

LOGO 프로그래밍을 이용한 초등학교 수학 규칙성의 학습효과 연구

김길현^o, 김갑수¹⁾
서울교육대학교 컴퓨터교육과
plainglass@hotmail.com, kskim@ns.seoul-e.ac.kr

Study on the Learning Effect of Mathematical Patterns Using LOGO Programming

Gil-Hyun Kim, kap-Su, Kim
Dept. of Computer Education, Seoul National University of Education

요 약

제 7차 교육과정부터 규칙성 영역의 학습이 도입되고 중요하게 다뤄지고 있지만, 학생들이 규칙성을 찾거나 도형 패턴을 나타내는 데 어려움을 겪고 있기 때문에, 본 논문에서는 규칙성을 LOGO 프로그래밍 언어를 통해 학습하고 그 효과를 분석하였다. 수학적 패턴의 유형은 생성방식에 따라서 ① 반복패턴, ② 대칭패턴, ③ 증가패턴, ④ 회전패턴, ⑤ 혼합패턴의 다섯 가지이다. 본 논문에서는 규칙성 영역에 대한 LOGO 수업의 효과를 분석하기 위해서, 각각 패턴에 대하여 평가 문항을 만든 후 수업전과 LOGO를 통한 수업 후에 평가를 실시하여 분석하였다. 사전평가 M 4.74에서 LOGO 수업을 실시 한 후에 평가에서 M 5.22로 LOGO 수업의 효과가 유의미($p < .05$, $p = 0.016$)하게 나타났다. 특히, 도형패턴에서 높은 향상도를 나타냈다.

1. 서 론

1.1 연구의 필요성 및 목적

수학과 '규칙성과 함수' 영역은 제7차 교육과정에서 처음으로 도입되었는데, 학생들이 패턴을 인식하고, 패턴을 찾고, 수학에서 발견한 패턴을 생활에 응용·적용함으로써, 수학의 생활화를 가능하게 하며, 모든 자연현상과 사회현상에서 규칙성을 발견할 수 있는 능력으로 발전될 수 있다.

수학과의 효과적인 학습을 위해서 컴퓨터 등 학습 도구를 활용한 수업이 요즈음 강조되고 있다. 수학에 공학적 방법을 도입한 대표적인 예가 LOGO 프로그래밍 수업이다. Piaget는 Piaget의 학습이론에 근거하여 학습자 스스로 문제 해결과 사고 능력을 개발할 수 있는 프

로그래밍 언어로 LOGO를 개발하였다. LOGO는 학습자 스스로 문제를 해결하고 오류를 수정하는 과정을 통하여 논리적인 사고력과 문제해결력을 길러 줄 수 있다. [1] 또, 제7차 교육과정을 살펴보면, 수학과와 효과적 학습을 위해 계산기와 컴퓨터를 수학 학습 도구로 활용하는 수학교육을 강조하고 있다. [2] 그러나, 지금까지 '도형'의 개념이나 성질을 이해하기 위한 LOGO 프로그래밍의 활용에 대한 연구는 활발히 이루어졌지만, '규칙성'에 대한 학습 도구로서의 LOGO 프로그래밍의 활용에 대한 연구는 미흡하다. 초등학교에서 '규칙성' 영역은 대부분 도형의 패턴(도형 옮기기, 뒤집기, 돌리기)에 대한 학습으로 구성되었다.

이에 본 논문에서는 초등학교 4, 5, 6학년의 수학 규칙성 영역의 학습을 위한 도구로 LOGO의 교육적 효과에 대해 살펴보려고 한다.

1.2 연구의 내용

1) 이 논문은 2005년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2004-041-B00506)

본 연구는 수학과 '규칙성' 영역에 대한 학습을 LOGO를 통해 실시한 이후에 그 효과를 분석, 검증하려고 한다.

본 연구의 주요 내용 및 방법은 다음과 같다. 첫째, 수학과 '규칙성' 영역의 내용체계 및 지도계열을 연구한다.

둘째, 수업 모형을 연구한다.
셋째, 실제 수업을 설계하고 실시한다.
넷째, 수업 전과 후의 평가 결과를 분석하고 LOGO의 교육적 효과를 검증한다.

2. '규칙성' 영역의 학습 내용

다음과 같은 준거에 의해 패턴의 유형화를 시도한다. 첫째, 어떤 방식으로 패턴을 생성하는가, 둘째, 어떤 속성으로 패턴화하는가에 따라 유형화한다. [3]

2.1 Pattern의 유형

1) 생성방식에 따른 패턴의 유형
패턴을 어떤 방식으로 패턴화하는가, 즉 패턴의 생성 방식에 따라서 살펴보면 다음과 같다.

- ① 반복 패턴
기본 단위나 기본 규칙이 변화 없이 그대로 유지되면서 반복되는 패턴
<예> 1, 2, 1, 2, 1, 2 ……
- ② 대칭 패턴
기본 단위나 기본 규칙이 대칭에 의해 만들어진 패턴
<예> ◁, ▷, ◁, ▷, ◁, ▷ ……
- ③ 증가 패턴
기본 단위나 기본 규칙이 증가되거나 변형되어 만들어진 패턴
(1) 일정량의 증가 패턴
<예> 1, 2, 3, 4 ……,
(2) 곱이나 제곱근의 증가 패턴
<예> 1, 2, 4, 8 …… 또는 2, 4, 16 ……
(3) 피보나치 패턴
<예> .1, 2, 3, 5, 8, 13 ……
- ④ 회전 패턴
기본 단위가 회전되어 만들어진 패턴
<예> ↑, →, ↓, ←, ↑, → ……
- ⑤ 복합 패턴

여러 가지 패턴이 복합적으로 구성된 패턴이다.

- 2) 속성에 따른 패턴의 유형
 - ① 관계적인 속성의 패턴
관계적인 속성, 즉 수열이나 함수를 기초로 하는 패턴
<예> 2, 4, 6, 8 ……,
 - ② 기하적인 속성의 패턴
도형의 성질이나 속성을 기초로 한 패턴
<예> □○○☆☆☆☆□□□□○○○○○ ……
 - ③ 물리적 속성의 패턴
물리적인 속성, 즉 색, 크기, 방향 등을 기초로 한 패턴
<예> □□■□■□■□■□■□■□□ ……

2.2 7차 교육과정의 '규칙성'영역의 내용체계

현행 7차 초등학교 수학과 교육과정에서 규칙성에 대한 단계별 지도내용을 다음과 같이 분석하였다. [2]

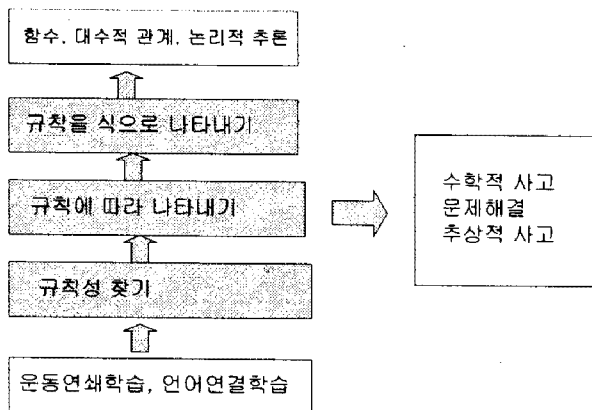
<표 1> 7차 교육과정 수학과 규칙성 영역의 내용체계

단계	학습 요소	활동 내용	단원명
1-가	반복	규칙적인 배열에서 규칙 찾기	3. 여러 가지 모양
1-나	반복, 증가	자신이 정한 규칙에 따라 배열하기 1~100의 수 배열표에서 규칙 찾기	1. 100까지의 수
2-가	반복, 증가, 반복+증가	다양한 변화의 규칙 찾기 1~100 수 배열표에서 뛰어 세는 규칙 찾기	1. 세자리수 3. 도형과 도형 움직이기
2-나	증가	곱셈표에서 여러 가지 규칙 찾기	1. 곱셈구구
3-가			
3-나	도형 옮기기, 뒤집기, 돌리기	규칙에 따라 여러 가지 부녀 꾸미기	3. 도형
4-가	반복, 증가	다양한 변화의 규칙을 수로 나타내고 설명하기	8. 문제 푸는 방법 찾기

		규칙을 추측하고 말이나 글로 표현하기	
4-나	대응	규칙과 대응	8. 문제 푸는 방법 찾기
5-가	도형 옮기기, 뒤집기, 돌리기	여러 가지 이동을 이용하여 규칙적인 무늬 만들기	2. 무늬 만들기
5-나			
6-가			
6-나	대응	규칙과 대응	7. 연비

2.3 '규칙성' 영역의 지도 계열

이재우는 1~6학년까지의 수학과 교육과정 지도계열을 분석하여 다음과 같이 '규칙성' 영역에 대한 지도 내용 계열을 제시하였다. [4]



<도표1> 규칙성 영역의 지도내용 계열 위의 지도내용 계열을 살펴보면 다음과 같은 특징이 있다. 먼저, 구체물을 통한 규칙성 찾기에 도형을 통한 규칙성 찾기로 또 식을 이용한 규칙성 찾기로 점차적으로 추상화된다는 점이다.

또, 규칙성에 대한 학습에서 규칙성을 이용하여 문제를 해결하는 것으로 점차 심화된다는 것이다.

3. '규칙성' 영역의 교수·학습의 실제

3.1 LOGO 프로그래밍의 활용

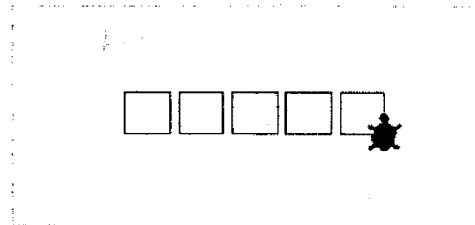
학생들이 수학을 딱딱하다고 느끼는 것은 수학 자체가 가지고 있는 논리성 및 형식성과

함께 정적인 언어 중심으로 구성되어있기 때문이다. 또한, 학습 현장에서 정확한 개념의 이해보다도 문제풀이 자체에 의존하여 답을 구하는데 주력함으로써 학생의 흥미를 끌지 못하고 있다.

이러한 수학교육의 문제점을 개선시키기 위한 방법 중 하나가 시각화이다. 논리적인 수학적 지식을 시각적 자료를 통하여 학습함으로써, 학생들이 스스로 눈으로 확인하게 하여 더욱 개념을 잘 이해하고 흥미를 이끌 수 있다. [5]

다음은 LOGO를 통한 규칙성 학습의 예시이다. 명령어의 패턴과 함께 시각적 도형패턴이 화면상으로 제시되어 학습의 흥미를 유발하고 각 패턴의 개념을 더 잘 이해할 수 있다.

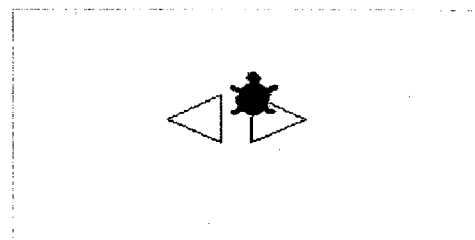
① 반복 패턴



<그림1> 사각형 반복패턴

반복 4 {가자 10 : 돌자 90}
거북 (12,0)
반복 4 {가자 10 : 돌자 90}
거북 (24,0)
반복 4 {가자 10 : 돌자 90}
거북 (36,0)
반복 4 {가자 10 : 돌자 90}
거북 (48,0)
반복 4 {가자 10 : 돌자 90}

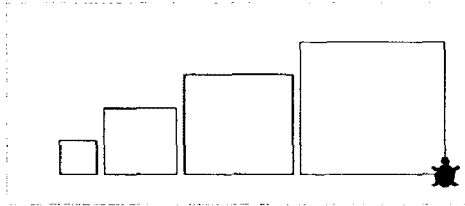
② 대칭 패턴



<그림2> 삼각형 대칭패턴

반복 3 {가자 10 : 돌자 120}
거북 (5,10)
반복 3 {가자 -10 : 돌자 120}

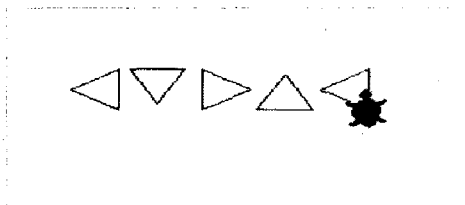
③ 증가 패턴



<그림3> 일정량 증가패턴

반복 4 {가자 10 : 돌자 90}
거북 (22,0)
반복 4 {가자 20 : 돌자 90}
거북 (54,0)
반복 4 {가자 30 : 돌자 90}
거북 (96,0)
반복 4 {가자 40 : 돌자 90}

④ 회전 패턴



<그림4> 삼각형 회전패턴

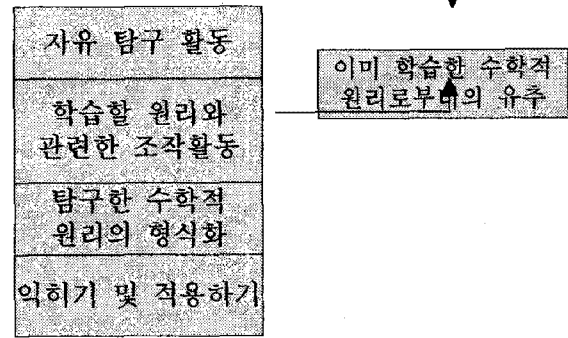
반복 3 { 가자 10 : 돌자 120}
거북 (12, 10)
돌자 90
반복 3 {가자 10 : 돌자 120}
거북 (15,10)
돌자 90
반복 3 {가자 10 : 돌자 120}
거북 (25,0)
돌자 90
반복 3 {가자 10 : 돌자 120}
거북 (45,0)
돌자 90
반복 3{가자 10 : 돌자 120}

3.2 교수학습 방법 : 원리 · 탐구 학습

원리 탐구 학습은 기초적인 수학의 원리, 법칙, 성질, 공식, 해결방식 등을 발견하는데 적용되는 학습유형이다. [6]규칙성과 함수'영역은 개념형성수업모형, 원리탐구 수업모형, 문제해결 수업모형 등 수학과 교수학습방법 중에서, 탐구를 통해 규칙을 발견하고 추론하여 형식화한 후 응용하는 형태의 원리탐구 수업모형이 가장 적절하다. [7]이는 [규칙성 찾기→규칙에 따라 나타내기→규칙을 식으로 나타내

기]의 규칙성의 지도 계열과도 일치한다.

<도표2> 원리 탐구 학습의 단계별 학습활동



1) 자유탐구활동

자유탐구활동 단계에서는 자유로운 조작활동, 자기 생각 발표, 생활 속에서 규칙 찾기 등의 활동을 한다. 예를 들어, 남녀 번갈아 자리를 정할 때, 여→남→여→남→여→()빈 칸에 들어갈 성별을 찾는 활동 등 생활 속에서 규칙성을 찾아보는 활동을 통해 흥미 있게 접근할 수 있다.

2) 학습할 원리와 관련한 조작활동

학습할 원리와 관련한 조작 활동은 수업에 가장 중요한 단계로, 규칙에 따라서 LOGO 프로그래밍 언어로 나타내는 단계이다. 주어진 규칙성에 따라서 프로그래밍 언어로 구성하고, 화면상에서 규칙을 확인할 수 있어서 더욱 효과적이다. 이때, 프로그래밍 언어에 대한 힌트를 교사가 제공하여 프로그래밍 언어에 대한 학생들의 부담을 덜어줄 수 있다.

3) 탐구한 수학적 원리의 형식화

탐구한 수학적 원리의 형식화는 찾은 규칙을 식으로 형식화하는 단계이다. □ = △+3처럼 대응식으로 규칙을 표현한다.

4) 익히기 및 적용하기

적용단계는 스스로 다른 패턴 만들어 보거나 더욱 심화된 내용으로 한 번 더 학습함으로써 배운 내용을 더 확실히 익힌다.

4. 교수 · 학습 과정안

■ 지도의 단계

수업을 진행하기 위해서, 먼저 선수 학습으로 1차시에는 LOGO의 가자, 돌자, 거북, 반복 명령어에 대하여 학습하고, 직접 실습하여

보았다. 2차시에는 LOGO를 이용하여 정삼각형, 정사각형, 정오각형, 정육각형, 원, 별 등 여러 가지 도형을 만들어보았다.

또한, 본 차시 학습을 마친 후에는 삼각형의 대칭 패턴을 이용하여 리본을 만들거나, 삼각형 4개의 회전 패턴을 이용하여 바람개비를 만드는 등 다양한 모양 만들기 활동을 할 수 있다.

<표2> LOGO 학습의 수업계열

	학습 내용	차시
1	LOGO 명령어 학습하기	1
2	LOGO를 이용하여 여러 가지 도형 만들기	2~3
3	LOGO를 이용하여 주어진 규칙에 따라 Pattern 만들기 - 반복, 증가 패턴	4~5
4	LOGO를 이용하여 주어진 규칙에 따라 Pattern 만들기 - 대칭, 회전 패턴	6~7
5	LOGO를 이용하여 창의적인 Pattern 만들기 - 리본이나 바람개비 모양 만들기	8

총 8차시의 수업 중에서 대칭 패턴에 대한 수업 지도안을 살펴보면 다음과 같다.

♣ 학습문제 : LOGO를 통하여 규칙성 학습하기 - 대칭 패턴

♣ 단원의 목표

이 단원의 교수 목표는 다음과 같다.

· LOGO에서 도형 뒤집기를 하여 나타낼 수 있다.

♣ 단원의 구성

단계	교수-학습 활동	
	교사	학생
자유 탐구 활동	남자와 여자로 번갈아 줄을 서 봅시다. 빈칸에는 누가 있어야 되나요?	(남-녀-남-녀 줄 서기)
	남-녀-남-□	- 녀
	◁의 대칭형태는 무엇일까요?	- ▷
	10의 대칭은 무엇일까요?	- (-10)
조작	◁ ▷ ◁ ▷는 무엇	- ◁ ▷

활동	이 반복되나요? LOGO에서 ◁를 그려 보자. ◁를 뒤집기한 모양으로 만들려면 어떻게 해야 할까요?	- 반복 3 (가자 10 : 돌자 120) - 가자 10을 (-10)으로 합니다. 반복 3 (가자 -10 : 돌자 120)
	형식화	●도형 뒤집기를 하여 나타내 보자. - ●○○○○●
의의 적용	스스로 다양한 형태의 대칭 패턴을 만들어 보자. 평가	- □■□■ - 1, -1, 1, -1 - Test 실시

5. 효과 검증

5.1 연구방법

1) 실험대상

본 연구는 서울시 송파구 ○○초등학교 6학년 1개 학급 학생 31명을 대상으로 삼았다. 이들 모두는 이번 수업을 통하여 LOGO 프로그래밍을 처음 접하였다.

2) 검증도구

평가지는 모두 5문항으로 출제되었는데, 패턴의 생성 방식에 따르는 5가지 패턴, 반복, 대칭, 회전, 증가, 혼합 패턴을 모두 포함하도록 하였다.

<표3> 평가 문제 내용과 유형

문항	평가 내용	문제유형
문항-1	반복패턴	규칙 찾기
문항-2	대칭패턴	도형뒤집기(규칙나타내기)
문항-3	회전패턴	도형돌리기(규칙나타내기)
문항-4	증가패턴	규칙 찾기
문항-5	증가패턴	대응식
문항-6	혼합패턴	규칙 찾기

3) 분석방법

본 연구는 먼저 전체 학생들을 대상으로 LOGO 학습을 하기 전에 규칙성 영역에 대한 사전평가를 실시하였고, LOGO에 대한 수업을 실시한 이후 다시 규칙성 영역에 대한 유사형

태의 평가를 실시하여, 두 시험의 결과를 검증하였다.

5.2 결과해석 및 논의

LOGO 수업을 하기 전 1차 시험 결과와 LOGO로 수업을 한 후 2차 그 결과는 아래 표와 같다.

<표4> LOGO 수업 전과 후의 오답자 수

문항	문항1	문항2	문항3	문항4	문항5	문항6
1차	0	2	16	2	14	5
2차	2	0	1	2	6	13

<표5> LOGO 수업 전과 후 성적 paired-t 검증

	평균(M)	분산(SD)	P
1차	4.74	1.26	0.016
2차	5.22	0.78	

LOGO 수업을 실시하기 전 평균 4.74에서 LOGO 수업을 실시 한 후에 평균 5.22로 LOGO 수업의 효과가 유의미($p < .05$, $p = 0.016$)하게 나타났다.

<표6> 학업성취향상도

문항	문항1	문항2	문항3	문항4	문항5	문항6
문제 유형	규칙 찾기	도형 대칭	도형 회전	규칙 찾기	대 응 식	규칙 찾기
향상도	0.93	1.06	2	1	1.47	0.69

($T = \frac{\text{측정값 평균의 차이}}{\text{표준오차}}$, $p < .05$)

{전체 학생수 - 2차 오답자수} / {전체 학생수 - 1차 오답자수}를 학업성취 향상도라고 한다. 표6을 살펴보면, 문항 2, 3, 5에서 뛰어난 향상을 보였다. 이는 문항의 종류가 도형에 관한 패턴일 때 LOGO 수업의 효과가 매우 높게 나타남을 의미한다.

6. LOGO 프로그래밍이 규칙성 학습에 미치는 시사점

규칙성 영역의 학습은 수학적 패턴학습 뿐 아니라 사회 과학 분야 규칙성까지 일반화될 수 있다는 점에서 매우 큰 의미를 갖는다. 그런데, 많은 학생들이 규칙성 학습에서 규칙성의 성질을 이해하지 못하거나 규칙의 전체 자료를 파악하지 못해 규칙성을 찾지 못하는 오류를 범한다.

LOGO 수업을 통해 수학과 규칙성 영역의 학습을 했을 때, 다음의 이점이 있다.

첫째, LOGO 수업을 통해 수학을 개념적이고 어렵게 공부하지 않고, 규칙성을 시각적으로 확인하면서 학습할 수 있어 학생들이 규칙성 학습성과 향상이 유의미하게 나타났다.

둘째, 도형 옮기기, 뒤집기, 돌리기 등 도형 패턴을 찾는데 LOGO 수업은 매우 효과적이다. LOGO를 통해 도형을 직접 옮기거나 뒤집거나 돌려보는 활동을 한 후, 실제 수학 문제 해결에서 높은 성과를 나타냈다.

이와 같이 LOGO를 통한 규칙성 학습은 그 효과가 유의미하게 나타났으며, 특히 초등학교 3, 5학년 과정에 나오는 도형 패턴은 그 효과가 매우 높았다. 또, LOGO 수업을 통해 프로그래밍에 대한 흥미를 가질 수 있으며, 논리적이고 창의적인 사고를 향상시킬 수 있다.

7. 참고문헌

- [1] papert, Teaching children thinking, Journal of Structural Learning, vol 4, 1975
- [2] 교육부, 제7차 수학과 교육과정 총론, 1997
- [3] 김상미, 수학적 패턴에 관한 학습 프로그램 개발 연구, 한국교원대학교, 1997
- [4] 이재우, 규칙성 영역의 지도 내용 계열 분석-제7차 초등학교 수학과 교육과정을 중심으로, 서울교육대학교, 2000
- [5] 최수정, 컴퓨터에 의한 수학교육에 관한 연구<Mathematica를 중심으로>, 중앙대학교, 2000
- [6] 오순임, '규칙성과 함수'영역의 교수·학습 방법 탐색, 부산교육대학교, 2002
- [7] 김다영, 발견학습 이론을 적용한 수학과 학습지도 연구, 숙명여자대학교, 2003
- [8] 백영균,우인상, LOGO 프로그래밍의 수업방법이 문제해결력에 미치는 효과에 관한 연구, 교육공학연구 vol.9 no.1,1994
- [9] Douglas Degelman, Ellen J. Brokaw, John U.Free, Effects of LOGO experience and grade on concept learning and creativity ,Journal of Educational Computing Research vol2, 1986