大韓數學敎育學會誌 數學敎育學硏究 第 15 卷 第 1 號
The Journal of Educational Research in Mathematics
Vol. XV, No.1, 21-38. Feb 2005

초등 확률 프로그램 개발과 적용에 관한 연구 -초등 3학년을 중심으로-

안 미 정* · 박 영 희**

본 연구는 초등학교 3학년부터 단계적으로 확률 개념을 학생들이 배우게 하려는 의도에서 초등학교 학생들의 확률 개념 이해 실태를 분석한 자료를 바탕으로 3학년에 적용할 수 있는 확률 프로그램을 개발하고 그 적용 가능성을 모색해 보려는 목적으로 실시되었다. 그래서 초등학교 3학년에서 6학년까지의 확률 개념 이해 실태를 조사, 분석해보고 이를 바탕으로 확률 프로그램을 개발한 후, 수학학습 능력이 다른 초등학교 3학년 5명의 아동을 대상으로 총 8차시분의 확률 프로그램 적용을 실시하고, 아동의 프로그램 투입 전과 투입 중, 투입 후의 확률 개념 수준 변화를 분석하였다. 또한 그 적용 결과를 바탕으로 프로그램을 개선하였다.

Ⅰ. 서 론

우리는 개인의 실정에 맞고 필요한 소재를 선택하여 합리적으로 결단을 내리거나 주변에 산재된 각종 정보를 유익하게 활용하기 위해서 수학의 기초가 되는 산술의 이용과 더불어 확률적으로 사고하는 태도를 길러야 한다. 그것은 곧 바로 다양한 생활에 적응할 수 있는 합리적인 능력을 기르는 것이다.

이에 따라 확률 교육의 중요성도 점점 더 강조되고 있는데, 우리나라 제 7차 교육과정(1999)을 살펴보면, 수학과 교육과정에 '확률과 통계' 영역을 신설함으로써 기존의 확률과 통계 내용을 수학의 유용성 관점에서 좀 더 체계적이고 광범위하게 지도하려고 하는 것에서 확률과 통계 학습의 중요성을 반영하고 있다고 볼 수 있다. 우리나라 교육과정에서 이렇게 확률을 도입한 것은 Piaget와 Inhelder(1975)가 확률 개념 이해에는 비율 개념의 이해가 필요하며 따라서 비율 개념을 형식적으로 다룰 수 있는 형식적 조작기 이후에야 확률 개념을 이해할 수 있다고 한 주장에 근거했기 때문이다. 그런데 우리나라의 확률 교육과정의 경우, 제 7차 교육과정 6-나 단계에서 경우의 수 알아보기를 통해 확률을 도입하고 있는 반면, 현재 미국의 경우 Houghton Mifflin Mathematics (grade1~grade6)(Carole Greenes, Miriam A. Leiva, Bruce R. Vogeli, 2002)나 Harcourt Math(grade1~grade6)(Evan M. Maletsky, 2002)등의 교재를 살펴보면 이론적 확률, 표본공간, 확률 비교 등의 확률 개념이 단계별로 아동의 학습 능력 수준을 고려하여 난이도가 점점 높아진다.

미국의 경우와 같이 휘쉬바인(Fischbein, 1975), 데이비스(Davies, Caroyn M., 1965), 골버그(Golberg, S., 1966)등은 확률 개념의 학습은

* 하남고골초등학교, yullitta@paran.com
** 청주교육대학교, yhpark@cje.ac.kr

체계적인 지도를 통해 구체적 조작기 이전에도 시작될 수 있다고 주장하고 있다.

따라서 본 연구는 학생들의 확률 개념 실태를 분석하고, 분석된 결과를 바탕으로 3학년에 도입할 수 있는 확률 프로그램을 개발하고, 개발된 프로그램을 학생들에게 적용하여 학생들의 확률 개념 수준의 변화를 분석함으로써 프로그램의 적용 가능성을 모색하고 완성된 확률 프로그램을 개발하였다.

II. 이론적 배경

1. 아동의 확률 개념 발달에 관한 두 가지 관점

가. Piaget와 Inhelder의 관점

Piaget와 Inhelder(1975)는 아동들이 확률 직관과 확률적 판단이 요구되는 문제 상황에 거듭 접하면서 아동들의 확률적 사고는 자발적으로 발달해 간다고 보았다(우정호, 2001). 이 연구는 확률 개념 발달에 관한 최초의 심리적 연구로서 우리나라의 교육과정에 확률을 도입하는 시기와 내용 및 방법에 큰 영향을 미쳤다.

이들은 연령에 따른 확률개념의 발달을 3단계로 나누어 설명하고 있다(강지형 외, 2000). 1단계는 대체로 7세 이하의 아동이 해당하며, 우연적 사건과 필연적 사건을 구별할 수 없는 단계이다. 2단계는 14세까지의 아동이 해당하는 단계로서, 우연적인 사건과 필연적인 사건을 구별할 수 있어서 우연현상은 우연현상으로서 파악하지만, 가능성의 목록을 체계적으로 만들어내지는 못한다. 3단계는 14세 이후의 아동이 해당하는 단계로서, 이 단계의 아동은 조합적 분석을 하기 시작하고, 확률을 상대도수의 극한으로 이해하게 되며, 치환조직이 가능해지는 단계이다.

나. Fischbein의 관점

Fischbein(1975)은 정확한 확률적 직관이 취학 전 아동들에게 정의되며, 확률적 사고의 발달 과정은 체계적인 교육에 의해 가속화시킬 수 있다고 주장하였다. Fischbein은 Piaget와 Inhelder(1975)가 구체적 조작기 이전에는 획득되지 않는다고 주장했던 우연의 개념에 있어서도 외부 영향이 제거되고, 요구되는 계산이 간단하면 취학 전 아동들도 정확하게 이해할 수 있고 때로는 형식적 조작기에 있는 아동보다도 더 정확하게 이해할 수 있다고 하였다. 그는 기본적인 교육 절차를 통하여 비율이 같지 않은 상황에서 가능성을 비교하는 문제에 대해 아동들의 해결 능력을 발달시키는 시도를 하였는데, 전 조작기의 아동들은 성공하지 못하였다. 그러나 구체적 조작기가 되면 비율 비교와 같은 이중 비교를 포함한 확률 문제를 9~10세의 아동들이 교육을 통하여 해결할 수 있다는 것을 발견하였다.

Fischbein의 이러한 발견은 매우 중요한 의미를 가진다. 왜냐하면 비례 개념은 형식적 조작기에 형성된다고 주장한 Piaget와 Inhelder의 주장에 상반되기 때문이다. 그리고 Fischbein은 형식적 조작기인 11~12세 이후에, 아동들은 구체적인 것이 아니더라도 확률 문제를 가설을 바탕으로 한 논리적 사고에 의하여 해결할 수 있게 된다고도 하였다. 그러나 우연, 상대도수와 확률 직관은 아동들의 일상 생활과 지적 발달의 함수로서 나이에 따라 발달하나, 학교 교육의 영향으로 획일화된 해석을 하려는 경향이 있기 때문에 퇴보하기도 한다고 하였다.

그는 취학 전 아동과 3~6학년 학생들을 대상으로 특정한 색의 구슬을 꺼낼 가능성이 더 높은 집합을 선택하는 실험을 해보았다. 그 결

과 9~10세 아동의 자발적인 대답은 취학 전 아동의 대답과 거의 비슷했지만 간단한 논리적 교육에 의해서 12~13세 아동들의 대답과 동등하게 됨을 알았다. 이와 같이 간단한 교육 후에 9~10세 아동들은 비례 개념의 이해를 통하여 확률 개념을 이해할 수 있다는 것을 발견하여 구체적 조작기에 대한 확률 지도의 가능성을 시사하였다.

이상에서 알아본 Fischbein(1975)의 연구는, 전조작기와 구체적 조작기 아동에게 확률 개념 지도가 가능함을 시사해 주고 있다(이재익, 2002). 따라서 본 연구에서는 이러한 이론적 배경을 바탕으로 어떠한 확률 개념이 어느 시기에 형성되는지를 알아보고자 한다.

2. 아동의 확률 개념 수준

아동들은 이미 주관적인 확률 개념을 가지고 초보적인 확률적 사고를 하며, 이것은 교수에 의해 발전될 수 있다. Jones, Langrall, Thorntoni, Mogill(1999)는 3년 동안 초·중등 학생들에 대한 교수 실험을 수행하며 그들의 사고를 체계적으로 관찰한 결과, 확률적인 사고를 드러내는 기본적인 확률 개념을 규정하였다. 기본적인 확률 개념은 사건의 실험적(빈도적) 확률, 사건의 이론적(고전적) 확률, 확률 비교, 조건부 확률, 독립성이다. 그리고 그들은 학생들의 확률적 개념 수준을 기술하고 예측할 수 있는 틀을 만들었다. 즉, 학생들의 확률적 개념 수준은 시간이 지남에 따라 성장하며 다음과 같은 4단계를 거친다고 하였다. 하지만 이들 개념 수준은 반드시 선형적으로 배타적으로 존재하는 것은 아니며, 모든 확률 개념을 포괄하는 것도 아니다. 즉, 한 아동이 각 개념에 따라 다른 수준을 보일 수 있다.

수준1

주관적이거나 비양적인(nonquantative) 사고를 한다. 표본공간에서는 모집단의 모든 결과를 열거하지 못하며, 무엇이 일어날 것 같은 가에 주목한다. 확률 비교, 조건부 확률, 독립성의 상황에서는 양적인 사고보다는 주관적인 사고에 의지한다.

수준2

주관적 사고에서 소박한 양적인 사고로의 전환기이다. 2수준의 아동은 일관되게 모집단의 모든 가능한 결과를 나열할 수 있지만, 그것은 확률과 매끄럽게 연결시키지 못하며, 종종 주관적 판단으로 돌아간다.

수준3

비형식적인 양적인 사고를 이용한다. 체계적인 전략으로 모집단의 가능한 결과를 찾으며, 확률을 결정할 때 일관되게 양적인 사고를 사용한다. 하지만 확률을 표현 할 때, '덜, 더, 똑같은, 4개 중 1개'와 같은 비형식적인 용어를 사용한다.

수준4

수적인(numerical) 사고를 한다. 4수준의 학생들은 실험결과를 열거하기 위해, 또 수적인 확률을 결정하기 위해 체계적인 전략을 사용한다.

위에서 제시된 확률 개념 수준은 확률 개념을 이해하고 발전시키기 위한 기본 지식이 될 수 있으며, 교수의 계획·실행·평가에서 효율적으로 사용될 수 있다. 본 연구에서는 개발된 프로그램의 적용 가능성을 알아보기 위한 사례연구에서 초등학교 3학년 아동들의 확률적 사고 수준을 알아보기 위해 이 틀을 사용한다.

다음의 <표 Ⅱ-1>은 Jones et al.(1999)이 개발한 확률 개념 수준표를 참고로 이소연(2001)이 표본공간, 실험적 확률, 이론적 확률, 확률 비교 개념의 수준을 정리한 것이다.

<표 Ⅱ-1> 확률 개념 수준

수준 / 확률개념	1수준	2수준	3수준	4수준
표본공간	·1차원 사건의 모든 결과를 불완전하게 열거함.	·1차원 사건의 결과를 완벽하게 열거할 수 있음. 때로는 2차원 사건의 결과도 열거함.	·부분적으로 발생적인 전략을 사용하며 2차원 사건의 결과를 일관되게 열거함.	·2차원 사건의 결과를 열거하기 위해 발생적인 전략을 채택, 적용함.
실험적 확률	·임의 실험의 결과를 부적절한 것으로 여기고, 일어날 것 같은 또는 일어날 것 같지 않은 사건을 결정하는데 주관적 판단을 사용함.	·일어날 것 같은 사건을 예측하는데 작은 수의 실험 결과를 사용하며, 모든 표본이 모집단을 나타낸다고 믿음. ·실험 결과가 이전에 알고 있던 관념과 갈등을 일으키면 주관적 판단으로 돌아감.	·일어날 것 같은 사건을 결정하기 위해서는 좀 더 큰 표본이 필요함을 인식하기 시작함. ·언제 표본시행이 이론적 확률과 아주 다른 실험적 확률을 만드는지 인식함.	·실험적 확률의 수적인 값을 결정하기 위해 적절한 자료를 수집함. ·큰 수의 시행에서 얻어진 실험적 확률은 이론적 확률에 근사함을 인식함. ·사건의 확률이 실험적으로만 결정될 수 있는 상황을 규명할 수 있음.
이론적 확률	·주관적 판단으로 가장 일어날 것 같은 사건을 예측함.	·양적인 판단을 기반으로 일어날 것 같은 사건을 예측하나 주관적 판단으로 돌아갈 수 있음.	·양적인 판단으로 가장 일어날 것 같은 사건을 예측함.	·1차원, 2차원 사건에서 가장 일어날 것 같은 사건을 예측함. ·사건에 대해 수적인 확률을 부여함.
확률 비교	·다른 표본 공간을 가진 사건들의 확률을 비교하는데 주관적 판단을 사용함. ·공정한 상황과 공정하지 않은 상황을 구별 못 함.	·양적인 판단을 바탕으로 확률 비교를 하나 항상 바르지는 않음. ·공정한 상황과 공정하지 않은 상황을 구분하기 시작함.	·확률 비교를 설명하는데 타당한 양적인 사고를 사용하며 확률을 표현할 때 나름의 방법을 만듦. ·공정, 비공정한 상황을 구별하는데 양적인 사고를 이용함.	·수적인 확률을 부여하고 타당한 비교를 함

3. 선행연구

오인숙(1993)은 우리나라 유치원에서 중학교 1학년까지의 학생들이 가지고 있는 확률 개념을 조사했고, 이소연(2001)은 확률의 다양한 의미를 반영한 초등학교 확률 프로그램(6학년 대상)을 개발하고, 그 적용 가능성에 대한 사례 연구를 하였다. 그에 따르면, 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. 즉, 학생들이 가지고 있는 확률 감각(주관적 확률)과 실험·통계적 확률 측면에서 접근한다면, 초등학교 학생들도 확률 개념을 학습할 수 있을 것이고 확률 교육의 연계성 문제도 해결될 것으로 보고 있다.

김정은(2001)은 학생들이 확률에 관한 많은 오개념을 가지고 있으며, 이러한 오개념은 확률적 사고의 한 특징으로서 자연스럽게 학생들의 사고 속에서 존재한다고 하였다. 따라서 이러한 오개념을 극복할 수 있는 방안으로 활동성에 바탕을 둔 실험을 하고, 실생활과 관련 있는 소재를 사용하며, 학생들의 오류에 기초한 결론의 예를 노출시켜 이를 수정할 수 있도

록 해야 한다고 주장 하였다.

구본장(1999)은 Fischbein의 선행 연구를 기초로 하여 이론을 탐색하고 그에 따른 초등학교 저·중학년(1~4학년)에 도입될 수 있는 확률 초기 개념 학습의 가능성을 알아보았는데 초등학교 저·중학년도 놀이학습을 적용하여 그들에게 아직 미흡한 확률 초기 개념을 발전시킬 수 있으며, 이러한 확률 개념 발달을 바탕으로 5, 6학년의 비율과 확률이 이어지면 좀 더 자연스럽게 확률 학습이 연계될 수 있다고 하였다.

이러한 선행연구를 고찰해 볼 때, 실생활과 관련된 소재를 사용하여 다양한 실험을 해보는 활동을 통해 저학년에 도입할 수 있는 확률 개념 학습 내용을 개발해 볼 수 있을 것이다.

III. 연구 방법

본 연구는 크게 프로그램 개발 연구와 사례 연구로 나뉜다.

1. 프로그램 개발 연구

우선, 초등학교 학생들의 확률 개념 실태를 조사하여 분석하고, 3학년 확률 프로그램을 개발한다. 둘째, 분석된 자료와 미국의 초등학교 수학 교육과정을 참고하여 초등학교 3학년 1차 확률 프로그램을 개발한다.

2. 사례 연구

개발된 1차 확률 프로그램을 3학년 학생들에게 적용한 뒤 학생들의 확률 개념 변화와 1차 확률 프로그램의 문제점을 분석하여 2차 확률 프로그램을 개발하기 위해 초등학교 3학년 학생 6명을 대상으로 '실행연구(action research) (Carr & Kemmis, 1986)'의 방법 및 절차에 따라 개발된 프로그램을 적용하는 사례 연구를 실시한다.

가. 연구의 대상 및 연구 절차

본 연구는 경기도 하남시에 소재하고 있는 G초등학교 3학년 두 학급 총 46명의 학생 중 확률 개념 사전 검사를 통해 상, 중, 하의 세 집단으로 나눈 후 상(上)수준을 대표하는 학생 2명, 중(中)수준을 대표하는 학생 2명, 하(下)수준을 대표하는 학생 2명, 모두 6명을 대상으로 선정하였는데, 하(下)수준을 대표하는 학생 1명이 개인적인 사정으로 프로그램 1차시 활동 후 도중하차하게 되어 모두 5명을 연구대상으로 하였다.

검사 결과 상A는 수업 시간에 다소 산만하고, 주의 집중을 잘 하지 않으며 쉽게 지루해 하는데, 본인이 흥미 있어 하는 활동에 대해서는 적극적이며, 수학을 좋아한다. 확률 개념 사전 검사에서는 평균 89점이었다. 상B는 침착하고 조용한 성격이며 맡은 일에 책임감을 가지고 성실히 임한다. 수학은 좋아하지도 싫어하지도 않는다. 확률 개념 수준 검사에서는 평균 78점 이었다.

검사 결과 중A는 모든 활동에 매우 적극적이며 의사표현이 매우 활발하다. 수학도 매우 좋아한다. 확률 개념 사전 검사에서는 평균 67점이었다. 중B는 친구들과 어울리기를 좋아하는 사교적인 성격이며, 책임감이 강하고 성실하다. 수학을 좋아한다. 확률 개념 수준 검사에서는 평균 59점이었다.

검사 결과 하A는 수학은 별로 좋아하지 않지만 여러 가지 활동에 참여하는 것을 좋아하며 적극적인 편인데, 자신의 생각이나 의견을 표현함에 있어서는 머뭇거리는 경향이 많다. 확률 개념 수준 검사에서는 평균 47점으로 가장 낮았다.

집중 관찰 대상을 선정하기 위한 확률 개념 사전 검사는 2004년 6월 10일에 실시하였다. 본 프로그램은 정규 교육과정에 없는 내용이어서 9월 6일~9월 30일(4주)에 걸쳐 수학 한 단원 분인 8차시의 프로그램 적용을 아침자습 활동시간을 이용하여 특별활동실에서 실시하였다.

'조건부 확률'과 '독립성' 개념은 3학년 발단 단계에 맞지 않는다고 판단되어 프로그램 적용 내용에서 제외하였다.

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

Ⅳ. 1차 확률 프로그램 개발

확률 개념 이해를 위한 1차 확률 프로그램을 개발함에 있어, 먼저 미국의 확률 교육과정과 우리나라의 확률 교육과정을 비교해보고, 초등학교 학생의 확률 개념 실태조사를 분석한 후, 본 프로그램의 기본 방향을 밝히고, 프로그램의 각 차시별 교수-학습 전개안 및 학생 학습 활동지를 구성한다.

1. 미국과 우리나라의 확률 교육과정 분석

가. 미국의 확률 교육과정

미국의 확률 교육과정을 알아보기 위한 자료는 'Houghton Mifflin Mathematics(1단계~6단계) (Carole Greenes, Miriam A. Leiva, Bruce R. Vogeli, 2002)'와 'Harcourt Math(1단계~6단계)(Evan M. Maletsky, 2002)'와 'Harcourt Math (Practice Workbook) - Pulpil Edition (1단계~6단계)(Evan M. Maletsky, 2002)'를 참고하였다.

Harcourt Math 교재에서는 3학년부터 확률 교육과정을 도입하여 1단계와 2단계는 분석내용에서 제외한다.

3단계의 경우 Houghton Mifflin Mathematics와 Harcourt Math의 내용 구성이 거의 같은데, 상황이 공정한지, 공정하지 않은지를 결정하는 활동을 통해 확률 비교를 하며, 실험의 결과를 보고 다음에 일어날 결과를 예상해보며, 1차원 사건의 모든 결과를 열거해보는 활동을 통해 표본공간 개념을 이해한다.

4단계에서도 Houghton Mifflin Mathematics와 Harcourt Math의 내용 구성이 거의 같으며, 이론적 확률과 확률 비교에 수적인 확률을 부여하는 4수준의 능력을 요구하며, 표본공간에서도 2차원 사건의 모든 결과를 열거하기 위해 줄기잎그림(tree diagram grid) 등의 전략을 채택하는 4수준의 능력을 요구한다.

5단계에서는 예상한 것과 실험한 결과를 비교해보고, 이론적 확률과 실험적 확률이 다르며 실험적 확률이 이론적 확률과 비슷하거나 같아지려면 많은 시행을 해야 함을 아는 실험적 확률 4수준의 능력을 요구한다.

6단계에서는 배반사건과 독립사건, 독립적이지 않은 사건의 확률을 구해보는 활동을 하며, 모든 활동 내용에 있어 가장 높은 확률 개념 4수준의 능력을 요구한다.

나. 우리나라의 확률 교육과정

우리나라의 확률 교육과정을 분석하기 위해 수학과 제 7차 교육과정 1단계~10단계 교과서를 참고하였다.

우리나라 교과서 6-나 단계에서는 경우의 수와 확률에 대한 내용을 다루고 있는데, 동전, 주사위, 카드 등 구체물을 이용하여 경우의 수를 설명하고 있으며, 숫자의 나열, 수형도를 이용하여 순열을 설명하고, 탁구 경기 등의 게임

으로 조합을 도입한다. 또한 경우의 수에 대한 비율로 확률의 초보적 개념을 소개하고 있다.

8-나 단계에서는 동전, 주사위, 카드, 숫자 등을 이용하여 경우의 수와 사건이 일어날 가능성과 확률의 계산을 다루고 있으며 큰 수의 법칙을 암시적으로 이해시키려 한다.

수학적 확률 개념이 도입되고 확률의 성질을 다루고 있다. 합사건, 곱사건에 대한 확률을 계산하고 마지막으로 기대값을 다룬다.

다. 미국과 우리나라의 확률 교육과정 분석 결과

미국의 확률 교육과정의 경우 1단계에서부터 양적인 판단으로 일어날 것 같은 사건과 일어나지 않을 것 같은 사건을 결정하는 이론적 확률과 양적인 판단으로 하는 확률 비교 개념을 다루며, 3단계에서 1차원 사건의 표본공간 알아보기, 양적인 판단을 기반으로 상황이 공정한지, 공정하지 않은지의 확률 비교 개념을 도입하고 있어서, 3단계까지는 양적인 판단으로 사건의 확률을 결정하며, 4단계부터는 확률을 분수로 표현해보는 등의 수적인 부여를 하기 시작한다. 표본공간 알아보기에서는 줄기잎그림(tree diagram grid)등을 이용하여 2차원 사건의 표본공간을 구해보기도 하여 이론적 확률, 표본공간, 확률비교 등의 확률 개념 4수준의 도달을 목표로 한다.

5단계에서는 4단계에서 다루는 내용과 비슷한 내용을 다루며, 난이도가 조금 높아진다. 6단계에서는 이론적 확률과 실험적 확률이 다르며, 이론적 확률과 실험적 확률이 비슷하거나 같아지려면 큰 수의 시행 횟수가 필요함을 인식하는 실험적 확률 4수준의 내용을 다루며, 독립적인 사건과 독립적이지 않은 사건을 구별하고, 이들의 확률을 구해보는 활동을 한다.

반면, 우리나라의 확률 교육과정의 경우, 제7차 교육과정 6-나 단계에서 경우의 수 알아보기를 통해 확률을 도입하고 있는데, 미국의 경우 이론적 확률, 표본공간, 확률 비교 등의 확률 개념이 단계별로 아동의 학습 능력 수준을 고려하여 난이도가 점점 높아지는 반면, 우리나라의 경우 확률에 대한 개념 이해가 되어 있지 않은 상태에서 경우의 수 알아보기, 순서에 따른 짝짓기 방법으로 경우의 수 알아보기, 순서가 있는 경우의 수 알아보기, 여러 가지 경우의 수 알아보기, 나뭇가지 그림을 그려서 경우의 수 알아보기 등의 1차원 사건의 표본공간, 2차원 사건의 표본공간의 확률 개념을 다룬 후에 마지막 차시에서 확률을 이해하고 확률 구해보기를 다루고 있다.

2. 초등학교 학생 확률 개념 실태 조사

프로그램 개발에 앞서 초등학교 확률 개념 실태를 조사하기 위한 확률 개념 검사지는 앞에서 사용된 미국의 Carole Greenes, Miriam A. Leiva, Bruce R. Vogeli가 집필한 'Houghton Mifflin Mathematics(grade 1~grade 6)'(2002)와 Evan M. Maletsky가 집필한 'Harcourt Math (grade 1~grade 6)'(2002)와 'Harcourt Math (Practice Workbook) - Pulpil Edition(grade 1~grade 6)' (2002)등을 참고하여 연구자가 제작하였으며, 확률 개념 문항에는 '조건부 확률'을 제외한 '표본공간', '이론적 확률', '실험적 확률', '확률 비교', '독립성'의 확률 개념이 포함된다.

확률 개념 실태 조사를 위한 대상은 하남시의 G초등학교 3학년 두 학급 50명, 4학년 한 학급 31명, 5학년 한 학급 28명, 6학년 한 학급 31명을 대상으로 하였다. G초등학교에서 4, 5, 6학년은 한 학급만 편성되어 있으나, 3학년의 경우 두 학급으로 편성되어 있으며, 학년별 학생수가 확률 개념 실태 조사에서 다른 학년에

영향을 주지 않는다고 판단되어 두 학급 모두를 조사대상으로 하였다. 1, 2학년은 다루는 확률 개념이 제한적이어서 연구 결과에 큰 영향을 미치지 않는다고 판단되어 제외하였다.

이 장에서는 문항 영역별로 오답률이 높거나 주시해볼만한 반응을 보인 1~2문제를 학년별로 자세히 분석해 보았다. 분석 내용에는 검사 문항과, 오답 유형, 오답 유형별 사례가 포함된다.분석 결과를 살펴보면 첫째, '이론적 확률'에서는 3학년 검사 문항의 난이도가 다른 학년에 비해 쉬운 편이어서 39.1%로 상대적으로 오답률이 낮았으며, 5학년이 59.15%로 가장 높은 오답률을 보였다. 3~6학년 모두 주관적 판단으로 가장 일어날 것 같은 사건을 예측하는 확률 개념 1수준의 오류가 많았다.

둘째, '확률 비교'는 다른 확률 개념보다 이해도가 높았는데, 양적인 판단으로 가장 일어날 것 같은 사건을 예측하는 확률 개념 3수준의 아동이 많았다.

셋째, '표본공간'에서는 3~6학년 모두 오답률이 가장 높았는데, 1차원 사건의 나올 수 있는 모든 경우의 수를 모두 열거하지 못하는 확률 개념 1수준의 아동이 많았으며, 특히 2차원 사건의 경우에는 매우 다양한 오답이 나왔다. 3학년의 경우 84.73%로 오답률이 가장 높았는데, 문항자체를 이해하지 못해 오답을 한 경우가 많았다.

넷째, 6학년의 경우 '실험적 확률'의 오답률이 61.3%, '독립성' 확률 개념의 오답률이 68.82%로 실험적 확률이나 독립성에 관한 확률 개념 이해 정도가 낮았다.

3. 1차 확률 프로그램의 기본 방향과 구성

초등학생 확률 개념 이해 실태를 조사해 본 결과와 미국의 교과서를 참고하여 다음과 같이 3학년 대상의 확률 프로그램의 기본 방향을 설정하였다.

첫째, 학생들의 흥미와 관심을 끌 수 있는 현실과 관련된 여러 상황(과제)에서 확률적 사고를 이용할 수 있는 방향으로 확률을 도입한다.

둘째, 학생들의 확률적 직관을 적극 활용하되 실험이나 모의실험을 통해 다음에 어떤 일이 발생하고 실험 결과가 무엇을 의미하는지를 추측해 보게 하여 점차 반성적 사고 과정을 통해 올바른 확률적 개념을 구성할 수 있도록 지도한다. 1차 확률 프로그램은 '일어날 결과 예상하기', '더 ~할 것 같은, 덜 ~할 것 같은', '이론적 확률'과 '실험적 확률', '확실한'과 '불가능한', '나올 수 있는 경우의 수', '자료 보고 일어날 결과 예상하기'의 8차시의 활동으로 구성된다.

각 차시의 활동은 활동의 목표, 관련된 확률 개념, 필요한 자료, 교수·학습 전개안, 프로그램 활동 학습지가 포함되어 있다. 각 활동은 수학 수업 1차시 분량으로 구성하였으며, 사전검사 결과 가장 많은 오답률을 보인 '나올 수 있는 경우의 수' 활동만 2차시 분량으로 구성하였다. 따라서 전체 활동은 초등학교 수학의 한 단원 분량인 8차시로 구성하였다.

각 차시별 주제와 관련 확률 개념은 다음 표(<표Ⅳ- 1>)와 같다.

'조건부 확률'과 '독립성'의 확률 개념은 미국의 교과서에서도 다루고 있지 않으며, 초등학교 3학년 학생에게 도입하기 어렵다고 판단되어 본 프로그램 구성 내용에서 제외하였다. 또한 확률 개념 4수준에 해당하는 확률을 수적으로 표현하는 것도 3학년 나 단계에서 분수가 도입되기는 하나 6단원이어서 현행 교육과정상 다루지 않은 내용이므로 무리가 있다고 판단되어 확률 사전검사 및 사후 검사, 프로그램 투입 분석에 그 내용을 넣지 않기로 하였다.

<표Ⅳ-1> 차시별 관련 확률 개념

차시	차시주제	관련 확률 개념
1	일어날 결과 예상하기	이론적 확률
2	더 ~할 것 같은, 덜 ~할 것 같은	확률 비교
3	이론적 확률과 실험적 확률	실험적 확률
4	확실한, 불가능한	이론적 확률
5~6	나올 수 있는 모든 경우의 수	표본 공간
7	공정한, 공정하지 않은	확률 비교
8	자료 보고 일어날 결과 예상하기	이론적 확률

Ⅴ. 1차 확률 프로그램 적용 결과 분석

본 1차 확률 프로그램 적용은 초등학교 3학년 학생 5명을 대상으로 이루어졌다. 정규 교과에 없는 내용이고 학급 전체를 대상으로 하지 않았기 때문에 담임교사와의 협의 하에 특별활동 시간이나 재량활동 시간에 따로 프로그램 적용을 하였다.

학생들의 확률 개념 수준 변화는 프로그램 적용 전·후에 실시한 확률 개념 검사와 비디오 카메라로 녹화한 수업 내용과 학생들의 학습지를 검토하여 Jones 등(1999)이 개발한 확률 개념 수준표를 참고로 이소연(2001)이 표본공간, 실험적 확률, 이론적 확률, 확률 비교 개념의 수준을 정리한 확률 개념 수준표를 참고하여 분석하였다.

1. 확률 프로그램 적용 결과 분석

사전 검사 결과 상(上)수준을 대표하는 상A는 확률 프로그램 투입 중에는 거의 모든 확률 개념을 정확히 이해하였다. 사전 검사 결과 상(上)수준을 대표하는 또 다른 학생 상B는 확률 프로그램 투입 동안 조용한 편이었는데, 왜 그렇게 생각하느냐는 교사의 물음에 대답을 하지 않거나 잘 모르겠다라는 자신감 없는 태도를 많이 보였으나 확률 개념 수준은 향상되었다.

사전검사 결과 중(中)수준을 대표하는 중B는 의사표현이 매우 활발하며, 명랑하고 활달한 성격으로 프로그램 투입에 적극적으로 임하였으며, 매우 즐거워하였다. 표본공간을 제외한 나머지 확률 개념 수준이 향상되었다. 사전 검사 결과 중(中)수준을 대표하는 또 다른 학생 중B는 프로그램 활동에 적극적으로 참여하였는데, 프로그램 활동 중 자신의 생각을 이유를 들어 설명하지 못하였고, '너무', '절대'등의 강조의 표현을 많이 사용하였다. 이론적 확률과 확률 비교의 확률 개념 수준은 향상되었으나 표본공간이나 실험적 확률 개념 수준은 프로그램 투입전과 변화가 없었다. 사전 검사 결과 하(下)수준을 대표하는 하A는 프로그램 활동에 적극적으로 참여하였으나 확률 프로그램 투입 중 많은 개념 이해에 어려움을 겪는 모습을 보였다. 그러나 사후 검사 결과 표본 공간의 확률 개념을 제외한 다른 확률 개념 수준은 향상되었다.

다음은 각 확률 개념에 대한 프로그램 투입 전, 투입 중, 투입 후의 반응들을 분석해 보았다.

가. 이론적 확률

프로그램 투입 전에는 이론적 확률을 판단하는데 있어 '빨간색이 더 진하므로 확률이 높다', '노란색이 더 밝기 때문에 더 많이 일어날 것 같다'등의 주관적 판단을 기준으로 일어날 것 같은 사건을 예측하는 1수준의 경우가 많았는데 '주머니에서 구슬 꺼내기', '회전판 돌리기', '카드 뽑기' 등의 프로그램 활동에서 자신이 예상해본 것을 직접 실험해보고 그 결과를 확인해 봄으로써 양적인 판단을 기준으로 일어날 것 같은 사건을 예측하는 3수준의 반응을 보였다. 프로그램 투입 후에도 '빨간색 구슬이 더 많으므로 빨간색 구슬이 나올 확률이 많다', '빨간색과 흰색의 구슬의 개수가 같으므로 확률도 같다'라는 등의 양적인 판단을 기준으로 일어날 것 같은 사건을 예측하는 3수준의 반응을 보였다.

<사례1> 프로그램 투입 전

상B : 빨간색 바탕이 많으므로 빨간색의 확률이 높다.

중B : (면적이 같은 회전판에서) 노란색이 하나이기 때문에 노란색이 나올 것 같다.

특히 확률이 같은 경우 <사례1>에서와 같이 프로그램 투입 전에는 교사가 어느 조건의 확률이 높은지를 물으면, 둘 중 어느 하나가 더 높아야 한다고 생각하고 색깔의 특성이나 위치를 가지고 주관적 판단으로 일어날 것 같은 사건을 결정했는데, 프로그램 활동을 통하여 실험의 조건이 같으면 확률이 같음을 <사례2>에서와 같이 알 수 있었다.

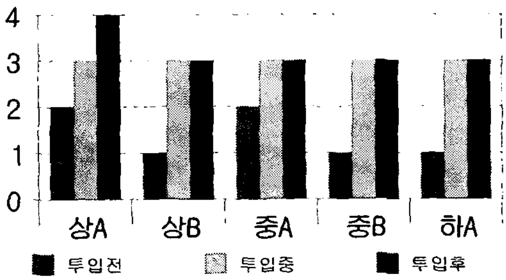
<사례2> 프로그램 투입 후

교사 : 흰색 구슬 3개, 빨간색 구슬 3개가 들어있는 주머니에서 구슬 한 개를 꺼낼 때 어느 구슬이 나올 확률이 높을까?

중A : 구슬의 숫자가 같으니까 비슷비슷해요.

개인별 확률 개념 수준 변화를 살펴보면, 연구 대상 모두 프로그램 투입 중과 투입 후에 양적인 판단을 바탕으로 일어날 것 같은 사건을 예측하는 3수준으로 향상되었다.

연구 대상 다섯 명의 이론적 확률 개념 수준 변화는 다음 [그림Ⅴ-1]과 같다.



[그림Ⅴ-1] 이론적 확률 개념 수준 변화

나. 확률 비교

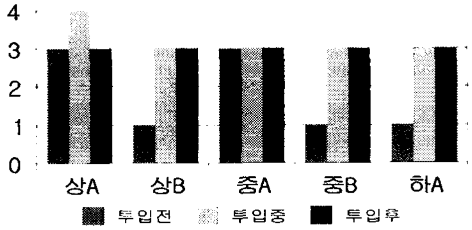
프로그램 투입 전에는 '노란색은 맞추기 쉽고 파란색은 맞추기 어렵기 때문에 공정하지 않다'라는 등의 공정한, 비공정한 상황을 구별하나, 양적인 판단을 바탕으로 확률 비교를 하지 않고 주관적 판단을 사용하는 1수준의 반응을 보인 아동이 3명이었는데, 카드 뽑기 게임, 구슬 꺼내기 게임 등의 프로그램 활동에서 자신이 예상해본 것을 직접 실험해보고 그 결과를 확인해 봄으로써 양적인 판단을 바탕으로 확률을 비교하는 3수준으로 향상되었으며, 프로그램 투입 후 사후 검사에서도 다섯 명 모두 <사례3>에서와 같이 양적인 판단을 바탕으로 확률을 비교하는 확률 개념 3수준의 반응을 보였다.

<사례3> 프로그램 투입 후

상B : 2가 적힌 카드가 더 많으므로 공정하지 않다.

하A : 카드가 똑같이 두 장씩이어서 공정하다.

연구 대상 다섯 명의 확률 개념 수준 변화는 다음 그림과 같다.



[그림Ⅴ-2] 확률 비교 개념 수준 변화

[그림Ⅴ-2]을 보면 다섯 명 모두 프로그램 투입 결과 양적인 판단을 근거로 확률을 비교하는 3수준으로 향상되었다.

다. 표본 공간

프로그램 투입 전에 가장 오답률이 높았던 확률 개념이어서 본 프로그램의 총 8차시 중 2차시에 걸쳐 프로그램을 적용해보았는데, 프로그램 활동 중에는 1차원 사건과 2차원 사건의 결과를 열거하는 3수준의 반응을 보이기도 하였으나, 프로그램 적용 후 사후 검사 결과 상A와 상B는 3수준으로 향상되었으나, 중A, 중B, 하A는 투입 전과 마찬가지로 1수준에 그쳐 아이들이 이해하는데 가장 어려움이 많은 것으로 나타났다. 프로그램 투입 전의 아이들의 확률 개념 수준을 자세히 살펴보면 1차원 사건의 모든 결과를 열거하지 못하는 확률 개념 1수준의 반응을 보였는데, 그 예는 다음 <사례4>와 같다.

<사례4>

교사 : 이 주머니에서 나올 수 있는 경우들은 어떤 게 있지?

상A : 빨간색이 많이 나와요.

상B : 모두 다 나와요.

중A : 무슨 문제인지 모르겠어요.

<사례4>에서 알 수 있듯이 문제 자체를 이해하지 못하거나, 확률이 가장 높은 경우 한 가지만을 답하거나, 모든 결과를 다 열거하지 않고 모두 다 나온다고 답하였다. 프로그램 투입 중에는 동전 한개 던지기, 주사위 한 개 던지기, 회전판 돌리기 등의 활동을 통하여 나올 수 있는 경우들을 자연스럽게 찾을 수 있게 되었는데, 1차원 사건의 표본 공간은 비교적 쉽게 이해하고 열거할 수 있었던 반면, 2차원 사건의 표본 공간은 두 사건이 동시에 일어난다는 것을 고려하지 않고 단순히 각각의 사건들의 경우의 수를 더하는 오류를 보였으며 그 예는 다음 <사례5>와 같다.

<사례5>

교사 : 동전 한 개와 주사위 한 개를 던졌을 때 나올 수 있는 경우는 모두 몇 가지일까.?

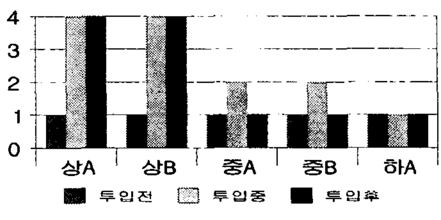
중B : 여덟 가지요.

교사 : 어떻게 여덟 가지지?

중B : 주사위 여섯 가지 더하기 동전 두 가지요.

위의 <사례5>에서 보였던 오류는 동전 두 개를 동시에 던지기, 동전 한 개와 주사위 한 개를 동시에 던지기 등의 프로그램 활동을 통해 자신의 생각이 잘못되었음을 알 수 있었으나, 상A와 상B를 제외한 나머지 세 명의 아이들은 다른 2차원 사건의 표본 공간을 구하는 문제를 여전히 어려워하였다. 프로그램 활동 후 사후 검사 결과에서도 상A와 상B는 2차원 사건의 모든 결과를 열거하는 확률 개념 4수준의 반응을 보였으나, 나머지 세 명의 아이들은 다시 1수준의 반응을 보였다.

연구 대상 다섯 명의 표본 공간 확률 개념 수준 변화는 다음 [그림Ⅴ-3]과 같다.



[그림Ⅴ-3] 표본 공간 확률 개념 수준 변화

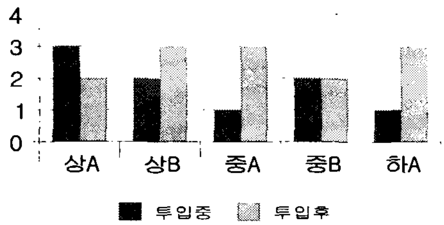
[그림 V-3]을 보면 상A와 상B의 경우 1차원 사건의 표본 공간 뿐 아니라 2차원 사건의 표본 공간도 모두 나열하며, 2차원 사건의 결과를 열거하기 위해 전략을 채택, 적용하는 4수준의 반응을 보였으며, 중A와 중B는 프로그램 투입 중에는 2차원 사건의 결과를 불완전하게 열거해 확률 개념이 2수준까지 향상되었던 것이 프로그램 투입 후 사후 검사에서는 다시 1차원 사건의 결과도 모두 열거하지 못해 1수준에 그쳤다.

하A의 경우는 투입 전과 투입 중, 투입 후의 확률 개념 수준 변화가 없었다.

라. 실험적 확률

학년 발달 단계에 맞지 않는다고 판단하여 사전 검사를 실시하지 않았으나 프로그램 개발 단계에서 연구자가 필요하다고 생각되어 투입한 내용이다. 실험 조건이 같은 경우 결과가 같지 않고 다른 이유를 묻는 교사의 질문에 '예상한 것과 실제 결과는 다를 수 있어요'라는 등의 대답을 하였다. 그리고 이론적 확률과 실험적 확률이 다르다는 것을 회전판 돌리기나 구슬 꺼내기 등의 활동을 통해 쉽게 알 수 있었다. 또한 일어날 것 같은 사건을 결정하기 위해서는 큰 표본이 필요함을 인식하는 확률 개념 3수준에서 실험의 조건이 같은 경우 각각 10번, 30번, 50번 반복한 후 친구들의 결과와 합해보면서 큰 수의 시행횟수를 반복할수록 이론적 확률에 가까워짐을 확인하는 활동을 하였다. 그러나 활동 후에 상A의 경우 일부러 맞춰서 이론적 확률과 실험적 확률이 같아지게 한다고 하였으며, 중B는 모르겠다고 하여 확률 개념 2수준에 그쳐 어려움이 있는 것으로 나타났다.

연구 대상 다섯 명의 실험적 확률 개념 수준 변화는 다음 [그림V-4]과 같다.



[그림V-4] 실험적 확률 개념 수준 변화

2. 논의

프로그램 적용 결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, '이론적 확률'개념에서는 학년 발달 단계상 확률에 수적인 부여를 할 수는 없었으나, 5명의 연구 대상 모두 양적인 판단으로 일어날 것 같은 사건과 일어날 것 같지 않은 사건을 예측하는데 어려움이 없었으며, 특히 실험의 조건이 같은 경우에 '빨간색이 더 진하므로 확률이 높을 것 같다', '파란색이 더 좋으므로 파란색 확률이 높을 것 같다' 등의 가장 많은 오개념을 가지고 있었는데, 양적인 비교를 통해 확률이 같다는 것을 알 수 있었다.

둘째, '확률 비교'에서는 공정한, 비공정한 상황을 구별하지 못하거나, 주관적인 판단을 하는 경우가 있었으나, 프로그램 투입 후에는 수적인 확률을 부여하여 비교하지는 못하여도 양적인 판단을 바탕으로 확률을 비교할 수 있었다.

셋째, '표본 공간'에서는 확률 프로그램 투입 전이나 투입 후 모두 가장 개념 이해가 어려웠던 것으로, '나올 수 있는 모든 경우의 수를 모두 구하라'의 의미를 혼동하는 경우가 많아 확률이 가장 높은 경우로 답하거나 사건 결과의 일부만을 답하는 사례가 많았다. 좀 더 다양한 상황을 설정하고 실험해보는 것이 필요하다고 판단된다.

넷째, '실험적 확률'에서는 프로그램 투입 중

에는 '그런데 면적은 같은데 왜 나온 숫자가 달라요?', '왜 하A만 결과가 달라요?'와 같이 실험적 확률과 이론적 확률이 다르다는 것에 의문을 가졌으나 그 둘 사이의 관계를 인식하는 것에는 어려움이 있었다. 그래서 다양한 상황을 설정하고 많은 실험을 통해 경험적으로 깨닫도록 하는 것이 필요하다고 판단되었다.

그 외의 프로그램 투입에 있어서 주목할 만한 점들을 몇 가지 살펴보면,

첫째, 연구 대상 모두 일어날 것 같지 않은 사건에 대한 집착이 강했는데, 왜 기분이 좋으냐는 연구자의 질문에 '그냥 좋다', '저절로 기분이 좋아진다.' 등으로 대답해 특정 실험 조건이 마음에 든다기보다는 확률이 적은 경우를 더 선호하는 것으로 나타났다.

둘째, 이론적 확률과 실험적 확률이 다른 경우, 그 둘의 관계를 인식하지 못하여 실험 결과가 의도되거나 조작된 것이라고 판단하였다.

셋째, 활동 방법에 대한 이해 부족으로 '예상하기'단계에서 잘못된 추측을 하는 경우가 많았다. 회전판 돌리기에서는 '바늘이 흰색 부분(회전판의 바깥 부분을 말함)에 가서 맞으면 어떻게 해요?'라는 질문을 하였다. 또한, 문항 이해 부족으로 인한 오답도 많았는데, 이는 학년 발달 단계 특성에 따른 것으로 프로그램 투입 전의 확률 개념 사전 검사에서 고학년으로 올라갈수록 적어지는 것을 볼 수 있었다.

VI. 2차 확률 프로그램의 개발

1. 1차 확률 프로그램 적용의 문제점과 개선 방향

첫째, 학습 소재가 주사위, 동전, 숫자 카드로 한정되어 있어 아이들이 흥미 있어 하지 않을 때도 있었다. 특히 확률 단원은 실생활과 깊은 연관을 갖고 있기 때문에 실생활과 관련된 확률 문제를 도입한다.

둘째, 이론적 확률과 실험적 확률의 관계를 이해하는데 어려움이 많았다. 1차 확률 프로그램의 활동을 통해 이론적 확률과 실험적 확률이 다름을 알 수 있었으나, 이론적 확률과 실험적 확률이 비슷해지거나 같아지려면 큰 표본이 필요함을 인식하는 것은 어려웠는데, 앞장에서 미국의 교과서를 보면, 5단계에서 이론적 확률과 실험적 확률이 비슷해지거나 같아지려면 큰 표본이 필요함을 알 수 있는 실험적 확률 4수준을 다루고 있다. 1차 확률프로그램 적용 결과와 미국의 교과서 분석 결과를 바탕으로 초등학교 3학년에서는 이론적 확률과 실험적 확률이 다를 수 있음을 알 수 있는 정도로 학습 목표를 설정한다.

셋째, 표본 공간 확률 개념에서는 다른 확률 개념보다 개인차가 많이 나타났으므로 다양한 문제 상황을 설정한 수준별 학습을 한다. 본 연구의 1차 확률 프로그램 5차시 '나올 수 있는 경우의 수'에서는 1차원 사건의 표본 공간을 구하는 활동 3가지, 2차원 사건의 표본 공간을 구하는 활동 2가지를 실시하였는데, 상(上)수준에 해당하는 상A와 상B만 표본 공간 1수준에서 표본 공간 4수준으로 향상되었고, 나머지 아동은 투입전과 투입 후 모두 1차원 사건의 결과를 모두 열거하지 못해 표본 공간 1수준에 그쳤는데, 1차원 사건의 표본 공간을 구해보는 활동을 하면서 표본 공간에 대한 확률 개념이 충분히 이해되지 않은 상태에서 2차원 사건의 표본 공간 구해보는 활동을 하자 개념 혼동 등 혼란스러워 하는 반응을 보였다. 따라서 1차원 사건의 결과를 모두 열거할 수 있는 아동은 2차원 사건의 표본 공간 구하는 활동을 제시하며, 1차원 사건의 결과를 모두

열거하지 못하는 아동에게는 1차원 사건의 좀 더 다양한 문제 상황을 제시하도록 한다.

2. 2차 확률 프로그램 개발

위에서 제시한 제 1차 확률 프로그램 적용 결과에 따른 개선 방향에 의해서 제 2차 확률 프로그램을 개발하였다. 아래는 2차 확률 프로그램 전체를 제시하지 않고, 제 1차 확률 프로그램에서 바뀐 부분만 제시하였다.

가. 1차시 - 일어날 결과 예상하기

실생활과 관련된 문제를 도입한 후, 1차 확률 프로그램의 활동2.(같은 수의 두 가지 색깔의 구슬이 들어 있는 주머니에서 구슬을 꺼낼 때 나올 결과 예상하기)를 하여, 실생활의 적용력을 높인다.

나. 2차시 - 더 ~할 것 같은, 덜 ~할 것 같은

비와 비율 개념이 학습되어 있지 않은 상태여서 두 주머니에서의 빨간색 구슬의 비율을 알기 어려우므로 다음의 활동3(어느 상자에서 왕을 뽑을 가능성이 많은지 알기)로 수정하고, 심화활동1(어느 상자에서 왕을 뽑을 가능성이 많은지 알기), 심화활동2(어느 주머니에서 빨간 구슬을 꺼낼 가능성이 많은지 알기)는 모든 학생들이 학습하지 않고, 상위 학생 등의 심화 학습의 자료로 활용한다.

다. 3차시 - 이론적 확률과 실험적 확률

1차 확률 프로그램 적용 결과 이론적 확률과 실험적 확률이 다를 수 있다는 것은 활동을 통해 쉽게 이해할 수 있었으나, 그 관계를 인식하는 것에는 어려움이 많았다. 따라서 활동4(이론적 확률과 실험적 확률의 관계 알기)는 상위 수준의 학생 등의 심화 학습 자료로만 활용한다.

라. 5~6차시 - 나올 수 있는 모든 경우의 수

활동4와 활동 5는 2차원 사건의 표본 공간을 열거해보는 활동인데, 1차 확률 프로그램 적용 결과 상(上)수준에 해당하는 상A와 상B를 제외하고는 2차원 사건의 표본 공간을 열거하지 못하였다. 따라서 활동1(동전 한 개를 던져 나올 수 있는 경우 알기), 활동2(내 짝꿍을 정할 수 있는 경우 알기), 활동3(리듬악기 한 개를 선택할 때 나올 수 있는 경우 알기)를 활동 한 후에는 학습 성취도에 따라 보충활동1(주사위 한 개를 던져 나올 수 있는 경우 알기), 보충활동2(회전판 돌리기에서 나올 수 있는 경우 알기) 또는 심화활동1(동전 두 개를 동시에 던져 나올 수 있는 경우 알기), 심화활동2(동전 한 개와 주사위 한 개를 동시에 던져 나올 수 있는 경우 알기)를 한다.

마. 7차시 - 공정한, 공정하지 않은

카드 게임을 통해 공정한지 아닌지를 알아보는 활동은 실험의 조건을 보고 아이들이 쉽게 판단할 수 있으며, 전 차시에서 많이 다루어 본 활동 소재이기 때문에 흥미 있어 하지 않았다. 따라서 다음과 같은 고리던지기 게임의 문제 상황을 투입하여 아이들이 흥미와 관심을 높이고, 각 상황의 확률을 비교를 하게 한다.

바. 8차시 - 자료 보고 일어날 결과 예상하기

본 차시의 활동에 비해 정리하기 활동에서는 비와 비율을 고려해야 하는 문제여서 난이도가 높았으며, 더욱이 실제 해볼 수 있는 활동이 아니어서 아이들의 많이 어려워했었다. 따라서 1차 확률 프로그램의 정리하기 활동을 본 차시

활동으로 넣고 친구들이 좋아하는 것을 조사해 보고 다음에 일어날 상황 예상하기와 같은 문제 상황을 설정하여 실제 활동해 보고 비와 비율을 고려해야 하는 조건을 삭제한 정리하기 활동을 하도록 한다.

VII. 결 론

우리나라의 교육과정에서는 초등학교 6학년 나단계에 '경우의 수 알아보기'를 통해 확률을 지도하고 있으나 우리와 달리, 현재 외국의 경우 저학년부터 확률지도 내용이 도입되고 있으며, Fischbein(1975), Davies(1965), Golberg(1966) 등은 확률 개념의 학습은 체계적인 지도를 통해 구체적 조작기 이전에도 시작될 수 있다고 주장하고 있다.

따라서 본 연구에서 초등학교 3~6학년의 확률 개념 이해 실태를 조사해 본 결과, 첫째, '이론적 확률'에서는 3~6학년 모두 주관적 판단으로 가장 일어날 것 같은 사건을 예측하는 확률 개념 1수준의 오류가 많았다. 둘째, '확률 비교'는 다른 확률 개념보다 이해도가 높았는데, 양적인 판단으로 가장 일어날 것 같은 사건을 예측하는 확률 개념 3수준의 아동이 많았다. 셋째, '표본공간'에서는 3~6학년 모두 오답률이 가장 높았는데, 1차원 사건의 나올 수 있는 모든 경우의 수를 모두 열거하지 못하는 확률 개념 1수준의 아동이 많았으며, 특히 2차원 사건의 경우에는 매우 다양한 오답이 나왔다. 넷째, 6학년의 경우 '실험적 확률'의 오답률이 61.3%, '독립성' 확률 개념의 오답률이 68.82%로 실험적 확률이나 독립성에 관한 확률 개념 이해 정도가 낮았다.

본 연구의 의도는 초등학교 3학년에서 6학년까지의 확률 개념 실태를 조사하고, 초등학교 3학년 학생들에게 확률 교육을 실시하여 그 적용 가능성을 분석하는 기회를 가져봄으로써, 3학년에도 확률 개념 교육을 도입할 수 있음을 주장하는 것이다. 이에 따라 본 프로그램을 초등학교 3학년 5명에게 적용한 결과, 5명의 학생 모두 이론적 확률과 확률 비교 개념 이해 수준이 향상되었으며, 표본공간에 대한 확률 개념은 상 수준에 해당하는 2명만 향상되었으며, 나머지 학생들은 변화가 없어 가장 어려워하는 확률 개념임을 알 수 있었다. 실험적 확률에 대한 확률 개념은 프로그램 투입 중과 투입 후만 비교한다면 프로그램 투입 전에는 실험적 확률에 대한 개념이해가 전혀 되어 있지 않았었는데, 프로그램 후에는 실험적 확률과 이론적 확률이 다를 수 있음을 알게 되어 실험적 확률 개념에 대한 수준이 향상되었다.

끝으로 다음과 같이 제언한다.

첫째, 초등학교 각 학년에 도입될 수 있으며, 실험과 논의가 있는 확률 교육 프로그램이 개발되어야 한다. 둘째, 실생활과 밀접한 관련이 있는 활동 프로그램이 더 많이 개발되어 아이들이 자연스럽게 확률 개념을 이해할 수 있어야 한다. 셋째, 확률 이론이 실제 일어나는 결과와 다름을 깨달을 수 있게 해야 한다.

참고문헌

강지형 · 김수환 · 라병소 · 박성택 · 이의원 · 이정재 외. (2000). **7차 교육과정에 의한 초등 수학교육**. 서울: 동명사

고왕경(1995). **기초확률론**. 서울: 경문사

교육부(1998). **초등학교 교육과정 해설(IV)**. 서울: 대한교과서주식회사.

구본장(1999). **초등학교 확률 개념 지도에 관한 연구**. 인천교육대학교 교육대학원 석사학

위논문.

김정은(2001). **중학생의 확률 직관에 의한 오개념 유형 연구**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

배수진(2002). **컴퓨터를 활용한 확률·통계 교육**. 연세대학교 교육대학원 석사학위논문.

배영권(2002). **초등학교 확률과 통계학습 지원을 위한 스프레드시트 개발**. 대전대학교 교육대학원 석사학위논문.

오인숙(1994). **확률 개념의 형성 시기에 관한 연구**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

우정호(2001). **학교수학의 교육적 기초**. 서울: 서울대학교출판부.

이경미(1997). **초등학교 수학과 확률·통계 관련 내용의 재구성에 관한 연구**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

이경화(1996). **확률 개념의 교수학적 변환에 관한 연구**. 서울대학교 대학원 박사학위논문.

이명숙(2001). **행위 당사자 연구**. 서울: 교육과학사.

이소연(2001). **초등학교 확률 학습 프로그램 개발과 적용에 관한 사례 연구(초등학교 6학년 대상으로)**. 한국교원대학교 대학원석사학위논문.

이용숙(2001). 인류학적 실행 연구. **한국교육인류학회 추계 학술대회 논문집,** 105-131.

이재익(2002). **제 7차 초등수학 교육과정 분석을 통한 확률·통계 영역의 효율적인 지도방법**. 서울시립대학교 교육대학원 석사학위논문.

이중권(2002). **세계 여러 나라의 수학교육과정**. 서울: 경문사.

이혁규(2002). 현장연구지원제도의 현황과 개선방향. **교육인류학연구,** 5(2), 115-155.

조주생(2002). **확률과 통계 교과서 단원 전개에 관한 연구**. 영남대학교 대학원 석사학위논문.

Allen, W. J. (2001). *Working together for environmental management: The role of information sharing and collaborative learning*. Unpublished doctoral dissertation.

Carole Greenes, Miriam A. Leiva, & Bruce R. Vogeli. (2002). *Houghton Mifflin mathematics.(grade1 ~ grade6)*. Houghton Mifflin.

Carr, W., & Kemmis, S. (1986). *Becoming critical*. The Falmer Press.

Davies, C. M. (1965). *Development of the probability concept in children. Child development* 36.

Dickens, L., & Watkins, K. (1999). Action research: Rethinking Lewin. *Management Learning, 30*(2), 132-135.

Earl-Slater, A. (2002). The superiority of action research?. *British Journal of Clinical Governance, 7*(2), 132-135.

Evan M. M. (2002). *Harcourt Math (grade1 ~ grade6)*. Harcourt.

Evan M. M. (2002). *Harcourt math (practice workbook) - pulpil edition (grade1 ~ grade6)'*. Harcourt.

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

Golberg, E. (1996). Probability judgements by pre-school children : Task conditions and performance. *Child development, 30,* 157-167.

Jones, G. A., Langrall C. W., Thornton C. A., & Mogill A. (1999). Student's probabilistic thinking in instruction. *Journal for Research in Mathematics Education, 30*(5), 487-519.

Kemmis, S., & McTagaart, R. (2000). Participatory action research, In N. K. Denzin & Y. Lincoln, (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 567-605). sage Publications.

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

Stringer, E. T. (1999). *Action research.* Sage Publications.

Usher, R., & Bryant, I. (1989). *Adult education as theory, practice and research: The captive triangle.* Routledge.

A Study on the Development and Application of Probability Program in Elementary School -Centered on the 3rd grade-

An, Mee Jeong (Hanam Gogol Elementary School)
Park, Young Hee (Cheongju National University of Education)

The purpose of this research is to develop a probability program based on the actual condition of understanding of probability by the elementary school students from 3rd to 6th grade and search for ways to apply it to the 3rd grade of elementary school students.

Based on the results from the research, the author reached a conclusion as following. After applying the learning program to five students of 3rd grade, all of the five students made progress understanding the concept of experimental and theoretical probability. However, for understanding the concept of example space, only two leading students were improved, which shows that students are having much difficulty in understanding the concept. As for understanding the concept of experimental probability, many students gained the conceptual difference between the experimental and theoretical probability after using the program and enhanced their understanding of experimental probability.

* **Key words** : probability(확률), program(프로그램), understanding(이해), experimental probability(실험적 확률), theoretical probability(이론적 확률), sample space(표본공간)

논문접수 : 2004. 12. 30
심사완료 : 2005. 1. 30