johnston, A., & Sowell, S.(2006). Describing teachers' conceptual ecologies for the nature of science. *Science Education*, 90(5), 874-906.

Sternberg, R. J.(2005). *Cognitive psychology*, (3rd ED.). 김민식, 손영숙, 안서원(역). 서울: 박학사.

Strike, K. A., & Posner, G. J.(1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl, & R. J. Hamilton(Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*. Albany, NY:

Sate University of New York Press.

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

Tyler, L. K., Moss, H. E., Durrant-Peatfield, M. R., & Levy, J. P.(2000). Conceptual structure and the structure of concepts: A distributed account of category-specific deficits. *Brain and Language*, 75(2), 195-231.

Vandermeer, J. H.(1972). Niche theory. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 3, 107-132.

Venville, G., & Treagust, D.(1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1031-1055.