韓國數學教育學會誌 시리즈 E
<數學教育 論文集>
제 11집, 2001. 1. 127-144.

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E
Communications of Mathematical Education
Vol. 11, Jan. 2001. 127-144.

초등학교 확률 학습 프로그램 개발과 적용에 관한 사례 연구
- 초등학교 6학년을 대상으로 -

이 소 연 (한국교원대학교 대학원)
김 원 경 (한국교원대학교)

본 연구는 확률의 다양한 의미를 반영한 초등학교 확률 학습 프로그램을 개발하고, 개발된 프로그램의 적용 가능성을 알아보는데 목적을 두고 있다. 먼저 확률의 다양한 의미를 반영한 초등학교 확률 학습 프로그램을 개발하기 위하여, 프로그램의 기본 방향을 설정하고, 확률의 다양한 의미를 반영하기 위한 교수 방법을 마련하였다. 개발된 프로그램은 초등학교 6학년 한 단원 분량인 7차시로 이루어져 있다. 다음으로 프로그램 시행 전에 실시한 검사에서 확률적 사고 수준이 상・중・하인 것으로 나타난 세 명의 학생을 연구 대상으로 개발된 프로그램을 시행하였다. 프로그램 적용 전・후에 실시한 지필 평가와 비디오 카메라로 녹음한 수업 내용과 학생들의 학습지를 검토하여 프로그램 적용 전, 1~7 각 차시 후, 프로그램 적용 후의 시기로 나누어 분석한 결과, 세 학생 모두 확률적 사고 수준이 가장 높은 수준인 4수준으로 발전하였다.
본 연구의 결과, 확률을 이론적 의미 뿐 아니라 경험적・통계적 의미로 접근하면 초등학교 학생들도 확률 개념을 학습할 수 있었다. 따라서 확률을 다양한 관점으로 접근한다면, 초등학교에서도 독립성, 조건부 확률 같은 개념을 유의미하게 학습할 수 있을 것이다.

Ⅰ. 서 론

A. 연구의 필요성 및 목적

우리 나라는 7차 교육 과정(1997)의 경우, 6-나 단계에서 '경우의 수를 이해하고 확률의 의미를 안다'라는 목표를 시작으로 교육과정에 확률을 포함시키고 있으며, 중・고등학교에서 본격적으로 확률을 다루고 있다. 그러나 김경옥(1992)은 '고등학교 확률・통계 교육의 현황 및 개선에 관한 실증적 연구'에서 우리 나라 학생들이 수학 교과의 어느 영역보다도 확률과 통계 영역을 어려워하고 있다고 하였다.

우리 나라 교육과정에서 이렇게 확률을 도입한 배경에는 Piaget와 Inhelder(1975)의 확률 개념 발달에 관한 연구가 있다. Piaget와 Inhelder(1975)는 그들의 연구에서 '확률 개념 이해에는 비율 개념의 이해가 필요하며 따라서 비율 개념을 형식적으로 다룰 수 있는 형식적 조작기 이후에야 확률 개념을 이해할 수 있다'고 주장하였다. 이 연구는 확률 개념 발달에 관한 최초의 심리적인 연구로서 우

리 나라의 교육 과정에 확률을 도입하는 시기와 내용·방법에 큰 영향을 미쳤다. 하지만 이 연구의 결과는 크게 두 가지 면에서 비판받고 있다.

첫 번째 비판은 아동들의 확률 개념 형성 시기이다.

Fischbein(1975)은 Piaget와 Inhelder의 연구가 아동들의 자발적인 개념 형성을 관찰하였을 뿐, 교수가 개입된 상황에서의 확률 개념 형성은 고려하지 않았다고 하면서, 교수가 개입된 상황에서 아동들은 형식적 조작기 이전인 초등학교 3학년 수준에서도 비율 개념이 포함된 확률 개념 형성이 가능하다고 주장하였다. Goldberg(1966), 그리고 Yost와 Siegel, Andrew(1962) 등도 구체적 조작단계 이전에 해당하는 4~5세 아동들도 확률 개념을 이해한다고 주장하였다. 최근에 확률 교육의 강조와 함께 이런 생각이 확산되면서, NCTM(1989)은 초등학교에서의 확률 교육을 권고하였다. 우리 나라에서는 오인숙(1993)이 유치원에서 중학교 1학년 아동들이 가지고 있는 확률 개념을 조사하였고, 이 연구를 바탕으로 이경미(1997)는 초등학교 1학년에서 6학년 학생들의 경험과 자료를 통하여 확률·통계의 개념을 지도하고 확률과 통계 사이의 상호 보완적인 관계를 이해할 수 있도록 재구성하였다.

두 번째 비판은 Piaget와 Inhelder의 연구가 조합·치환과 같은 계산 능력을 확률적 사고 능력과 동일한 의미로 생각하였다는 것이다. 즉, 확률을 고전적 의미로만 받아들였다는 점이다(Garfield & Ahlgren, 1988). 확률의 의미에 대한 논쟁은 고전적 관점, 빈도적 관점, 논리적 관점, 주관적 관점의 분리를 낳았다. 이들 중 어느 하나의 관점만으로 확률 현상의 의미를 규정할 수 없으며, 현상의 특징에 따라 각각의 관점을 도입해야 한다. 그러므로 확률적인 현상은 하나의 관점만으로 다룰 수 없으며, 여러 관점이 통합되어야 비로소 올바르게 논의될 수 있다(Borovcnik, Bentz, & Kapadia, 1991). 오늘날 제시되고 있는 확률 교육에 대한 연구 결과에서 공통으로 지적하고 있는 점도 고전적 관점으로는 올바른 확률 개념을 형성하는데 부족하며, 고전적 관점을 보완하고 확률 개념의 다양한 측면을 부각시킬 수 있는 방안이 필요하다는 것이다. 그리하여 많은 연구에서 확률 개념의 인식론적, 수학적, 심리적 분석을 토대로 과제를 체계화하거나 컴퓨터를 이용하는 지도 방법을 제시하고 있다. 최근에는 활동적인 교수법, 컴퓨터를 이용한 교수법 등 현대적인 공학이나 교육 이념이 반영된 확률 교수법이 제시되고 있다(Shaughnessy, 1992).

이 두 가지 문제점은 서로 관련돼 있다. 확률을 학습하는데 이론적 관점에 치중함으로써 조합·치환 같은 계산 능력을 요구하게 되었고, 따라서 이런 계산 능력이 형성된 고등학교시기에 본격적으로 확률 개념을 다루고 있다.

그러나 학생들이 가지고 있는 확률 감각, 즉 주관적 확률과 실험·통계 자료를 바탕으로 하는 실험·통계적 확률 측면에서 접근한다면, 초등학교 학생들도 확률 개념을 학습할 수 있을 것이고 확률 교육의 연계성 문제도 해결될 것이다.

따라서 본 연구는 확률의 다양한 의미를 반영한 초등학교 확률 학습 프로그램을 개발하고, 개발된 프로그램을 학생들에게 적용하여 학생들의 확률 개념 수준의 변화를 분석함으로써 프로그램의 도입 가능성을 모색하고자 한다.

B. 연구 문제

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구 내용을 설정한다.

1. 확률의 다양한 의미를 반영한 초등학교 확률 학습 프로그램을 개발한다.
2. 개발된 프로그램을 초등학교 6학년 학생들에게 적용하여 학생들의 확률 개념 수준의 변화를 분석함으로써 프로그램의 적용 가능성을 모색하고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

본 연구는 크게 프로그램 개발 연구와 사례 연구로 나뉜다.

A. 프로그램 개발 연구

<연구 내용 1>을 해결하고자 확률의 다양한 의미를 반영한 초등학교 확률 학습 프로그램을 개발한다.

첫째, 본 프로그램의 기본 방향을 설정한다.

둘째, 확률의 다양한 의미를 반영하기 위한 교수 방법을 제시한다.

셋째, 본 프로그램의 각 차시별로 교사를 위한 활동 도움말과 교수·학습 지도안 및 학생 학습 활동지를 구성한다.

B. 사례 연구

<연구 내용 2>를 해결하고자 초등학교 6학년 학생 3명을 대상으로 개발된 프로그램을 적용하는 사례 연구를 실시한다. 본 연구에서 사례 연구 방법을 택한 이유는 다음과 같다.

첫째, 학생들의 확률 개념 수준의 변화를 질적으로 알아보기 위해서이다.

둘째, 현행 초등학교 6학년 교육 과정에서는 본 연구에서 지도하고자 하는 확률 개념을 도입하지 않기 때문에 실제 교실에서 모든 학생들을 대상으로 실시하는 것은 학교의 교육 과정 운영상 어렵기 때문이다.

1. 연구 대상

본 연구에서는 경기도에 소재하고 있는 S초등학교 6학년 1개 반 아동들의 확률 개념 수준 검사(부록 1, 2)를 실시하여, 그 결과 저·중·고 수준을 대표할 수 있는 학생 각 1명 총 3명을 선정하여 사례 연구의 대상으로 하였다.

검사 결과 상(上)수준을 대표하는 슬기는 성격이 활달하고 춤추기를 좋아한다. 매사에 적극적이며 리더십이 있고, 수업 시간에 발표를 잘하며 논리적이다. 수학을 좋아하지는 않지만 열심히 하기 때문에 잘한다. 확률 개념 검사에서 평균 3.5수준을 보였다.

검사 결과 중(中)수준을 대표하는 지은이도 성격이 활발하다. 그림 그리기를 매우 좋아하며 손재주가 있다. 하지만 싫증을 잘 내며, 공부를 열심히 하지 않는다. 따라서 수학도 별로 좋아하지 않는다. 확률 개념 검사에서 평균 2.5수준을 보였다.

검사 결과 하(下)수준을 대표하는 상훈이는 주위가 산만하다. 바둑을 잘 두며 수학을 좋아한다. 하지만 공부를 열심히 하지 않기 때문에 수학 성적은 중간 정도이다. 확률 개념 검사에서 평균 2수준을 보였다.

2. 연구 장소 및 기간

연구 대상자를 선발하기 위한 확률 개념 검사는 2000년 6월 8일에 실시하였다. 본 프로그램의 적용은 정규 교과에 없는 내용이고, 날씨가 너무 무더워 정규 학기 중에 수업을 실시하기 어려웠다. 그래서 여름 방학 중 일주일에 2회 총 3주(2000년 7월 31일~8월 18일)에 걸쳐 7차시의 프로그램과 확률 개념 검사를 오전 10시에서 11시경에 교실에서 실시하였다.

3. 연구 절차

연구자는 학생들의 확률 문제 해결 활동에서 참여적 관찰(토론자, 조언자), 학생들의 개념 형성 과정 및 그 수준에 관한 자료 수집, 분석의 역할을 하였다.

(1) 자료 수집

본 연구의 자료는 다음과 같은 방법으로 수집하였다.

① 모든 교수 과정을 비디오 녹화한다. 이 자료에는 교수 과정에서 연구자의 질문에 대한 아동들의 반응과 연구자와 아동, 아동과 아동간의 대화 내용, 연구자와 아동간의 면담 내용이 포함된다.

② 아동들이 각 교수 과정에서 작성한 활동 결과물을 분석 자료로 활용한다.

③ 각 교수 과정 중에 연구자가 작성한 현장기록(아동들이 학습 중 겪는 어려움, 사용한 문제 해결 전략, 탁월한 통찰 등)을 분석 자료로 활용한다.

(2) 자료 분석

① 수집된 자료를 토대로 다음의 확률 개념 이해 여부를 분석하였다.

· 표본 공간 - 실험 결과를 모두 열거한다.
· 사건의 실험적 확률 - 사건의 확률을 실험의 상대 빈도를 이용하여 결정한다.
· 사건의 이론적 확률 - 사건의 확률을 표본 공간의 분석에 근거하여 결정한다.
· 확률 비교 - 두 상황 중 어느 상황에서 특정 사건이 일어날 확률이 큰가를 결정한다.
· 조건부 확률 - 다른 사건의 발생이 본래 사건에 영향을 미침을 안다.

· 독립성 - 복원, 비복원 상황을 구별한다.

② 학생들의 확률 개념 수준은 Jones 등(1997)이 제시한 확률 개념의 4 수준을 기준으로 1~4수준으로 코드화 하여 분석한다.

· 1수준 : 확률적인 상황에서 주관적 판단에 의존하여, 비합리적으로 사고한다.

· 2수준 : 주관적인 판단에서 비형식적인 양적 판단으로 전환되는 사고 수준이다. 어렴풋하게 양적인 판단을 하지만 종종 주관적 판단으로 돌아가는 사고를 한다.

· 3수준 : 확률을 결정할 때 항상 양적인 판단을 하지만, 관습적인 확률의 표현을 사용하지 않고 '~이 덜 ~할 것 같다', '4개 중에 2개'와 같은 식의 비형식적인 확률 표현을 한다.

· 4수준 : 확률을 결정하기 위해 좀 더 체계적인 전략을 사용하고, 그것을 정당화하기 위해 정확한 확률 용어를 사용한다.

③ 'Within-Case Displays'(Miles & Huberman, 1994)에서 제시된 시계열 표(time-ordered metrix)를 이용하여, 각 학생들이 보이는 확률 개념 수준의 변화를 분석한다.

Ⅲ. 확률 개념 학습 프로그램 개발

A. 본 프로그램의 기본 방향

본 프로그램은 확률 개념 이해를 위한 학습 프로그램으로서 간략히 '확률의 다양한 의미를 반영한 확률 개념 학습 프로그램'이라고 한다. 현재 진행되고 있는 수학 교육의 변화에 따른 강조점(NCTM, 1989)을 고려하여, 본 프로그램은 다음과 같은 기본 방향을 따른다.

1. 일상의 확률적인 상황을 모델링하는 활동을 통하여 문제 해결 기능을 강화하고자 한다. 일상의 확률적인 상황을 수학적으로 이해하려면 상황을 적절하게 모델링할 수 있어야 한다. 모델링은 문제 해결의 중요한 과정이다. 본 프로그램은 확률적인 상황을 적절한 실험으로 모델링하는 활동을 통해 학생의 문제 해결 기능을 강화하고자 한다.

2. 결과를 예측하고 실험 결과를 응용하면서 추론 능력을 강화하고자 한다. 확률적인 상황의 결과를 예측하고 실험 결과를 해석하는 활동은 학생들의 추론을 이끌어낼 수 있다. 본 프로그램은 결과 예측하기, 실험하기, 생각하기 활동을 통해 학생들의 추론 능력을 향상시키고자 한다.

3. 예측 결과나 실험 결과를 설명하는 활동을 통하여 의사소통 기능을 강화하고자 한다. 타인에게 자신의 예측과 그 근거를 설명하고, 실험 결과를 알려주고, 결과에 대한 자신의 해석을 설명하는 활동으로 의사소통 기능은 강화될 수 있다. 실험 결과와 확률을 표, 수학적 기호 등과 관련지음으로써 확률의 이해를 심화시킬 수도 있다. 본 프로그램은 확률을 수학적으로 표현하고, 조별 활동·전체 발표를 통해 타인과 토론하는 기회를 자주 갖게 함으로써, 학생들의 의사소통 능력을 향상시키고자 한다.

4. 확률적인 상황을 다양하게 조직하여 수학적 연결성을 강화할 수 있도록 한다. 확률은 일상적인 경험에서 나온 학문이므로 일상 생활과의 연결이 용이하다. 본 프로그램은 일상적인 상황으로부터 문제를 구성하여, 수학적 연결성을 강화하고자 한다.

B. 확률의 다양한 의미를 반영하기 위한 교수 방법

확률은 다양한 의미를 가진 개념으로, 그 의미에 따라 주관적 확률, 경험적·빈도적 확률, 이론적·고전적 확률로 나눌 수 있다. 확률의 본질을 제대로 이해하기 위해서는 이 세 가지 의미를 모두 다루어야 한다. 이를 위해 본 프로그램의 각 활동은 Shaughnessy(1992)의 시뮬레이션 방법을 참고로 하여 다음과 같은 세 가지 단계를 따르고 있다.

1. 예상하기

주어진 상황에서 특정한 사건이 일어나는 확률을 예상하여 봄으로써, 학생들이 가지고 있는 주관적 확률을 다룬다.

(예) 상자에서 연속으로 사탕을 2개 꺼냈을 때 사과 사탕만 2개 나올 가능성은 어느 정도일까?

$$\frac{1}{6} \qquad \frac{2}{6} \qquad \frac{3}{6} \qquad \frac{4}{6}$$

2. 실험하기

주어진 상황을 수학적 상황으로 모델링하여 실험을 통해 예상한 결과를 확인함으로써 실험적·경험적 확률을 다룬다.

(예) ① 검정 바둑돌 2개, 흰 바둑돌 2개를 상자 안에 넣자.

② 상자 안에서 바둑돌을 한 개 꺼내 놓고 상자에 다시 집어넣지 않는다.

③ 상자 안에서 다시 바둑돌을 한 개 더 꺼낸다

④ 결과를 오른쪽 표에 기록하자.

⑤ 20번 반복한다.

위의 실험 결과에서, 연속해서 검은 바둑돌이 2번 나올 가능성은 얼마인지 분수로 표현해 보자.

3. 생각하기

실험 결과를 해석하고 응용하고 확장하면서 이론적 확률을 다룬다.

(예) 다음 표를 완성해 보자.

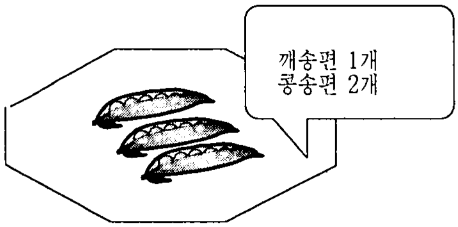
처음	두 번째	처음	두 번째
사과 사탕 1	딸기 사탕 1	딸기 사탕 1	
사과 사탕 2			

연속해서 두 번 모두 사과 사탕이 나올 확률은 얼마인가?
왜 그렇게 생각하는지 설명해 보자.

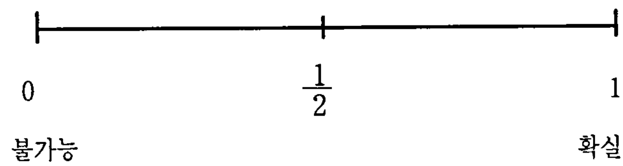
C. 학습 프로그램의 구성

확률 학습 프로그램은 표본 공간, 이론적 확률, 실험적 확률, 확률 비교, 조건부 확률, 독립성에 대한 7차시의 활동으로 구성된다. 여기서는 1차시와 7차시의 프로그램만 제시하겠다.

<추측해 보자>
처음에 먹은 송편은 깨송편이었다.
다음에는 어떤 송편을 먹게 될까?
<실험해 보자>
① 검정 바둑돌 1개를 손에 쥐고, 흰 바둑돌 2개를 상자 안에 넣는다.
② 상자 안에서 바둑돌을 꺼내고, 그 색깔을 말한다.
③ 다음 사람이 해 본다.
<이야기해 보자>
예상한 대로 결과가 나오는가?
<생각해 보자>
· 확실하게 일어날 사건은 무엇인가? 왜 확실한가?
수직선에 다음 가능성을 표시해 보자.
· 깨송편을 먹게 될 가능성
· 콩송편을 먹게 될 가능성



<교수 프로그램 1>



· 처음에 콩송편을 먹었다면, 다음에 일어날 결과는 확실하게 정해져 있는가? 왜 그렇게 생각하는지 설명해 보자.

<교수 프로그램 7>

주사위 게임

<게임 방법>

① 아래 게임판의 1~12의 숫자 중 한 가지를 선택한다.
② 말을 선택한 숫자 위에 놓는다.
③ 주사위 두 개를 던져 나온 눈을 합한다.
④ 나온 눈의 합에 해당하는 숫자의 말을 한 칸 위로 옮긴다.
⑤ 가장 먼저 결승점에 도착한 사람이 승리한다.

결 승 점											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

<추측해 보자>

어떤 숫자를 선택하는 것이 가장 유리하겠는가?

<게임을 해보자>

게임을 하면서 두 주사위를 던진 눈의 합을 아래 표에 기록해 보자

눈의 합	나온 횟수
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
주사위를 던진 총 횟수	

<이야기해 보자>

· 이 게임에서 1을 선택하겠는가?
  왜 그렇게 생각했는지 설명해 보자.

· 어떤 숫자를 선택하는 것이 가장 유리할까?
 처음 추측과 일치하는가?
 왜 그렇게 생각했는지 설명해 보자.

<생각해 보자>

2	1+1
3	1+2, 2+1
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

위의 표를 완성하여 보자.

· 1+2와 2+1을 구별해야 하는가? 왜 그렇게 생각했는지 설명해 보자.

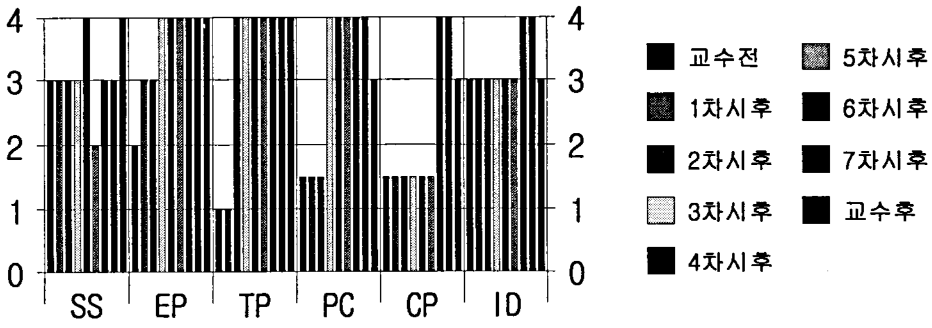
· 3+3은 어떻게 생각하는가? 왜 그렇게 생각했는지 설명해 보자.

· 각 숫자가 나올 확률을 구해 보자.
· 어떤 숫자를 선택하는 것이 가장 유리한가? 왜 그렇게 생각했는지 설명해 보자.

Ⅳ. 프로그램 적용 결과 분석

A. 이상훈

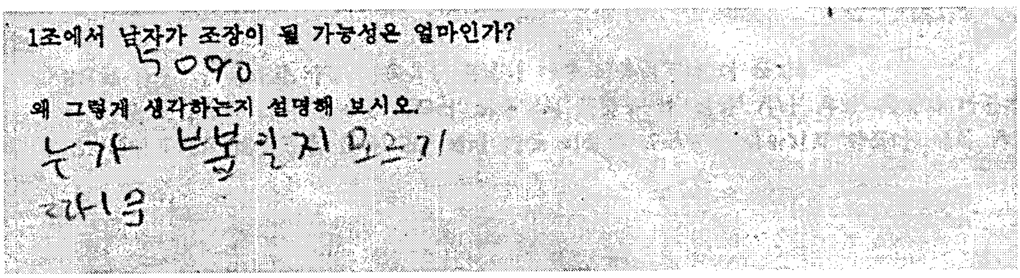
상훈이는 사전 검사에서 하(下)수준의 확률적 사고를 하는 집단의 대표로서 연구 대상으로 선정되었다.



SS: 표본 공간 EP: 사건의 실험적 확률 TP: 사건의 이론적 확률
PC: 확률 비교 CP: 조건부 확률 ID: 독립성

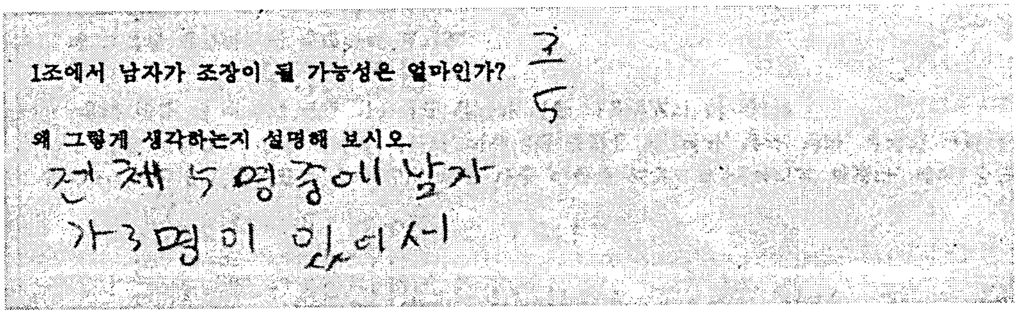
<그림 Ⅳ-1> 상훈이의 확률 개념 수준 변화

표본 공간에 대한 개념과 독립성에 대한 개념에서 3수준을 보였으며, 실험적 확률에서 2수준, 이론적 확률과 확률 비교, 조건부 확률에서 1.5수준을 보였다. 표본 공간에 관한 질문에서 상훈이는 전체 표본 공간을 알고 있었지만 일일이 열거하지 않았다. 불성실한 학습 태도가 반영되어 있는 것 같았다. 이런 점은 그림 <Ⅳ-2>처럼 검사지에서 '왜 그렇게 생각하느냐?'는 질문에 '어떻게 될 지 모르기 때문에'라는 식의 답으로 일관한 사실에서도 나타났다.


1조에서 남자가 조장이 될 가능성은 얼마인가?
50%
왜 그렇게 생각하는지 설명해 보시오.
누가 뽑힐지 모르기
때문

<그림 Ⅳ-2> 이상훈의 프로그램 실시 전 검사 1-2번 문제 반응

하지만 프로그램을 실시할 때는 불성실한 태도를 보이지 않았다. 연구자와 거의 일대일 수업을 했기 때문이라고 생각된다. 그래서 프로그램을 실시하면서 상훈이는 6개 모든 개념에 대해 많은 발전을 보였다. 다음은 검사 프로그램 적용 후에 실시한 검사 1-2번 문제에 대한 상훈이의 반응이다. 그림 <Ⅳ-2>와 비교했을 때 개념 수준의 발달이 확연히 드러난다.

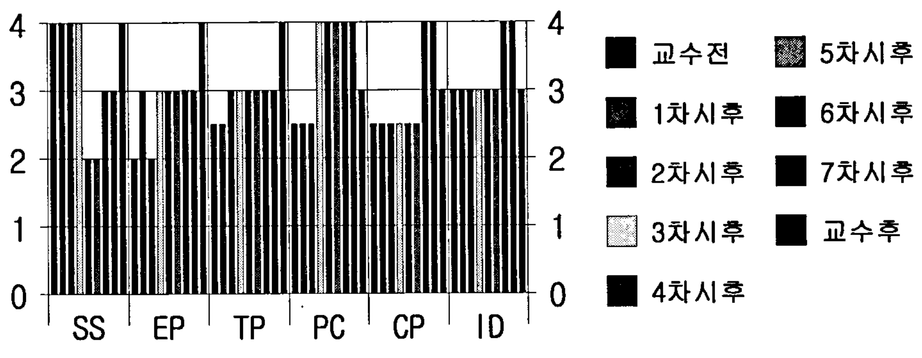


<그림 IV-3> 이상훈의 프로그램 실시 후 검사 1-2번 문제 반응

프로그램 시행 후 4수준을 보이던 확률 비교, 조건부 확률, 독립성 개념의 수준이 프로그램 실시 후 검사에서 다시 3수준으로 내려갔다. 프로그램 실시 중에는 연구자가 확률을 분수로 표현하며 설명하도록 요구하여 4수준이라 판단하였지만, 확률적 사고 수준 검사에서는 자발적으로 확률을 분수로 표현하지 못하여, 상훈이는 3수준으로 생각을 설명하였다.

B. 이지은

지은이는 사전 검사에서 중(中)수준의 확률적 사고를 하는 집단의 대표로서 연구 대상으로 선정되었다. <그림 IV-4>는 지은이의 프로그램 실시 전부터 프로그램 실시 후까지 확률 개념 수준 변화를 나타내는 그래프이다.



SS: 표본 공간 EP: 사건의 실험적 확률 TP: 사건의 이론적 확률
PC: 확률 비교 CP: 조건부 확률 ID: 독립성

<그림 IV-4> 지은이의 확률 개념 수준 변화

표본 공간에서 4수준, 실험적 확률에서 2수준, 이론적 확률과 확률 비교, 조건부 확률에서 2.5수준, 독립성에서 3수준을 보였다. 그러나 프로그램을 진행하면서 지은이가 보인 확률 개념 수준은 사전 검사에서 하(下)수준을 보인 상훈이보다 못하였다. 실험적 확률을 제대로 이해한 것처럼 반응하다가도 다시 혼란스러워하였다. 실험 횟수가 큰 실험이 실험 횟수가 작은 실험보다 더 신뢰할 수 있다고 얘기하던 지은이는 어렴풋하게 대수의 법칙을 이해하고 있는 듯 하였다. 다음은 프로그램 1차시 수업 전에 실험자가 대수의 법칙과 관련된 질문을 한 내용이다.

교사 : 100번 뽑아 본 실험과 20번 뽑아 본 실험이 있다면, 어느 결과를 더 믿겠니?
지은 : 100번이요.
슬기·상훈 : 20번.
교사 : 왜 그렇게 생각했니?
지은 : 많이 뽑았으니까.
교사 : 많이 뽑을수록
지은 : 많이 뽑을수록 …
교사 : 슬기는?
슬기 : 많이 뽑으나 적게 뽑으나 사람은 같으니까.
상훈 : 그게 그거지.
슬기 : 많이 뽑으면 시간도 그렇고, 100번.
교사 : 상훈이는?
상훈 : 100번하면 인기 많은 애들이 막 뽑히니까.
교사 : 이 실험은 인기와 상관없이 그냥 보지 않고 뽑는 건데.

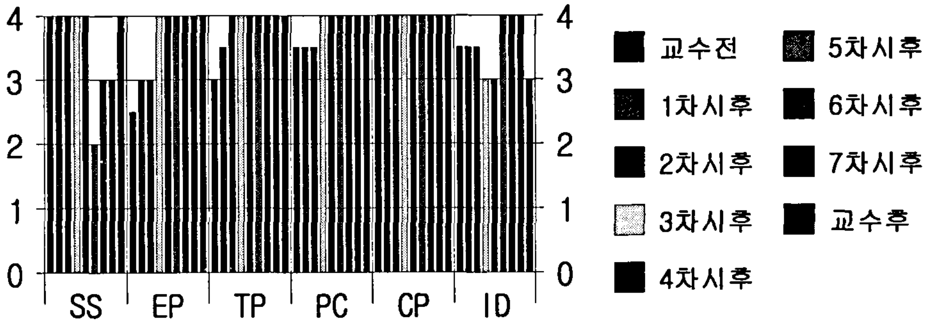
지은이는 시행 횟수가 많은 실험 결과를 더 신뢰하였지만 왜 그런지 설명하지는 못하였다. 2차시까지는 작은 횟수의 실험 결과보다 큰 횟수의 실험 결과를 더 신뢰하던 지은이는 3차시에서는 작은 횟수의 실험 결과에 의해 판단을 하였다. 다음은 3차시 수업의 일부이다.

교사: 자, 이제 어떤 송편을 먹게 될 것 같니?
지은: 어, 콩송편.
교사: 왜 그렇게 생각하는데?
지은: 제가 실험해 본 결과에서는 콩송편이 더 많이 나왔어요.
슬기: 하지만 컴퓨터로 100번 해 봤을 때는 달랐잖아.

지은이의 이런 반응은 어느 정도 예상된 것이다. 확률을 학습한 적이 없는 학생들에게 7차시의 수업으로 확률 개념에 대한 완벽한 이해를 기대할 수는 없다. 다만 이런 프로그램을 학생들이 접해 봄으로써 확률 개념 형성의 토대를 마련하는 기회를 제공한다는 데에서 이 프로그램의 의의를 찾아 볼 수 있다. 지은이도 상훈이와 마찬가지로 프로그램 시행 후 4수준을 보이던 확률 비교, 조건부 확률, 독립성 개념에 대한 사고 수준이 프로그램 실시 후 검사에서 다시 3수준으로 내려갔다.

C. 이슬기

슬기는 사전 검사에서 상(上)수준의 확률 개념 수준을 가지고 있는 집단의 대표로서 연구 대상으로 선정되었다. <그림 Ⅳ-5>는 슬기의 프로그램 실시 전부터 프로그램 실시 후까지 각 개념에 대한 확률개념 수준 변화를 나타내는 그래프이다.



SS: 표본 공간 EP: 사건의 실험적 확률 TP: 사건의 이론적 확률
PC: 확률 비교 CP: 조건부 확률 ID: 독립성

<그림 Ⅳ-5> 슬기의 확률 개념 수준 변화

슬기는 이미 '%'로 확률을 표현할 수 있었으며, 그 근거에 대한 설명도 합리적이었다. 슬기의 이런 능력은 프로그램을 실시하면서 강화되었다. 그리하여 프로그램 실시 후에는 모든 개념에 대한 질문에서 합리적인 방법으로 근거를 제시하며 4수준을 보였다. 지은이와 상훈이가 프로그램 실시 후 검사에서 3수준을 나타내던 확률 비교, 조건부 확률도 4수준을 나타냈다. 슬기는 이제 자발적으로 확률을 분수로 표현하며 합리적으로 생각을 설명하게 되었다. 다만 독립성 개념에 대한 질문에서 독립, 종속에 대한 설명이 명확하게 드러나지 않았기 때문에 3수준이라는 결론을 내렸다.

Ⅴ. 결 론

우리 나라의 교육 과정에서 확률은 주로 이론적 관점에서 다루어지고, 상대적으로 빈도적 관점은 소홀히 취급된다. 그래서 대부분의 확률적 사고 능력을 확률적 계산 능력과 같은 의미로 생각하여 치환·조합 능력이 형성된 고등학교에서 대부분의 확률 개념을 다룬다. 하지만 확률의 특성상 한 가지 관점으로 확률을 이해할 수 없기 때문에 확률의 다양한 관점을 반영한 확률 교육이 필요하다. 그리고 확률적 사고 능력은 의도적 교육 없이 자연적으로 발달하지 않는 2차적 특성을 가지고 있으므

로 초등학교에서부터 의도적으로 적극적인 확률 교육을 실시할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 확률의 다양한 관점을 반영하는 초등학교 확률 교육 프로그램을 개발하였다. 교수 방법을 구체화하고 각 차시별 교수·학습 전개안, 학습 활동지를 제시하고 있으므로 초등학교 확률 교육의 내용과 방법 면에서 새로운 아이디어를 제공해 줄 수 있을 것이다. 특히 확률의 다양한 관점을 경험시키기 위한 교수 방법 즉, 예상하고 실험하고 확인하고 생각해보는 교수 방법은 요즈음 강조되고 있는 학생들의 의사소통 능력, 추론 능력, 문제해결 능력 개발에 기여할 수 있으리라 생각된다.

또한 본 프로그램은 일상 생활의 확률적인 상황을 수학적인 상황으로 모델링하고, 실험을 통해 학생 자신의 예상을 확인해 보게 하고 있다. 본 프로그램의 실행으로 학생들은 수학의 유용성을 경험하고 직접 확률을 다루고 있다는 느낌을 갖게 될 것이다. 따라서 학생들이 수학 교과를 긍정적으로 바라보는데 도움이 되리라 기대된다.

본 프로그램을 초등학교 6학년 학생 3명에게 적용한 결과, 세 학생 모두 프로그램 시행 후 확률적 사고 수준이 발전되었다. 본 연구의 의도는 초등학교 학생들에게 적극적인 확률 교육을 실시하고 그 적용 가능성을 분석하는 기회를 가져봄으로써, 이어지는 중·고등학교 교육의 토대가 될 수 있는 초등학교 확률 교육의 필요성과 가능성을 주장하는 것이다.

참 고 문 헌

교육부 (1999). <u>초등학교 교육과정 해설(IV)</u>, 대한교과서주식회사.

김경옥 (1992). <u>고등학교 확률·통계 교육의 현황 및 개선에 관한 실증적 연구</u>, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.

오인숙 (1994). <u>확률 개념의 형성 시기에 관한 연구</u>, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.

이경미 (1997). <u>초등학교 수학과 확률·통계 관련 내용의 재구성에 관한 연구</u>, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.

이경화 (1996). <u>확률 개념의 교수학적 변환에 관한 연구</u>, 서울대학교 대학원 박사학위 논문.

Borovcnik M.; Bentz H. J.; and Kapadia R. (1991). A probabilistic perspective. In R. Kapadia and M. Borovcnik (Eds.). *Chance encounters: Probability in education*, pp.27-72, London: Kluwer Academic Publisher.

Fischbein, E. (1975). *The intuitive sources of probabilistic thinking in children*, Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.

Garfield, J. and Ahlgre A. (1988). Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. *Journal for Research in Mathematics Education*, **19(1)**, January 1988, pp.44-63.

Goldberg, E. (1966). Probability judgements by pre-school children: Task conditions and performance. *Child Development* **37**, pp.157-167.

Jones, G.A.; C.W. Langrall; C.A. Thorton & A. Mogill (1997). A framework for assessing and nuturing young chidren's thinking in probability, *Educatioal Studies in Mathematics*, **32(2)**, February 1997, pp.101-125.

Miles, M.B. & Huberman A.M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (2nd ed.)*. London: Sage.

National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation stadards for school mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.

Shaughnessy, M.J. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, pp.465-494. New York: Macmillan Publishing Company.

Piaget, J. & Inhelder B. (1975). *The origin of the idea of chance in children*. New York: W. W. Nortion and Company Inc.

Yost, P.; Siegel A.E. & Andrews J.N. (1962). Non-verbal probability judgement by young children. *Child Development*, **33**, pp.769-780.

부 록

<부록 1> 확률 개념 검사지 I

＿＿＿＿＿초등학교 6학년＿＿반＿＿번 이름 ＿＿＿＿＿

** 투표를 하지 않고, 조장을 뽑기로 하였다.

각 후보의 이름표를 상자에 넣고 흔든 뒤, 하나를 꺼내어 나온 이름을 조장으로 정한다.

· 1조에는 5명의 후보가 있다 - 김철수(남), 이영미(여), 이은주(여,) 박상원(남), 노석현(남)

· 2조에는 4명의 후보가 있다 - 장현미(여), 권기표(남), 김경식(남), 이선영(여)

1. 1조에서는 어떤 이름이 나올 수 있는가?

나올 수 있는 이름을 모두 적어 보시오.

2. 이영미는 노석현보다 뽑힐 가능성이 더 큰가?

왜 그렇게 생각하는지 적어 보시오.

1조에서 남자가 조장이 될 가능성은 얼마인가?

왜 그렇게 생각하는지 설명해 보시오.

3. 1조와 2조 중 여자가 뽑힐 가능성이 더 큰 쪽은 어느 조인가?

어떻게 알 수 있는가?

4. 1조에서 이씨 성을 가진 후보가 조장이 될 가능성은 얼마인가?

1조에서 이은주가 조장이 되었다. 다시 부조장을 뽑을 때, 이은주의 이름표는 상자에 넣지 않았다.

이씨 성을 가진 후보가 부조장이 될 가능성은 얼마인가?

이은주가 조장이 되었다. 노석현이 부조장으로 뽑힐 가능성은 조장을 뽑을 때와 다른가?

왜 그렇게 생각하는지 설명하여 보시오.

5. 2조에서는 5번 이름표를 뽑아, 5번째에 나온 이름을 조장으로 정하기로 하였다. 매번 뽑을 때마다 나온 이름표는 다시 상자에 넣는다. 처음 4번 뽑았을 때, 여자, 남자, 남자, 남자가 나왔다.
·5번째 뽑을 때 여자가 나올 가능성은 남자가 나올 가능성보다 더 큰가?

왜 그렇게 생각하는지 설명하여 보시오.

6. · 1조에서 예비적으로 100번 뽑아 보았다면, 각 후보는 몇 번 정도 나올 것 같은가?

김철수 ( )번, 이영미 ( )번, 이은주 ( )번,
박상원 ( )번, 노석현 ( )번

왜 그렇게 생각하는지 적어보시오.

- 1조는 진짜 조장을 뽑기 전에, 예비적으로 20번 이름표를 뽑아 보았다. 결과는 김철수 3번, 이영미 3번, 이은주 4번, 박상원 2번, 노석현 8번이었다.
  위의 결과를 가지고 조장이 누가 될 것이라고 말할 수 있는가, 말할 수 없는가?

  왜 그렇게 생각하는지 적어보시오.

<부록 2> 확률 개념 검사지 II

________초등학교 6학년____반____번 이름 ________

1. 아버지께서 동전과 주사위를 동시에 던져서, 동전의 앞면과 주사위의 6이 나오면 일요일에 놀이동산에 데리고 가 주신다고 하였다.
   동전과 주사위를 동시에 던지면, 어떤 경우들이 나올 수 있는지 모두 적어 보시오.

   위에 적은 것이 모든 경우라는 것을 어떻게 알 수 있는가?

2. 주사위를 2개를 동시에 던져서 똑같은 수가 나올 가능성은 얼마인가?

   두 개의 주사위를 동시에 각각 50번씩 던지면 똑같은 수가 몇 번 정도 나올 것 같은가?

   왜 그렇게 생각하는지 적어 보시오.

3. 두 개의 사탕 봉지가 있다. 첫 번째 사탕 봉지에는 딸기맛이 2개, 사과맛이 8개 들어 있다. 두

번째 사탕 봉지에는 딸기맛 2개, 사과맛 3개가 들어 있다. 한쪽 사탕 봉지에서만 사탕을 뽑아야 한다.
만일 딸기맛 사탕을 뽑고 싶다면, 어떤 사탕 봉지를 선택하겠는가?

왜 그렇게 생각하는지 적어 보시오.

4. 영미는 1에서 10까지의 수 중 한 수를 생각하고, 상원이가 그 수를 맞추는 게임을 한다. 상원이가 수를 맞추기 전에 영미가 '그 수는 6이상'이라고 힌트를 주었다.
영미가 준 힌트는 상원이가 수를 맞추는데 어떤 영향을 주겠는가?

상원이가 그 수를 맞출 가능성은 변하였는가?

왜 그렇게 생각하는지 설명하시오.

5. 동전 한 개를 던지면서 나오는 면(앞, 뒤)을 기록하였다. 5번을 던졌을 때, 다음의 결과 중 가장 일어날 가능성이 큰 것은 어느 것인가?

① 앞앞앞뒤뒤 ② 뒤앞앞뒤앞 ③ 뒤앞뒤뒤뒤 ④ 앞뒤앞뒤앞
⑤ ①②③④ 모두 일어날 가능성이 같다.

왜 그렇게 생각하는지 설명하시오.

6. 영미와 상원이는 동전을 20번 던졌는데, 앞면이 12번, 뒷면이 8번 나왔다.
그러자, 상원이는 "앞면이 12번 나왔으니까, 동전은 앞면이 나올 가능성이 더 커."라고 하였다.
그러자 영미는 "동전을 던져서 앞면이 나올 가능성은 1/2로 알고 있는데. 그러니까 동전의 앞면이 나올 가능성과 뒷면이 나올 가능성은 같은거야."라고 하였다.
상원이가 옳을까, 영미가 옳을까?

왜 그렇게 생각하는지 설명하여 보시오.