

대학생이 과학 관련 과제에서 사용한 분류 전략의 미시발생적 분석

최 현 동

공주대학교

A Microgenetic Analysis on the Classification Strategy Used in Tasks Related to Science by College Students

Hyun-Dong Choi

Kongju National University

ABSTRACT

Following a microgenetic design, this study was analysed the characteristic and the change of classification strategy that appear in college students' classification activity. The 4 tasks were developed for classification activity; a shell as a familiar real things, an animal fossil as a unfamiliar real things, a snow flake as a familiar picture cards and galaxy as a unfamiliar picture card. Achieved study to 6 college students who major in elementary education. Data were collected by interview with subjects, subject's classification schema, investigator's observation of subject's activity, and videotaped that record subject's subject classification process over an extended period of 6 times. Result proved in this study is as following. In the 6 times of the data collection procedures, a strategy F identifying concrete attribution of classification objects and a more detailed strategy X3 combining qualitative, spatial and dimensional attribution were found and more frequently used in both groups of college students which reported a classification process and did not report the process. While discovery and absorption of both a concrete classification strategy and a detailed classification strategy were rapidly developed in the reporting group, they were gradually developed in the non-reporting group. In addition to this, as the data collection procedures were progressing, the college students were familiar with change factors of classification tasks and in the case of pictures the classification strategy showed more desirable changes.

Key words : Microgenetic Analysis, classification activity, Classification Strategy

I. 연구의 목적과 필요성

분류능력의 배양은 과학 교육과정에서 학생들이 달성해야 할 기본적인 목표 중의 하나로 설정되어 있으며, 과학 탐구과정 요소로서 매우 중요하게 다루어지고 있다(AAAS, 1990; Kaur, 1973). 왜냐하면, 학생들은 분류학습을 통하여 개념들 간의 복잡한 차이를 간추리고 감소시킴으로써, 환경에 적절히 대처할 수 있고, 복잡한 인지적·행동적 노력 부담을 덜 수 있는 방법을 배울 수 있기 때문이다(임인숙, 1994; Millikan, 2000).

지금까지 분류에 관한 연구들은 대부분 학생들의

발달 수준에 기반하여 연령차를 강조하고, 대상의 수나 조건, 속성의 수나 조건을 고려하는 것이 대부분이었다(최현동 등, 2005; Ausubel, 1968; Bruner et al., 1967; Gagné, 1977; Lovell, 1971; Inhelder & Piaget, 1964; Sokal, 1980; Sutherland, 1992; Vygotski, 1987). 이들은 횡단적·종단적 연구 방법을 취하여 다양한 연령에서 분류 전략의 양적, 질적 측면에서 차이가 있다는 것을 보고하고 있다. 이러한 접근은 Piaget가 제시한 전통적인 단계적 발달 모델이나 Flavell이 제시한 대안적 발달 모형에 근거한 것으로 충분한 타당성을 갖는다(Bjorklund, 2005; Siegler, 1995).

* 교신저자 : 최현동(ajagoda@hanmail.net)

2011. 8. 17 (접수) 2011. 8. 24 (1심통과) 2011. 8. 26 (게재확정)

그러나 이러한 연구들은 학생들의 발달 단계를 단선적으로 파악하여, 학생들이 갖는 개념적 장애물이나 원인적 변인, 분류 변화의 경로, 속도 등에 대한 폭넓은 연구가 뒷받침되고 있지 못한 단점을 가지고 있다. 학습에서 일어나는 발달적 변화는 본질적으로 너무 빠르게 일어나고 복잡하며(Siegler & Chen, 1998), 연구자들이 떠올리는 것처럼 직접적, 논리적 경로에 의해 진행되지 않는다. 따라서 횡단적·종단적 연구 방법을 통하여 얻은 결과는 학생들의 분류 학습 과정과 그 변화에서 나타나는 차이를 이해하고, 검증하는 연구로서 한계를 갖는다(Kuhn, 1995; Schauble, 1996; Siegler & Stern, 1998).

이러한 한계를 만회하는 방법으로, 최근에 두 가지 연구 방법론이 인지적 변화를 연구하기 위해 제안되고 있다. 하나는 전략 사용에 대한 언어보고의 타당성이다. 과거에는 인지적 활동의 언어보고는 회의적으로 여겨졌다(최현동, 2008). 그러나 최근의 연구는 학생들과 성인들이 어떤 절차적 문제를 해결하면서 즉각적으로 하는 언어보고가 내용을 정확하게 기술한다고 보고하고 있다. 해결 시간과 오류 측정에서 집중되어 이루어진 증거를 살펴보면, 전략 사용에 대한 언어보고의 타당성이 있다(Ericsson & Simon, 1993).

다른 하나는 인지적 변화를 연구하는 미시발생적 연구 방법의 사용이다. 미시발생적 연구 방법은 미세한 유형의 정보를 획득하는 방법으로 제안된 것으로 인지적 변화에 대한 단계적 이해를 위해 필수적이라고 여겨진다(Siegler & Crowley, 1991). 미시발생적 연구 방법은 특정 변인의 발달과 직접적으로 관련된 경험을 집중적으로 제공하고, 밀도 높은 관찰을 실시하여 장기간에 일어나는 변화의 과정과 양상을 비교적 단기간에 밝혀내는 연구 방법일 뿐만 아니라 양적, 질적 데이터를 모두 얻을 수 있는 장점이 있다(Siegler & Chen, 1998; Siegler & Crowley, 1991). 이처럼 반복 시도 전략을 사용하는 미시발생적 연구 방법은 변화를 이해하기 위해 필요한 데이터를 미세한 유형으로 제공한다. 따라서 미시발생적 연구 방법은 인지적 성장을 특징지을 수 있고 빠른 사고의 이동을 추적할 수 있다. 미시발생적 연구 방법은 빠른 분류 과정 변화를 이해할 수 있도록 도움으로써, 분류 학습에 관한 다섯 가지 변화를 살펴보는 데 유용하다. 즉, 변화(change)의 경로(path), 비율(rate), 폭(breadth), 변산성(variability), 그리고 근원

(sources)을 조명할 수 있다(Siegler, 1995, 2006). 변화의 경로는 어떠한 전략을 학생들이 획득할 때의 문제 해결 접근 또는 연속적인 진행 과정이다. 변화율은 어떤 인지적 전략 변화의 타고난 점진성과 비약성에 관련된다. 즉, 학생들이 처음 새로운 전략을 사용하기 전의 시간·경험의 양 또는 새로운 전략을 일관되게 사용하는 시간·경험의 양이다. 변화의 폭은 전략의 일반화 정도 또는 수행에서의 변화와 관련된다. 변화의 변산성은 전략 변화에서 나타나는 개인차에 대한 정밀한 기술이다. 변화의 근원은 인지적 전략 변화를 일으키는 변화의 요인이다.

따라서 이 연구는 언어보고를 포함하는 미시발생적 연구 방법을 사용하여 대학생의 분류 전략이 변화해 가는 경로, 비율, 폭, 변산성, 그리고 근원을 알아보는 것을 목적으로 한다. 이 연구의 목적을 달성하기 위한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 대학생들의 분류 전략 변화의 경로는 어떠한가?

둘째, 대학생들의 분류 전략 변화의 비율은 어떠한가?

셋째, 대학생들의 분류 전략 변화의 폭은 어떠한가?

넷째, 대학생들의 분류 전략 변산성은 어떠한가?

다섯째, 대학생들의 분류 전략 변화의 근원은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구 대상은 중부권 소재 교원양성 대학교 4학년 6명이다. 이들은 모두 연구자가 연구 목적을 설명하였을 때, 연구 참여에 동의하는 지원자들이었다. 또한 이들은 모두 초등교육을 전공하는 대학생들이다. 이 연구에서 대학생들을 연구 대상으로 선정한 이유는 그들이 인지발달 단계의 완성 단계에 있으므로, 과제 수행 과정에서 떠오르는 자신의 생각을 말과 글로 잘 표현하여 귀납적 일반화가 가능하기 때문이다(van Someren et al., 1994).

연구에서 이루어진 1회기 분류 결과를 토대로 각 집단의 출발점이 비슷한 수준으로 분류 과정을 보고하는 집단(집단 Y)과 그렇지 않은 집단(집단 N)으로 임의 배정하였으며, 각각의 집단은 남 1, 여 2로

표 1. 대학생 연구 대상자의 기초 자료

학년	집단	이름	성별	전공
4	Y	서○○	여	초등교육
		최○○	남	초등교육
		유○○	여	초등교육
	N	안○○	여	초등교육
		이○○	남	초등교육
		송○○	여	초등교육

*집단 Y = 분류 과정 보고함, 집단 N = 분류 과정 보고 안함.

구성되었다(표 1).

2. 연구 절차

대학생들은 주어진 과제를 분류하기 위해 1주일 간격으로 5회기의 활동을 하였고, 마지막 6회기는 2달 후에 진행되었다. 따라서 학생들은 총 24차례의 분류를 하였다. 각 회기에 제시되는 과제의 조건은 표 2와 같다.

과제를 투입하기 전, 학생들에게 분류 체계를 완성하는 방법을 익히도록 하기 위해 ESS (1974)에서 발췌하여 만든 분류과제를 Kaur (1973)가 사용한 CST (Classification Skills Test)와 Ostlund (1992)의 과학 분류 체계에 맞게 2분법으로 분류하는 교육을 약 20분간 실시하였다. 2분 분류를 사용하는 이유는 3분 분류 이상으로 분류하는 것이 틀린 것은 아니지만, 2분 분류로 하는 것이 더 이점이 많다는 Howe와 Jones (1993)의 연구에 따른 것이다.

각 집단은 1/3씩 나누어, 과제 수행 순서를 달리 하였고, 순환적으로 사용하였다. 이러한 내용은 표

3에 자세히 나타나있다. 이는 과제의 학습효과나 이차 평가에 대한 분석의 오류를 줄일 수 있는 방법이다(Lohse, 1994).

대학생들의 모든 활동은 학교의 특수 교실을 이용하여 진행하였다. 그 교실은 학생들이 활동 중에 다른 사람들의 방해받지 않도록 일반 교실과 분리된 곳이다. 학생들이 분류 활동을 하며 분류 도식을 완성하는 동안, 학생들의 활동은 모두 비디오로 녹화되었다. 비디오로 녹화하는 이유는 학생들의 활동 과정을 더 잘 이해하기 위함이다.

3. 과 제

대학생들의 분류 전략을 분석하기 위한 도구를 개발하기 위하여 분류 전략에 관한 문헌을 고찰하였다. 문헌 고찰을 통하여, 개발된 분류 과제는 조개 껍데기, 동물 화석, 눈결정, 은하이다. 이후로는 조개, 화석, 눈결정, 은하로 칭한다.

이들 과제는 유목화, 범주화, 분류 등의 선행연구들을 참고하여 분류 대상이 실물과 사진, 그리고 각각의 친숙한 정도에 따라 차이가 있다는 결과(이신현정, 2002; 관용과 이태연, 1996; Diesendruck et al., 2003; Jaschek & Jaschek, 1987; Smith & Medin, 1981)를 바탕으로 두 요인을 조합하여 완성되었다. 즉, 조개와 화석 분류 과제는 실물 자료이고, 눈결정과 은하 분류 과제는 사진 자료이며, 조개와 눈결정은 상대적으로 친숙한 과제이며, 화석과 은하 분류 과제는 상대적으로 생소한 과제이다.

과제의 친숙도는 상대적 성격을 지니고 있으며

표 2. 회기별 제시되는 과제의 조건

대 상	회 기					
	1	2	3	4	5	6
집 단 1	CE, CT	CTY	CTY	CTY	CTY	CTY
집 단 2	CE, CT	CT	CT	CT	CT	CT

*CE = 분류 교육, CT = 분류과제(4가지), Y = 분류 과정 보고.

표 3. 회기별 과제 제시 순서

집 단	회 기					
	1	2	3	4	5	6
1/3	조 → 화 → 눈 → 은	‘화’ 먼저	‘눈’ 먼저	‘은’ 먼저	‘조’ 먼저	‘화’ 먼저
1/3	은 → 눈 → 조 → 화	‘눈’ 먼저	‘조’ 먼저	‘화’ 먼저	‘은’ 먼저	‘눈’ 먼저
1/3	화 → 은 → 눈 → 조	‘은’ 먼저	‘눈’ 먼저	‘조’ 먼저	‘화’ 먼저	‘은’ 먼저

* 조 = 조개 분류, 화 = 화석 분류, 눈 = 눈결정 분류, 은 = 은하 분류.

표 4. 과제의 상대적 친숙도

대 상	과 제		
	n	조개 대 화석	눈결정 대 은하
대학생	20	100 : 0	70 : 30

로, 조개 대 화석, 그리고 눈결정 대 은하 분류 과제에 대하여, 본 연구 대상자들과 같은 수준의 대학생들을 대상으로 그림 자료를 제시하고 설문 조사하여 친숙도로 정의하였다(표 4).

각각의 과제들은 모두 11개의 항목으로 구성되어 있으며, 이 연구에서 사용한 각 과제별 특징과 예시를 간단히 요약한 것이 표 5이다. 각 항목을 11개로 구성한 이유는 초등학교 저학년의 분류 과제의 항목 수는 약 10~12개가 적당하다는 선행연구에 따른 것이다(최현동 등, 2005; Howe & Jones, 1993).

조개와 화석 과제는 각 항목을 구별하기 위한 고유 문자를 붙여서 피험자들에게 실물로 제시하였고, 눈결정과 은하 과제는 각 항목을 구별하기 위한 고유 문자가 왼쪽 상단에 있고, 날개로 비닐 코팅하여 피험자들에게 제시되었다. 눈결정 과제의 크기는 4 cm×4 cm이고, 은하 과제의 크기는 4 cm×3 cm이다. 각 과제의 크기는 시각적으로 보기 편하고, 4절 도화지 내에서 쉽게 이동조작이 가능하도록 고안하였다. 이는 피험자가 분류활동에만 집중할 수 있도록

도와주기 위함이다(최현동 등, 2005, 2006).

4. 자료 수집

이 연구에서는 자료 수집의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해서 비디오 녹화, 면담, 현장 관찰 기록지 등의 자료 삼각측정법(Cohen & Manion, 1985)을 이용하였다. 즉, 피험자의 과제 수행과정을 녹화한 비디오테이프, 피험자의 분류 도식이 기록된 분류 기록지, 연구자의 피험자 행동 관찰, 피험자와의 면담 내용을 서로 비교하였다. 따라서 수집된 자료에는 피험자의 활동, 피험자의 언어적·비언어적 행동, 피험자의 분류 결과, 연구자와의 면담 내용이 기록되었다.

5. 자료 분석

1) 전사

전사는 구간을 언어적 활동, 행동 내용, 시간으로 구분하여 정리하였다. 대학생 피험자들의 말은 서술적으로 표현되어 있으며, 이를 문장 단위로 구분하였다. 그들의 행동은 말과 일치하는 줄에 표시되었다.

각각의 전사 자료들은 정확성을 위해 신뢰도가 95% 이상으로 일치할 때까지 최소한 3회 이상 연구자가 직접 실시하였다. 여기서 신뢰도가 95% 이상

표 5. 과제 요약

분류 과제	예 시	특 징
조 개		실물 과제 : 구체적 특성 파악 가능, 친숙한 과제
화 석		실물 과제 : 구체적 특성 파악 가능, 생소한 과제
눈결정		사진 과제 : 한정된 특성만 파악 가능, 친숙한 과제
은 하		사진 과제 : 한정된 특성만 파악 가능, 생소한 과제

이라는 것은 연구자가 매회 전사한 내용에서 수정한 내용이 전체 분량 중 5% 이하가 될 때까지 실시한 것을 의미한다. 여기에서 비율은 전체 줄에서 수정한 줄의 수를 뜻한다.

2) 자료들의 통합

매 회기 분의 비디오 전사본과 현장 관찰 기록지, 분류 기록지의 분류 도식, 그리고 면담 자료의 결과는 하나의 자료로 통합되었다. 통합은 분류 기록지를 기본으로 하고 현장 관찰 기록 결과와 면담 자료를 적절한 위치에 배치하였다.

3) 코딩

연구자는 양일호와 최현동(2008)의 연구를 바탕으로 분류 전략의 코딩틀을 개발하여 피험자의 분류 도식을 중심으로 통합한 자료를 코딩하였다. 개발된 분류 전략의 코딩틀은 표 6과 같다.

코딩은 연구자와 이 연구의 목적을 잘 이해하는 과학교육 전문가 1인이 함께 하였다. 코딩 작업에 참여한 과학교육 전문가는 이 연구의 코딩틀을 개발하는 과정에서부터 참여하여 코드에 대한 정의가 의미하는 바를 잘 이해하고 있었다. 분석자간 신뢰도는 Kappa법(성태재, 2005; 조은미, 2005; van Someren et al., 1994)을 사용하여 계산하였다. Kappa 법은 프로토콜 분석의 신뢰도를 확보하는 방법으로 써 일치하는 코드들의 상대적인 비율로 신뢰도를

계산하는 방법이다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 분류 전략 변화의 경로

분류 전략 변화의 경로를 살펴 볼 수 있는 한 가지 방법은 분류 과제 해결에서 나타나는 다양한 전략의 빈도가 여러 회기에 걸쳐 어떻게 진행되는지를 확인하는 것이다. 또한 이러한 다양한 전략의 빈도 변화 추이를 통해서 대학생들이 우수한 전략으로 나아가는 방향도 추론할 수 있다.

그림 1의 대학생들의 회기별 전략 사용 변화는 실험적 조건 하에서 이루어진 두 집단의 빈도 변화율을 파악할 수 있도록 제시하였다. 그림 1에서 아래쪽에서 위쪽으로 올라가는 것은 검은 색에서 밝은 색의 차원으로 갈수록 구체적 속성을 파악하는 전략에서 추상적 속성을 파악하고, 그리고 2차 속성을 파악하는 전략을 사용한 것이다. 다만, 전략 K의 경우 맨 위에 위치하므로 잘 보이지 않기 때문에 가장 검은 색으로 표시하였다. 이러한 표상적 형식은 쉽게 데이터의 유형으로 보여 줄 수 있을 뿐만 아니라 상세한 분석을 가능하게 한다.

그림 1에 나타난 대학생들의 회기별 전략 사용 변화에서 일반적 경향을 찾아보았다. 먼저 1회기에 서, 두 집단의 모든 대학생들은 사전 검사와 마찬가지로

표 6. 분류 전략의 코딩틀

분류전략	세부전략	정 의
전략 F	F0	세부특정만을 고려하여 분류하는 전략
	F1	세부특징과 양적 속성을 결합하여 분류하는 전략
	F2	세부특징과 공간 속성을 결합하여 분류하는 전략
	F3	세부특징, 양적 속성, 그리고 공간 속성을 결합하여 분류하는 전략
전략 R	R0	무선 영역만을 고려하여 분류하는 전략
	R1	무선 영역과 양적 속성을 결합하여 분류하는 전략
	R2	무선 영역과 공간 속성을 결합하여 분류하는 전략
	R3	무선 영역, 양적 속성, 그리고 공간 속성을 결합하여 분류하는 전략
전략 A	A0	추상적 이미지로 변환된 것만을 고려하여 분류하는 전략
	A1	추상적 이미지와 양적 속성을 결합하여 분류하는 전략
	A2	추상적 이미지와 공간 속성을 결합하여 분류하는 전략
	A3	추상적 이미지, 양적 속성, 그리고 공간 속성을 결합하여 분류하는 전략
전략 S	S0	2차적 속성만을 고려하여 분류하는 전략(다른 질적 속성과 결합 가능)
	S1	2차적 속성과 양적 속성만을 결합하여 분류하는 전략(다른 질적 속성과 결합 가능)
	S2	2차적 속성과 공간 속성만을 결합하여 분류하는 전략(다른 질적 속성과 결합 가능)
	S3	2차적 속성, 양적 속성, 그리고 공간 속성을 결합하여 분류하는 전략(다른 질적 속성과 결합 가능)
전략 K		분류 대상이 가진 내부 속성 이외의 관련지식을 표상하여 분류하는 전략

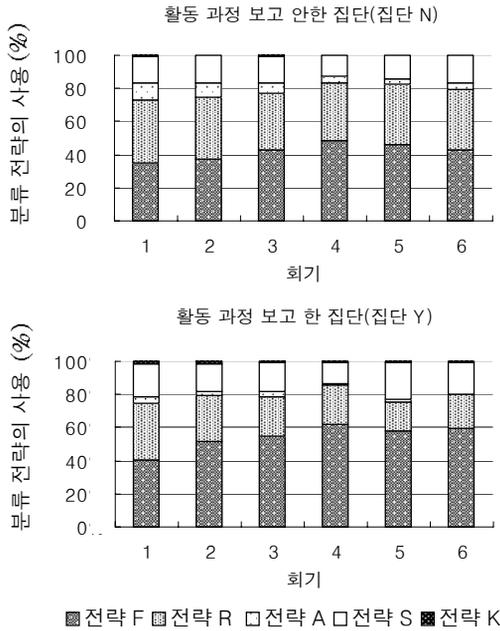


그림 1. 회기별 분류 전략의 사용

지로 처음 분류 과제를 접하게 되었고, 그 결과도 전략 A와 전략 S에 차이가 있을 뿐, 전체 5가지 분류 전략의 사용에 있어서 거의 유사한 순서의 비례 관계를 나타내고 있다. 다음으로 1회기에서의 두 집단의 유사성은 2회기부터 큰 폭으로 변화를 나타낸다. 이러한 변화의 경로는 전략 F는 증가하며, 전략 R은 감소하고 있다. 또한 전략 A와 전략 S는 뚜렷하게 감소한 것으로 나타나지만 전략 K는 큰 변화를 확인하기 어렵다.

이제 구체적으로 대학생들의 분류 전략 변화의 경로를 찾아보자. 먼저 1회기에서 두 집단이 행한 결과가 동질성을 가지고 있는지 판단하기 위해, 대학생들의 분류 전략별 Mann-Whitney 검증을 실시하였다(표 7).

표 7은 1회기에 나타난 대학생 집단 Y와 집단 N의 분류 전략별 사용에 대하여 통계적으로 유의미

한가를 검증한 것이다. 이 값을 정규분포에 근사적으로 접근시켜 계산한 결과 양측 검증에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않고 있다. 즉, 집단 Y와 집단 N의 대학생들이 1회기에서 사용한 각 분류 전략은 유사하다고 판정할 수 있다.

다음으로 2, 3, 4회기를 거치는 동안, 두 집단의 대학생들은 거의 유사한 진행 방향을 나타냈다. 즉, 전략 F가 점차 늘어나고, 전략 R은 점진적으로 줄어들고 있으며, 전략 A는 크게 줄어들고, 전략 S도 줄어들고 있다. 전략 K는 매우 국소적으로 사용되었기 때문에 설명하기가 곤란하다. 또한 이러한 경향은 분류 과정을 보고한 집단에서 더 빨리 진행되었다.

이러한 경향성이 통계적으로 유의미한지를 표 8에서 알아보았다.

표 8의 전략 F에 대한 1회기와 회기별 대응은 4회기 이후부터 통계적으로 유의미하게 향상되었다는 것으로 뒷받침한다. 따라서 대학생들이 4개의 과제에서 사용한 분류 전략의 1회기와 회기별 전략 F와 전략 A의 변화는 발전적인 변화의 경로를 추론할 수 있는 충분한 자료가 된다. 즉, 대학생들이 이미 가지고 있었지만, 분류를 계속할수록 점점 전략 F를 많이 사용한다는 것과 전략 A를 적게 사용한다는 것은 분류 전략이 향상됨에 따라 분류 대상을 추상적인 이미지로 변환하기보다 분류 대상의 세부특징을 파악하며 분류한다고 할 수 있다.

여기서 가장 주목할 점은 회기가 진행될수록 두 집단 모두에서 나타난 전략 F의 향상과 전략 A의 퇴보이다. 비록 5, 6회기에서는 전략 F가 4회기보다 줄어들었지만, 반복 시도를 통한 미시발생적인 연구 방법을 수행한 선행 연구들은 회기가 거듭될수록 새로운 발견과 설명 등 깨달음을 가진다고 보고하고 있기 때문이다(Kuhn et al., 1995; Siegler, 1988; Siegler & Engle, 1994; Siegler & Stern, 1998). 따라서 두 집단 모두에서 회기가 진행할수록 나타나는 전략 F의 향상과 전략 A의 퇴보라는 경향성은 전략 F

표 7. 1회기에 나타난 분류 전략별 Mann-Whitney 검증(n = 12)

분류전략	집단 Y 평균 순위	집단 N 평균 순위	Mann-Whitney 의 U	Wilcoxon의 W	p-value
F	12.75	12.25	69.00	147.00	0.86
R	11.54	13.46	60.50	138.50	0.50
A	10.83	14.17	52.00	130.00	0.18
S	12.92	12.08	67.00	145.00	0.77
K	13.00	12.00	66.00	144.00	0.54

* 사례 수(n) = 대학생의 수(3) × 과제의 수(4), *p<0.05.

표 8. 분류 전략 F와 A에 대한 1회기와 회기별 대응표(n=24)

분류 전략	(I)회기	(J)회기	평균차(I-J)	p-value
F	1회기	2회기	-0.63	0.30
		3회기	-0.96	0.11
		4회기	-1.50*	0.01
		5회기	-1.21*	0.48
		6회기	-1.13	0.64
A	1회기	2회기	0.21	0.32
		3회기	0.29	0.17
		4회기	0.49*	0.03
		5회기	0.42*	0.05
		6회기	0.50*	0.02

* 사례 수(n) = 대학생의 수(6) × 과제의 수(4), *p<0.05.

가 다른 전략보다 분류 활동에서 우수한 전략이며 전략 A는 열등한 전략이라는 사실을 간접적으로 알 수 있다.

그러나 5회기 이후 발전된 전략으로 진행하던 상황이 두 집단 모두에서 쇠퇴하는 경향을 나타낸다. 집단 Y의 경우 전략 S가 전략 R을 대신할 정도로 그 폭이 크게 늘어난 것을 볼 수 있으며, 60% 이상 높게 이루어지던 전략 F가 60% 이하로 떨어지는 양상이 나타난다. 또한 집단 N의 경우도 전략 F가 소폭 하락하고, 전략 S와 전략 R이 소폭 증가하는 모습을 볼 수 있다.

6회기까지 발전적인 전략 사용이 지속되는 된다는 것은 특별하다고 평가받을 수 있다. 왜냐하면, 1회기부터 5회기와 달리 6회기는 두 달 후에 진행되었기 때문이다. 6회기에서 대학생들은 발전된 분류 전략이라고 여겨지는 전략 F를 4회기처럼 많이 사용하지는 못하였지만, 처음 분류 과제를 접했던 1회기보다 두 집단 모두 많이 사용하였다.

집단 Y가 집단 N과 비교하여 더 많이 전략 F의 향상이 이루어지고, 전략 A가 더 많이 쇠퇴하고 있다는 점은 중요하다. 그것은 분류 과정 보고의 유무에 따라 발전적인 변화가 나타난다고 할 수 있기 때문이다. 분류 활동 보고를 한 집단(집단 Y)의 대학생들은 활동 보고를 하지 않은 집단(집단 N)보다 훨씬 높은 전략 F를 사용했다. 두 집단 모두 4회기에서 가장 자주 전략 F를 선택하였다. 두 집단의 차이가 가장 크게 벌어진 회기는 6회기로, 2달 동안의 기간이 지났음에도 불구하고 다른 회기보다 그 격차는 훨씬 많이 드러난 것을 확인할 수 있다. 따라서 반복되는 과제의 분류하는 것은 분류 전략의 긍정적인 향상을 가져오며, 분류 활동 보고를 통하여

장기간 분류 전략의 향상을 기할 수 있다.

이제 우리는 분류 전략에서 전략 F가 다른 전략들보다 우월한 전략이라고 설명할 수 있는 증거를 얻었다. 그렇다면 세부 전략에서 대학생들은 어떤 전략을 더 효과적인 전략이라고 생각하고 있을까? 전형적인 규칙학습 실험에서 발견되어진 사실은 속성의 연결 구조에 따라 더욱 정교하고 정확한 분류 전략을 실행하리라는 추론을 가능하게 한다.

그림 2에 나타난 대학생들의 회기별 세부 전략의 사용에서, 대학생들은 두 집단 모두에서 가장 복잡한 속성들의 결합인 세 가지 속성의 결합을 나타내는 전략 X3을 습득해 나가는 것이 발전적으로 나타나 있다. 그러나 이러한 발전적 사례들은 분류 과정을 보고한 집단(집단 Y)에서 분류 과정을 보고하지 않은 집단(집단 N)보다 더욱 향상되어 나타나는 모습을 나타내고 있다.

집단 N에서는 전략 X3이 점진적으로 향상되다가 3회기를 기점으로 다시 감소하고, 6회기에서 다시 향상되는 양상을 나타낸다. 그러나 전략 F2와 전략 F1은 약간 다른 양상을 나타낸다. 전략 F2는 비교적 일정한 수준을 유지하다가 4회기에 감소하며, 5회기에 다시 늘어나고, 6회기에서 크게 늘어난 모습을 보이고 있다. 또한, 전략 F1은 1회기보다 2회기에 감

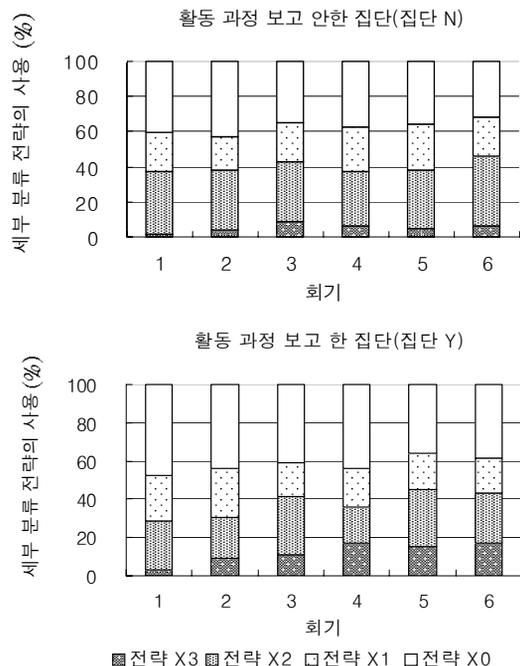


그림 2. 회기별 세부 분류 전략의 사용

소했고, 3회기부터 점진적으로 늘어나지만, 6회기는 다시 1회기의 수준으로 돌아갔다. 전체적으로 회기가 진행되어 갈수록 세부 전략 X3, X2, X1을 합한 폭은 점진적인 향상으로 나타났다.

집단 Y에서는 전략 X3의 두드러진 향상을 볼 수 있다. 이러한 경향은 5회기에 다소 줄어들지만, 6회기에 다시 4회기 수준을 회복하였다. 전략 X2와 전략 X1을 다른 양상으로 진행되었다. 전략 X2는 3회기와 5회기에 크게 늘어나있지만, 4회기에 대폭 감소되어 나타났다. 전략 X1은 2회기에 증가하였으나 다른 회기에서는 대체로 1회기보다 감소되어 나타났다. 그러나 전체적으로 회기가 진행되어 갈수록 보다 정교한 전략 X3, X2, X1을 합한 폭은 점진적인 향상으로 나타났다.

비록 분류 전략에서와 같이 세부 분류 전략에서는 통계적으로 유의미한 차이를 드러내지는 않았지만, 두 집단이 나타내는 세부 전략 X3의 향상과 X0의 감소는 변화는 전략 X3이 다른 전략들보다 우수한 전략이며, 전략 X0은 열등한 전략이라는 것을 나타낸다고 할 수 있다. 이러한 결과는 단일 속성 결합 전략보다 복잡한 속성 결합 전략이 더 우수하다는 것을 나타낸다고 할 수 있다.

전략 X1과 X2를 합한 값은 일정 수준을 유지하고 있는데, 이는 두 전략이 X0과 X3의 가운데 위치하여 절충적인 역할을 담당하기 때문인 것으로 판단된다. 이러한 측면은 집단 Y의 3회기에서 두 전략의 사용이 크게 증가한 후, 회기 4에서 급격히 전략 X3이 증가한 것으로 증명된다. 또한, 두 집단 모두에서 전략 X2가 전략 X1보다 점진적인 향상으로 나아가는 것을 볼 수 있다.

따라서 대학생들은 전략 X3, 전략 X2, 전략 X1, 전략 X0의 순서로 우수하며, 우수한 방향으로 변화의 경로를 갖는다고 추론할 수 있다. 이는 대학생들이 회기가 지날수록 분류 대상이 갖는 단일 질적 속성보다는 질적 속성과 양적 속성, 공간적 속성들을 결합하는 전략을 습득하였다고 평가할 수 있다.

Amsterlaw와 Wellman (2004)과 Flynn 등(2004), Miller와 Aloise-Young (1995)에 의한 연구에서는 연구의 말기에 빈도 변화가 두드러지게 나타났고, 여러 가지 접근이 나타났다. 그러나 이 연구에서는 분류 전략 F가 초기에 발견되고 4회기까지 점진적으로 향상되었고, 5회기부터는 다소 침체되는 양상을 나타냈다. 이는 이 연구에서는 동일 과제가 반복적

으로 6회기까지 실행되었기 때문에 대학생들이 다소 흥미가 반감된 영향에 따른 것으로 판단된다.

2. 분류 전략의 변화율

대학생들은 발전된 전략이라고 판단되는 전략 F와 전략 X3을 발견하고 사용하지만, 다른 전략들도 병행하여 사용한다. 그들은 점진적으로 전략 F와 전략 X3을 많이 사용할 뿐이다. 기대한 것처럼, 반복적으로 분류 과제를 행한 두 집단은 분류 전략의 향상을 가져왔고, 전략의 변화율은 분류 과정을 보고한 집단에서 분류 과정을 보고하지 않은 집단보다 더 빨랐고 더 큰 폭으로 증가하는 양상을 나타냈다.

그림 1에 나타난 대학생들의 회기별 전략 사용 변화에서 보는 것처럼, 분류 과정을 보고한 집단에서는 4회기에는 전체 전략 사용량의 60%가 넘을 정도로 전략 F를 사용하였으며, 상대적으로 약한 전략 A와 전략 S는 큰 폭으로 줄어들었다. 이러한 분류 전략의 변화는 분류 과정을 보고하지 않았던 집단에서도 마찬가지로 나타난다. 그들의 사용률은 45% 정도에 그치고 있지만, 1회기에서 40%를 넘지 못했던 것에 비하면 향상된 것이라고 할 수 있다.

이러한 결과에서 더욱 고무적인 것은 6회기에서도 일정한 변화율이 반영되어 나타났다는 것이다. 집단 Y에서는 5회기보다도 6회기에서 전략 A의 사용률이 늘어났으며, 그 사용률은 60%에 가까웠다. 집단 N에서는 전략 F의 사용률이 3회기의 수준에 그치고 있지만, 비효과적인 전략인 전략 S와 A가 1회기와 비교해서 크게 줄어든 양상을 나타낸다(그림 2). 이러한 연구 결과는 분류 활동에서 반복적인 과제 제시와 분류 과정에 대한 보고하는 과정은 효과적인 분류 전략을 활성화시키고, 비효과적인 분류 전략을 억제시키는 효과가 있다는 근거가 된다.

그림 3에 나타난 것은 대학생들이 상대적으로 우월한 전략으로 선택한 전략 F의 두 집단에서 나타나는 향상 정도를 비교한 것이다. 처음 회기보다 나중 회기로 갈수록 전략 F는 점진적으로 향상되어 나타나는데, 집단 Y가 집단 N보다 그 향상이 더 크게 나타난 것을 알 수 있다. 이러한 향상은 회기 4에서 최대가 되고 있으며, 회기 5에서 소폭 하향하는 공통점을 드러낸다. 그러나 6회기에서는 분류 과정을 보고하였던 집단 Y는 우월한 전략이 다시 향상되어 나타난 반면, 분류 과정을 보고하지 않았던 집단 N은 점진 하향 추세를 드러낸다. 이러한 결과는 앞서

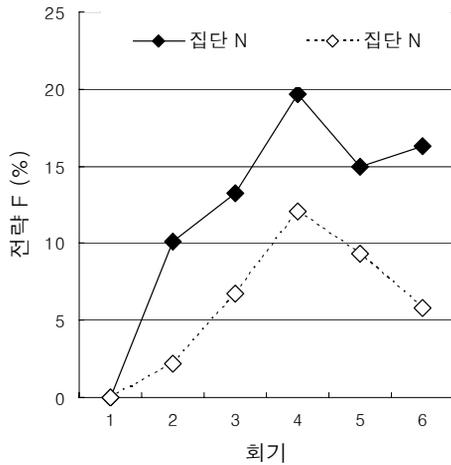


그림 3. 회기별 분류 전략 F의 향상 정도.

설명한 것과 같이 분류 과정을 보고하였을 때, 보다 효과적인 분류 전략을 습득할 수 있다는 것을 다시 한 번 증명한다.

그림 4에 나타난 것은 대학생들이 상대적으로 우월하게 사용한 전략 X3의 두 집단 사이에서 나타나는 향상 정도를 비교한 것이다. 그 변화율은 집단 Y에서는 4회기에서 최대가 되고, 집단 N에서는 4회기에서 최대가 된다. 특히 집단 Y는 항상 그 변화율이 집단 N보다 향상되어 나타난다. 그만큼 분류 과정을 보고하는 집단이 그렇지 않은 집단보다 분류 전략이 향상된다는 것을 드러낸다. 또한 4, 5, 6회기에는 그 변화율의 차가 일정 비율을 유지하면서 향상되어 있는 상태로 있다. 이러한 결과는 분류 과정을 보고하였을 때, 보다 효과적인 분류 전략을 습득할 수 있다는 것을 다시 한 번 증명한다.

변화율에 대한 개념은 2가지 유형으로 나누어서

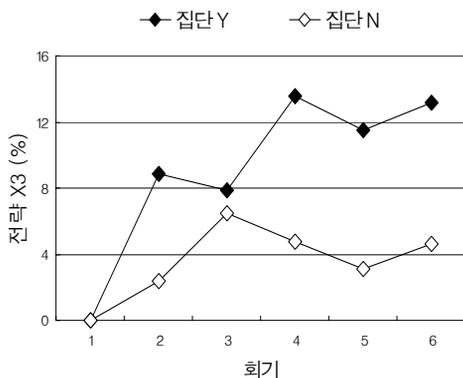


그림 4. 회기별 분류 전략 X3의 향상 정도

생각될 수 있다. 즉, 처음 새로운 접근이 처음 사용되기 이전의 시간·경험의 양(발견률)과 새로운 접근이 급격히 많이 나타나기 이전의 시간·경험의 양(흡수율)을 동시에 고려해야 한다(Siegler, 2006). 이 연구에서 대학생들의 새로운 접근에 대한 발견률은 초기의 발견률 이상으로 다음 회기동안 흡수율을 나타내는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 분류 과정을 보고한 집단에서 더 두드러지게 나타난다. 이는 실험적 조건의 차이가 변화의 발견율과 흡수율에 영향을 미친다는 결과와 일치하고 있다 (Opfer & Siegler, 2004).

Svetina(2002)의 매트릭스 완성 과제에서, 아동들은 새로운 전략을 발견하기 위해 평균적으로 50번의 시도가 요구되었지만, 이 연구에서 대학생들은 아주 빠른 시기에 새로운 전략을 발견하였고, 새로운 전략 사용을 유지하는 것을 알 수 있다.

3. 분류 전략의 변화 폭

분류 전략 변화의 폭은 과제의 맥락에서 어떤 한 가지 과제의 수행에서 획득한 우월한 전략이 다른 과제에도 반영되는가를 확인하여 설명할 수 있다. 이러한 점을 확인하는 것은 학습 활동에서 전략의 전이를 확인하는 것이다.

먼저 실물 과제로서 친숙성에 차이를 갖는 조개 과제와 화석 과제를 비교해보았다.

그림 5에는 대학생들의 조개 과제와 화석 과제에서 나타난 분류 전략의 변화가 집단별로 나타나 있다. 조개 과제에서, 집단 N에서는 우월한 전략 F가 점진적으로 향상되다가 5회기부터는 다소 약해지는 양상을 드러내고, 집단 Y에서는 2회기에서 큰 폭의 증가를 나타내고, 다시 5회기에서 큰 폭의 향상이 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한 두 집단은 2달 후에 진행된 6회기에서 감소 현상이 두드러지게 나타난다. 집단 N에서의 변화는 완만하고, 집단 Y에서의 변화는 상대적으로 가파르다. 그러나 두 집단은 일반적으로 조개 과제에서 전략 F의 긍정적인 변화가 이루어졌다고 평가할 수 있다.

조개 과제에서 나타나는 이러한 긍정적인 전략 F의 향상이 화석 과제에서도 마찬가지로 적용되는지를 알아보기 위해 그림 5 오른쪽의 화석 과제에서 나타난 분류 전략의 변화를 살펴보도록 하자.

집단 N에서는 우월한 전략 F가 점진적으로 향상되다가 5회기부터는 다소 약해지는 양상을 드러내

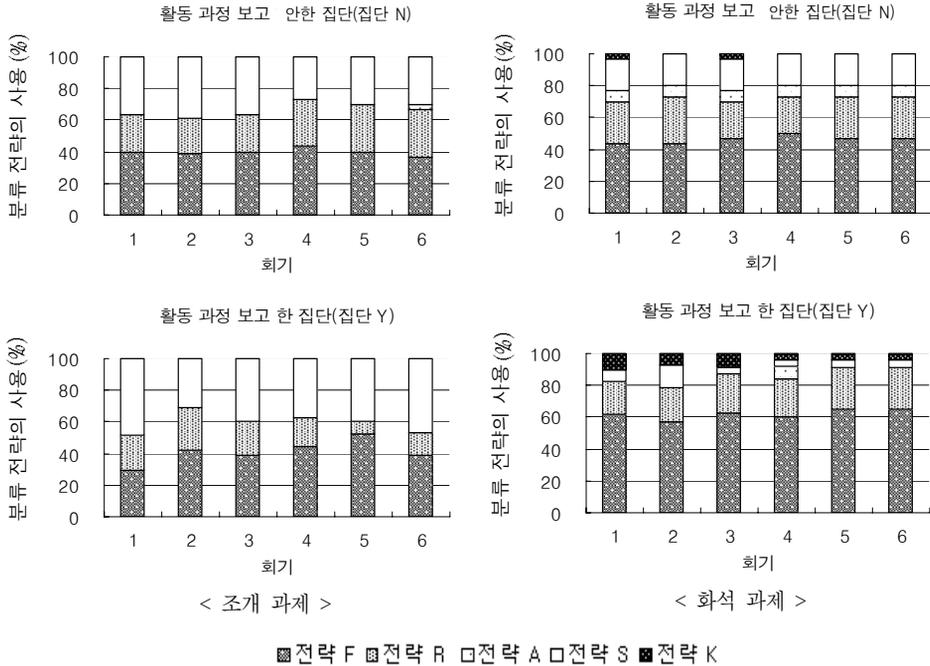


그림 5. 회기별 조개와 화석 과제에서 나타난 분류 전략

고, 집단 Y에서는 2회기에서 하락을 나타내고, 다시 증가하는 양상을 나타나는 것을 볼 수 있다. 집단 N에서의 변화는 조개 과제와 유사한 진행을 나타내지만, 집단 Y에서의 변화는 조개 과제와 많은 차이를 드러낸다. 또한, 두 집단은 조개 과제에서 6회기에 감소 현상이 뚜렷하였지만, 화석 과제에서는 일정 부분 변화가 유지된 상태를 보여준다. 이러한 화석분류 과제에서 나타나는 조개 과제와의 차이점은 분류 과정을 보고하지 않은 집단 N의 경우 오히려 자연스러운 학습과 발전이 반영되었다고 볼 수 있으며, 반대로 분류 과정을 보고한 집단 Y의 경우는 학습 조건이 실험적으로 갖추어져 나타났다고 평가할 수 있다.

다음으로 눈결정 과제와 은하 과제의 분류 전략 변화를 비교해보았다.

그림 6에는 대학생의 눈결정 과제와 은하 과제에서 나타난 분류 전략의 변화가 집단별로 나타나 있다. 먼저 눈결정 과제에서 집단 N을 살펴보면, 우월한 전략 F가 2회기에서 급격하게 상승하고, 다시 한번 4회기에서 큰 폭의 향상을 드러내었다. 그리고 5회기와 6회기에서는 일정 수준의 향상된 상태를 지속하는 양상을 드러낸다. 집단 Y를 살펴보면, 전략 F가 2회기부터 급격하게 상승하여 4회기에 최대가

되었다가, 5회기에 소폭 하락하며, 6회기에는 다시 크게 증가하여 나타났다. 특히 주목할 점은 1회기와 비교하여 다른 회기는 큰 격차를 나타내는 것이다. 이러한 눈결정 과제에서의 전략 변화의 양상은 조개 과제와 비슷하지만, 그 정도가 매우 크게 나타났다고 할 수 있다.

은하 과제에서, 집단 N에서는 우월한 전략 F가 2회기에 소폭 하락하였다가 점진적으로 향상되어 5회기에서 최대가 된다. 집단 Y에서는 점진적으로 향상하다가, 5회기에서 소폭 줄어드는 양상을 나타낸다. 집단 N에서의 변화는 눈결정 과제에서와 유사하다고 볼 수 있지만, 집단 Y에서의 변화는 눈결정 과제보다 완만한 진전이 나타내는 차이를 드러낸다. 또한, 은하 과제에서 두 집단은 모두 6회기에 전략 F의 감소 현상이 나타났다.

네 가지 과제에서 나타나는 분류 전략의 변화 양상을 분석해보면, 집단 N에서는 완만한 변화를 보이고, 집단 Y에서는 조개 과제와 눈결정 과제에서 큰 폭의 변화를 특징적으로 나타낸다고 할 수 있다. 집단 N에서의 변화는 앞서 설명한 것처럼, 반복 학습의 자연스러운 발전과 향상이라고 평가할 수 있으며, 집단 Y에서 나타나는 과제 간 차이점은 과제의 친숙성이라는 과제 특성이 반영된 결과라고 할

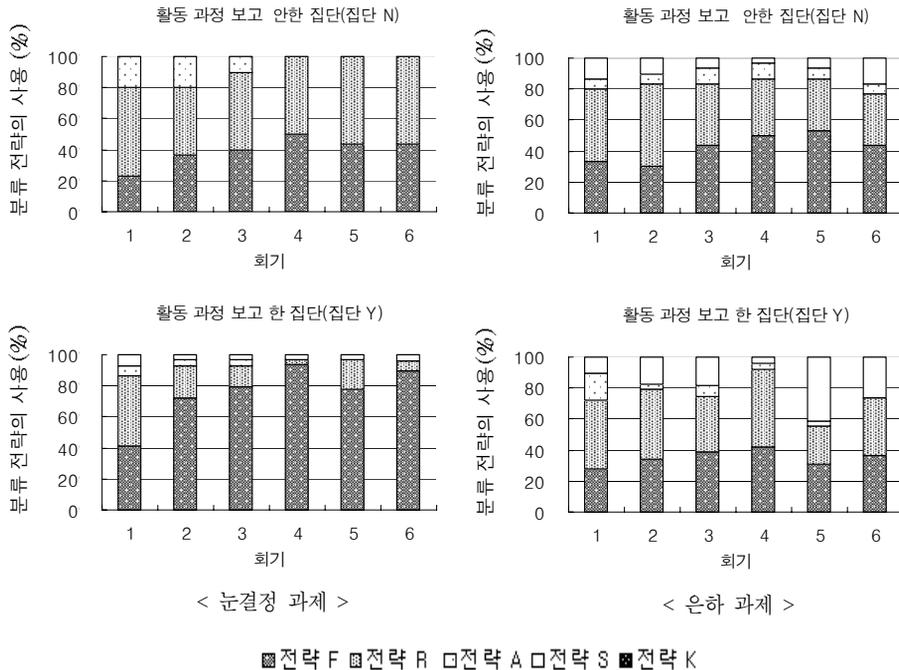


그림 6. 회기별 눈결정과 은하 과제에서 나타난 분류 전략

수 있다. 대학생들의 분류 학습에서 변화의 폭은 다른 과제에도 전이되어 나타난다고 평가할 수 있다. 즉, 대학생들은 한 가지 분류 과제에서 발전된 전략을 발견하고 활용하기 시작한다면, 다른 과제에도 적용할 수 있는 분류 능력을 갖게 된다고 평가할 수 있다.

4. 분류 전략의 변산성

미시발생적 연구에 의하여 드러난 단일 중심 현상에서 가장 중요한 것으로 평가받는 것은 학습의 변산성을 확인한 것이다(Coyle, 2001; Granott, 2002; Kuhn, 1995; Lee & Karmiloff-Smith, 2002; Siegler & Crowley, 1991). 지금까지 연구 대상자들이 가진 이러한 변산성을 확인하는 방법은 쉽지 않았다. 그러나 미시발생적 연구 방법에서는 반복 시도에 대한 평가를 통하여 이러한 변산성을 확인하고 있다. 이 연구에서는 대학생 내에서의 변화와 대학생 사이에서의 변화를 통하여, 대학생 분류 전략의 변산성을 알아보았다.

그림 7에는 연구에 참가한 대학생의 분류 전략의 변화가 회기별로 나타나 있다. 이를 개인별로 설명하면 다음과 같다.

먼저 안○○는 분류 과정을 보고하지 않았던 집

단에 속해 있었으며, 그녀의 분류 전략 F의 변화는 완만한 향상을 드러낸다. 비록 5, 6 회기에서 감소하는 것으로 나타나지만, 이전의 분석에서 살펴보았듯이 5회기에서의 감소 현상은 공통적으로 나타나는 현상이다. 이러한 특징은 집단 N의 일반적인 경향성과 동일한 것으로, 안○○는 회기 내에서 완만한 분류 전략 변화를 특징으로 한다고 할 수 있다. 또한, 전략 S의 경우는 전체 회기를 통하여 일정 수준을 유지하고 있음을 볼 수 있다.

다음으로 이○○도 자신의 분류 과정을 보고하지 않았던 집단에 속해 있었으며, 그녀의 분류 전략은 안○○의 전략 변화보다 더 큰 변화를 나타낸다. 회기를 거치면서, 전략 F의 변화는 크게 상승하여 나타나고, 2달 후에 진행된 6회기에서도 구체적 전략 F를 사용하고 있었다. 상대적으로 전략 R과 전략 A는 크게 줄어들고 있으며, 1회기와 3회기에서는 전략 K도 사용하였다. 또한, 전략 S의 경우는 안○○와 마찬가지로 전체 회기를 통하여 일정 수준을 유지하고 있음을 볼 수 있다.

이○○는 회기 내에서 다소 급진적인 분류 전략 변화를 특징으로 한다고 할 수 있다. 이러한 변산성은 학습의 가능성이 큰 것으로 평가할 수 있으며, 그러한 평가를 뒷받침하는 것으로 6회기에서 구체

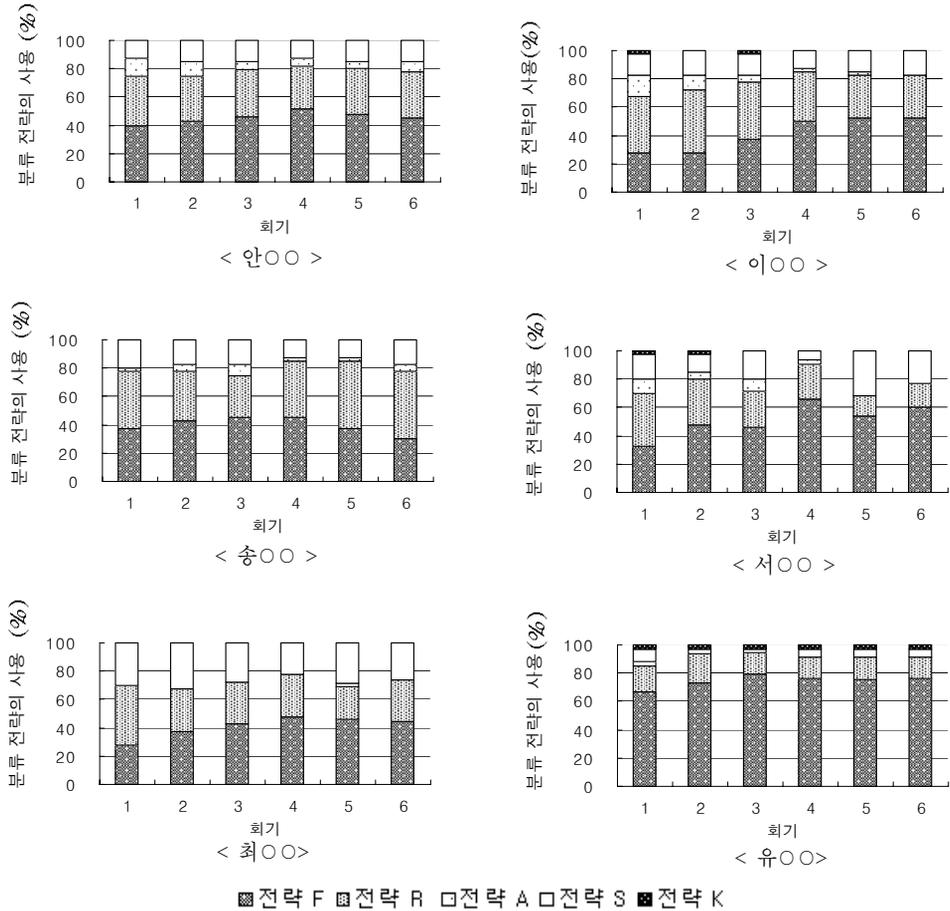


그림 7. 회기별 분류 전략의 변화

적 전략이 줄어들지 않고 남아있는 것은 학습이 이루어진 증거이다.

이어서 송○○ 대학생의 분류 전략의 변화를 살펴보았다. 송○○도 자신의 분류 과정을 보고하지 않았던 집단에 속해 있었다. 송○○의 분류 전략 변화를 살펴보면, 구체적 전략 F가 완만한 상승을 나타내다가, 5회기부터 다시 완만하게 하락하는 양상을 보이고 있다. 더 나아가 6회기에서 나타나는 전략 F는 1회기 때보다도 더 낮은 사용 정도를 보여준다. 또한, 전략 R보다 다소 덜 구체적 전략으로 평가할 수 있는 전략 A가 3회기까지 완만하게 상승하고 있으며, 6회기에 다시 늘어난 것을 확인할 수 있다. 이러한 전략 변화는 같은 집단에 속하였던 앞서의 두 대학생이 크게 다르며, 이것은 분류 학습에서의 개인차를 보여주는 것이라 할 수 있다.

다음으로 분류 과정을 보고 하였던 대학생들의 분류 전략 변화를 살펴보았다.

먼저, 서○○의 회기별 분류 전략 변화에서 크게 눈에 띄는 것은 2회기와 4회기에서 구체적 전략으로 평가할 수 있는 전략 F의 커다란 향상이다. 또한 전략 K가 1, 2회기에서 있었다가 3회기부터 사라진 것과 전략 S가 4회기에 큰 폭으로 줄어들었다가 5회기에서 다른 전략을 대체하면서 아주 큰 폭으로 다시 나타났다. 또한 5, 6회기에서는 전략 A가 전혀 사용되지 않았다.

서○○의 전략 변화의 변산성은 매우 큰 것으로 확인된다. 이러한 변산성에는 분류 과정을 보고해야 한다는 심리적 요인이 작용한 것으로 판단된다. 변산성은 불안정한 학습 활동의 신호로 평가 받으며, 이러한 갈등 상황의 활성화는 학습의 가능성으로 평가되고 있다(Stokes, 1995).

다음으로 서○○와 같은 집단 Y에 속하였던 최○○의 분류 전략 변화를 살펴보았다. 최○○은 서○○와 달리 구체적 전략 F가 완만한 상승을 나타낸

다. 그러나 전략 R의 경우에는 2회기에 큰 폭으로 줄어들고 있는 양상을 보이고 있다. 또, 전략 A는 전혀 사용되지 않다가 5회기에 갑자기 나타나며, 전략 S가 일정하게 감소하다가, 5회기에 다시 늘어나는 양상을 나타낸다. 6회기에서는 일정 수준의 구체적인 전략을 사용하는 것으로 나타난다. 최○○의 분류 전략 변화는 집단 N의 학생들보다는 급진적이지만, 서○○의 변산성보다는 다소 작은 것으로 평가할 수 있다.

마지막으로 그림 7에 나타난 유○○의 분류 전략 변화를 살펴보았다. 유○○는 다른 대학생들보다 1회기부터 전략 F를 많이 사용하였으며, 회기가 지날수록 상승하였고, 6회기까지 상당히 높은 수준으로 사용하고 있음을 알 수 있다. 또한, 일정 수준으로 매 회기마다 전략 K를 사용하고 있었고, 1회기에 나타났던 전략 A는 다른 회기에서 찾아볼 수 없으며, 전략 S의 경우도 1회기에 비해서 다른 회기에서 사용하는 정도가 극히 낮았다.

이 연구 결과를 토대로, 대학생들이 지향하는 분류 전략을 F, R, A의 순서로 나타낸다면, 유○○의 경우 상당히 높은 수준의 분류 전략을 보유하고 있으며, 그러한 능력은 회기를 거치면서 더욱 견고하게 다져진다고 평가할 수 있다. 유○○는 전체적으로 완만한 분류 전략 변화를 나타냈고, 그것은 초기에 유○○가 가졌던 안정적인 분류 전략에 기반한다고 할 수 있다.

이 연구에서 드러난 대학생들의 변산성은 서로 다른 사람 사이에서의 차이뿐만 아니라 한 사람 내에서 같은 시간에, 또는 동일한 문제 해결과 심지어 단일 시도에서 개인의 행동 내에서도 나타난다는 Siegler(2006)의 연구 결과와 맥락을 같이하고 있다.

5. 분류 전략 변화의 근원

변화의 근원은 변화와 관련된 생물학적, 환경적 등등의 다른 모든 측면을 반영한다고 할 수 있다. 기존의 연구에서는 연습, 피드백, 직접적 교수, 사회적 협동, 대상에 대한 설명 등에서 변화의 근원을 알아보았다(Parziale, 2002; Spencer et al., 2000).

이 연구에서는 대학생들의 분류 전략 변화의 근원을 알아보기 위해 두 가지 요인을 특별하게 구조화하였다. 첫 번째로, 과제 요인이다. 4가지 과제는 친숙성과 비친숙성, 그리고 실물자료와 사진자료를 조작적으로 대비시켜 분류 전략 변화의 근원을 추

적하고자 했다. 두 번째로, 분류 과정 보고의 요인이다. 분류 과정에 대한 보고를 하는 집단과 보고를 하지 않는 두 개의 집단으로 대학생들을 배치하여 그 결과를 알아보았다. 이 연구에서는 미시발생적 연구 방법을 사용하였기 때문에 반복적인 과제 투입을 통하여 대학생들의 변화 요인에 두 가지 요인이 반영되는지를 추적할 수 있었다.

앞서 제시했던 미시발생적 분석을 토대로 분류 전략 변화의 근원을 설명하고자 한다.

먼저, 4가지 과제의 요인은 대학생들의 분류 전략 변화의 근원으로 작용하였다. 예를 들어, 네 가지 과제에서 나타나는 대학생들의 분류 전략의 변화 양상을 분석해보면, 생소한 과제보다 친숙한 과제에서 발전적인 방향으로 분류 전략의 변화가 더 크게 나타나고, 실물 자료보다 사진 자료에서 발전적인 방향으로 분류 전략의 변화가 더 크게 나타나고 있다. 따라서 과제의 친숙성과 사진 자료는 분류 전략 변화의 근원이라고 평가할 수 있다.

다음으로 분류 과정의 보고 유무는 대학생들의 분류 전략 변화의 근원으로 작용하였다. 두 집단이 네 가지 과제에서 행한 분류 전략의 변화 양상을 분석해보면, 분류 과정을 보고한 집단은 발전적인 방향으로 분류 전략의 변화가 더 크게 나타났고, 분류 과정을 보고하지 않은 집단은 발전적인 방향으로 분류 전략의 변화가 완만하게 나타났다. 따라서 분류 과정 보고의 유무는 분류 전략 변화의 근원이라고 평가할 수 있다.

성숙과 경험은 어떤 특별한 경험적 상황과 관련된 경험이 없이도 실제적으로 많은 일반적 변화를 가져온다(Shimojo et al., 1986; Spencer et al., 2000). 이러한 일반적 변화는 상대적인 경험에 따라 다르다고 할 수 있다. 이 연구 결과에서 나타났듯이 일반적 수준에서, 자기-설명 학습자의 처리 깊이의 증가에 영향을 미친다고 판단된다(Siegler, 2006). 또한 선행 연구들은 과제 요인도 변화의 근원이 될 수 있다고 지적하고 있다(Opfer & Siegler, 2004).

IV. 결 론

이 연구는 대학생의 분류 전략을 미시발생적으로 분석하여 과제별, 집단별 분류 전략의 변화를 알아보는 것이다. 연구 결과를 바탕으로 결론을 내리려면 다음과 같다.

첫째, 분류 전략의 변화 경로는 회기가 진행할수록 세부 특징을 고려하여 분류하는 전략과 여러 속성을 결합하는 분류 전략이 다른 전략보다 많이 나타났으며, 이러한 분류 전략은 인지적 부담이 적은 우월한 전략이라는 것을 알 수 있다.

둘째, 분류 전략의 변화율은 분류 과정을 보고한 집단에서는 급진적으로 발전하였고, 분류 과정을 보고하지 않은 집단에서는 점진적으로 발전하였다.

셋째, 대학생들은 한 가지 분류 과제에서 발전된 전략을 발견하고 활용하기 시작한다면, 다른 과제에도 적용할 수 있는 분류 능력을 갖고 있었다. 즉, 분류 전략 변화의 폭이 과제에 미치는 영향은 매우 컸다.

넷째, 대학생들에게서 나타나는 분류 능력의 차이는 사람마다 다를 뿐만 아니라 한 사람이 같은 시간에, 또는 동일한 문제 해결과정에서도 다르게 나타났다. 즉, 대학생들의 분류 활동에서 나타나는 변산성은 매우 컸다.

다섯째, 대학생들은 생소한 과제보다 친숙한 과제에서 분류 전략의 변화를 더 많이 드러냈으며, 실물 자료보다 사진 자료에서 분류 전략의 변화를 더 많이 드러내었다. 또한 분류 과정을 보고한 집단은 분류 과정을 보고하지 않은 집단보다 분류 전략의 변화를 더 많이 나타냈다. 따라서 과제의 친숙성, 과제의 실제성 등 과제의 특성과 분류 과정의 보고 유무는 분류 전략 변화의 요인 중 하나이다.

참 고 문 헌

- 권용주, 최상주, 박윤복, 정진수(2003). 대학생들의 귀납적 탐구에서 나타난 과학적 사고의 유형과 과정. 한국 과학교육학회지, 23(3), 286-298.
- 성태제(2005). 타당도와 신뢰도. 서울: 학지사(pp. 154-163).
- 소광희(1994). 학문의 이념과 분류. 민음사(pp. 1-25).
- 신현정(2002). 개념과 범주화. 서울: 아카넷(pp. 1-114, 173-200).
- 양일호, 최현동(2008). 예비 초등 교사들의 분류 활동에서 나타난 분류 기준의 유형과 분류 전략의 특징. 초등과학교육, 27(1), 9-22.
- 이관용, 이태연(1996). 자극 유형이 범주화 방략의 선택에 미치는 영향: 언어 자극과 그림 자극을 중심으로. 한국심리학회지, 8(2), 303-316.
- 임인숙(1994). 유아의 인지양식과 분류개념과의 관계. 아동교육, 4(1), 158-183.
- 조은미, 김수일, 정진수, 권용주(2005). 생물 계통수 생성의 사고 과정 모형 개발. 한국생물교육학회지, 33(1), 13-22.
- 최현동(2008). 초등학생과 대학생이 과학 관련 과제에서 사용한 분류 전략의 미시발생적 비교 분석. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 최현동, 양일호, 권치순(2005). 초등학생 분류능력 발달의 경향성. 초등과학교육, 24(3), 281-291.
- 최현동, 양일호, 권치순(2006). 초등학교 6학년의 인공자극과 자연자극에 대한 분류 사고. 한국과학교육학회지, 26(1), 40-48.
- AAAS. (1965). SAPA (pp. 11-50). Washington, DC: author.
- AAAS. (1990). Project 2061: Science for all Americans (pp. 26-29). New York: Oxford University Press.
- Amsterlaw, K., & Wellman, H. A. (2004). Theories of mind in transition: A microgenetic study of the development of false belief understanding. Manuscript submitted for publication.
- Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology a cognitive view (pp. 2-20). New York: Holt Rinehart and Winston.
- Bjorklund, D. F. (2005). Children's thinking: Cognitive development and individual differences (4th ed.) (pp. 258-263). Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning, Inc.
- Bruner, J. S., Oliver, R. R., & Greenfield, P. M. (1967). Studies in cognitive growth (pp. 106-120). New York: John Wiley and Sons.
- Cohen, L., & Manion, (1985). Research methods in education (2th ed.) (pp. 120-125). London: Croom Helm.
- Coyle, T. R. (2001) Factor analysis of variability measures in eight independent samples of children and adults. Journal of Experimental Child Psychology, 78, 330-358.
- Diesendruck, G., Hammer, R., & Catz, O. (2003). Mapping the similarity space of children and adults' artifact categories. Cognitive Development, 18, 217-231.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). Protocol analysis: verbal reports as data revised edition (pp.1-106). London: The MIT Press.
- Elementary Science Study. (1974). Attribute games and problems. New York: McGraw-Hill.
- Flynn, E., O'Malley, C., & Wood, D. (2004). A longitudinal, microgenetic study of the emergence of false belief understanding and inhibition skills. Developmental Science, 7, 103-115.
- Gagné, R. H. (1977). The condition of learning (pp. 3-17). New York: Holt Rinehart and Wiston.
- Granott, N. (2002). How microdevelopment creates macrodevelopment: Reiterated sequences. backward transitions. Zone of Current Development. In N. Granott & J. Parziale (Eds.), Microdevelopment: Transition processes in development and learning (pp. 213-242). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Howe, A. C., & Jones, L. (1999). Engaging children in Science (pp.191-200). Macmillan Publishing Company.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1964). The early growth of logic in the child: Classification and Seriation (pp. 47-58, 100-150, 176-195, 197-215). London: Routledge.
- Jaschek, C., & Jaschek, M. (1987). The classification of stars (pp. 1-9). Cambridge University Press: New York.

- Kaur, R. (1973). Evaluation of the science process skills of observation and classification. Doctoral dissertation, University of Pennsylvania.
- Klauer, K. J., Willmes, K., & Phye, G. D. (2002). Inducing inductive reasoning: Does it transfer to fluid intelligence? *Contemporary Educational Psychology*, 27, 1-2
- Kuhn, D. (1995). Microgenetic study of change: What has it told us? *Psychological Science*, 6, 133-139.
- Lawson, A. E. (1995). Science teaching and the development of thinking. International Thomson Publishing.
- Lee, K., & Karmiloff-Smith, A. (2002). Macro-and micro-developmental research: Assumptions, research strategies, constraints, and utilities. In N. Granott & J. Parziale (Eds.), *Microdevelopment: Transition processes in development and learning* (pp. 243-265). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Lohse, G. L., Biolsi, K., Walker, N., & Herry, H. (1994). A classification of visual representations. *Communications of the ACM*, 37(12), 36-49.
- Lovell, K. (1971). The growth of basic mathematical and scientific concepts in children (5th ed.) (pp. 1-13). London: Unibools, University of London Press.
- Miller, P. H., & Aloise-Young, P. A. (1995). Preschoolers' strategic behavior and performance on a same-different task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 60, 284-303.
- Millikan, R. G. (2000). On clear and confused ideas: An essay about substance concepts (pp. 34-35). Cambridge: Cambridge University Press.
- Opfer, J. E., & Siegler, R. S. (2004). Revisiting preschoolers' living things concept: A microgenetic analysis of conceptual change in basic biology. *Cognitive Psychology*, 49, 301-332.
- Ostlund, K. L. (1992). Science process skills: Assessing hand-on student performance (pp. 1-50). Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Parziale, J. (2002). Observing the dynamics of construction: Children building bridges and new ideas. In N. Granott & J. Parziale (Eds.), *Microdevelopment: Transition processes in development and learning* (pp. 157-180). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Schauble, L. (1996). The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts. *Developmental Psychology*, 32, 102-119.
- Shimojo, S., Bauer, J., O'Connell, K. M., & Held, R. (1986). Pre-stere-optic binocular vision in infants. *Vision Research*, 26, 501-510.
- Siegler, R. S. (1988). Individual differences in strategy choices: Good students, not-so-good students, and perfectionists. *Child Development*, 59, 833-851.
- Siegler, R. S. (1995). How does change occur: A microgenetic study of number conservation. *Cognitive Psychology*, 28, 225-273.
- Siegler, R. S. (2006). Microgenetic analyses of learning. In D. Kuhn & R. S. Siegler (Ed.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception and language* (6th ed., pp. 464-510). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Siegler, R. S., & Chen, Z. (1998). Developmental differences in rule learning: A microgenetic analysis. *Cognitive Psychology*, 36, 273-310.
- Siegler, R. S., & Crowley, K. (1991). The microgenetic method - A direct means for studying cognitive development. *American Psychologist*, 46(6), 606-620.
- Siegler, R. S., & Engle, R. A. (1994). Studying change in developmental and neuropsychological contexts. *Current Psychology of Cognition*, 13, 321-350.
- Siegler, R. S., & Stern, E. (1998). A microgenetic analysis of conscious and unconscious strategy discoveries. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 377-387.
- Smith, E. E., & Medin, D. (1981). *Categories and Concepts* (pp. 25-45). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Sokal, R. R. (1980). Concept formation. In P. N. Johnson-Laird, & P. C. Wason (Eds.), *Thinking, readings in cognitive science* (pp. 1-14). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Spencer, J. P., Vereijken, B., Diedrich, F. J., & Thelen, E. (2000). Posture and the emergence of manual skills. *Developmental Science*, 3, 216-233.
- Sutherland, P. (1992). *Cognitive development today* (pp. 1-12). London: Paul Chapman Publishing.
- van Someren, M. W., Barnard, Y. F., & Sandberg, J. A. C. (1994). *The think aloud method: A Practical guide to modeling cognitive processes* (pp. 1-12, 29-48). San Diego, CA: Academic Press.
- Vygotski, L. (1987). *The collected works of L. N. Vygotski* (pp. 1-15). New York: Plenum.
- Wolfinger, D. M. (2000). Science in the elementary and middle school (pp. 75-84). Addison Wesley Longman, Inc.