한국수학사학회지 제18권 제4호(2005년 11월), 67-84

민속수학과 목제주령구의 확률 연구

한양대학교 응용수학과 **왕문옥**
wang@hanyang.ac.kr

한양대학교 교육대학원 **서정철**
sjc3410@hanmail.net

한양대학교 교육대학원 **임인경**
inkl0102@hanmail.net

수학의 문화적 가치와 함께 민속수학에 대하여 알아봄으로서 수학 학습에 흥미를 느끼고 능동적으로 수업에 참여할 수 있게 하며, 특히 신라시대에 사용하였던 경주 안압지에서 출토된 목제주령구의 확률연구를 위해 14면주사위의 여러 가지 확률과 비교하여 오늘날 우리 교육 과정에서 활용할 수 있는 방안을 알아보고, 그 확률에 대하여 연구한다.

주제어 : 민속수학, 목제주령구, 확률.

0. 서론

민속이란 한 나라에서 태고 이래로 지금까지 전승되어 온 잔존문화이며, 민속문화는 특정한 민족이나 공동체만이 가지는 독특한 것으로 많은 변화 속에서도 바뀌지 않고 이어져 오는 문화유산이다. 21세기 세계화, 정보화 시대를 살아나갈 새로운 가치 창출을 위해서는 우리 문화에 대한 이해가 바탕이 되어 민족의 미래에 대한 끊임없는 희망과 용기를 가져야할 것이다. 또한 현재를 힘차게 살아갈 정신을 갖추게 하기 위해서는 우리의 민속문화에 대해 자긍심을 가지고 바르게 이해하며 지속적으로 새로운 것을 탐구하는 능력을 갖춰야할 것이며, 변화하는 과정에 슬기롭게 능동적으로 대처하면서 새로운 가치를 산출하고 생산해 내기 위한 바탕으로 계승 발전해 나가야 할 것이라 할 수 있다[4]. 그렇다면 민속수학이란 무엇일까? d'Ambrosio(1985)는 '수학적 활동(doing mathematic)'과는 또 다른 문화적 활동들에 깊이 내재된 결과로써 다양한 수학적 형태들을 언급하기 위하여 '민속수학'이라는 표현을 사용하여 왔다[19]. 또한, Ascher(1991)는 수학의 다문화적 관심으로의 진전을 위하여 수학의 논의에서 배제되었던 사람들의 수학적 생각들에 대한 연구를 '민속수학'이라고 하며 신 개척 분야라고 하였다[18]. 민속수학에 대한 연구의 목적은 수학사를 다 문화적이고 세계화적인 관점

을 갖는 것으로 확장하려는 목적을 가진 것으로, 옛날 사람들의 수학적 생각에 대한 연구와 표현들을 필요로 한다[5].

민속수학은 주로 오락성을 내포하고 있는 놀이의 형태를 띠고 있으므로 전통사회가 나타내고자 했던 신념과 가치를 자연스럽게 계승시킬 수 있을 것이며, 이러한 민속수학을 발전시켜 교육현장에 적용함으로써 학생들에게 우리나라의 전통적 가치를 공유할 수 있게 하는 것은 세계화 시대에 우리 전통문화를 이해하고 발전시키는데 큰 의의가 있다[6]. 따라서 민속수학에 대한 올바른 이해와 연구는 우리의 정서와 생활 감정에 맞는 민속수학을 학생들에게 전달해 주는 역할자로서의 교사에게는 중요한 일이라 생각되며 이에 대하여 보다 상세히 알아보고자 한다.

최근 많은 연구자들이 우리의 민속문화를 수학교육에 접목시키고, 적용함으로써 학생들에게 학습의 흥미유발을 위한 민속수학 교구를 발굴 개발하고자 노력하고 있어 이를 활용한 학습의 필요성을 느끼고 있다. 따라서 신라시대에 놀이로 사용하였던 경주 안압지에서 출토된 목제주령구 일명 14면체 주사위의 소개와 그에 대한 확률을 연구하고자 한다.

확률 개념을 설명할 때 주사위나 동전 실험에서는 출현 결과가 동등한 확률을 가지고 있다는 고전적 설명을 하지만 목제주령구는 면이 기하학적으로 동형이 아니기 때문에 고전적 확률을 설명하기는 어려워 다른 논리적 사고를 요구하게 된다. 목제주령구의 확률에 대한 기하학적 접근의 선행 연구가 있으나, 본 논문은 14면주사위의 여러 유형의 확률들에 대하여 알아보고 선행 연구를 보완 발전시키고자 한다. 그리고 본 연구의 결과를 통하여 앞으로 교실에서 이루어질 확률 개념 지도 수업은 학생들의 흥미를 유발시킬 뿐 아니라 확률에 대한 이해를 쉽게 할 수 있을 것으로 기대한다.

1. 민속수학

1) 수학적 문화형성

문화의 정의는 어떤 패러다임을 따르느냐에 따라 다양하며, 시대에 따라 변화하여 왔기 때문에 문화를 분명하게 정의를 내리기는 어렵다. 문화를 바라보는 다양한 시각에서 공통적으로 인정하는 사항은 각 사회마다 고유의 문화가 있어 그 문화를 학습해야 하며([20], 재인용), 문화가 사회화라는 보편적인 과정의 내용이자 한 사회에 수용되는 공유된 의미들이 문화의 내용을 형성한다는 것이다[20]. 여기에서 공유된 의미들은 유형의 것들뿐만 아니라 생활양식이자 사고양식이라 할 수 있다. 또한 일반적으로 수학교육의 목적을 실용적 측면, 도약적 측면, 심미적 측면, 문화적 측면의 4가지로 고찰할 수 있는데 특히 문화적 측면의 의미를 살펴보면 수학은 인류가 오랜 역사에 걸쳐 지속적으로 발전, 누적시켜 온 정신 문화의 유산이라고 할 수 있다. 따라서 학생

들에게 지적인 즐거움과 만족감을 주고 나아가 인류가 남긴 문화적, 학문적 유산을 계승하고 발전시켜 후세에 전달하여 주는 것이 수학교육의 또 하나의 목표라고 할 수 있다[3]. 그렇다면 수학적 문화란 무엇일까? 수학적 문화란, '수학적 부분문화' 또는 '문화의 수학적 요소'라 할 수 있다. 보편적인 수학적 문화의 공통분모라 할 수 있는 구체적인 요소인 환경적인 활동으로서의 셈하기, 위치 잡기, 측정하기, 설계하기, 놀이, 설명하기 등과 아울러 좀 더 고유한 민속적 관점의 문화적 활동들에 깊이 내재된 각양각색의 다양한 수학적 형태들을 포함하는 것으로 한다. 또한 수학적 문화의 이념적 차원에서의 가치는 객관성과 합리성, 정서적 차원에서의 가치는 통제성과 진보성, 사회학적 차원에서의 가치는 신비성과 개방성이 있다.

예술과 종교, 또는 과학과 마찬가지로 수학도 또한 그 시대의 문화 속에서 발생하여 성장해왔다. 어떤 사회가 가지고 있는 수학의 존재, 이유, 가치, 역할, 기능 등은 그 시대의 문화에 의해서 각기 다르다. 즉 각각의 문화에 적합한 수학을 가지고 있다는 것이다. 세계의 여러 문화에 의하여 형성된 수학의 종류로서는 인도, 중국, 바빌로니아, 이집트, 아라비아. 마야, 그리스, 로마의 수학 등 다양하다.

이와 같이 각각의 수학이 각각의 문화 가운데서 그 뿌리를 내리고 성장하며, 발달하고, 쇠퇴 또는 도태된다는 독일의 문화철학자 Spengler(1880-1939)의 말은 일리가 있다. 수학은 각각의 시대, 각각의 문화와 밀접한 관계를 가지고 있으며, 거기에 상응하는 많은 수의 세계를 형성해 왔다[12]. 따라서 우리나라 민속문화가 한국 수학교육에 많은 영향을 미치고 있을 것으로 사료된다.

민속수학은 수학사를 다 문화적이고 세계적인 관점을 갖는 것으로 확장하려는 목적을 가진 것으로 옛날 사람들의 수학적 생각들의 연구와 표현을 필요로 하므로 진정으로 세계적이고 인간적인 역사는 다른 문화들로 확장되어야 하고 소수의 집단이나 개인을 초월한 또 다른 문화로 확산되어야 한다[5]. 수학적 문화 형성의 목적은 학교에서 배운 수학이 개인의 사회・문화적 생활에서 힘을 발휘할 수 있게 하는 것으로 오랜 인류의 문화 발전에 크게 기여한 수학적 요소가 의미 있는 활동으로서의 수학적 문화를 형성하게 함을 의미한다. 즉, 자기가 속한 고유한 문화의 민속수학의 사고방식과 아이디어 등을 살리면서 아울러 다른 문화의 민속수학의 사고방식과 아이디어 등을 활용할 것들이 요구된다.

2) 일상의 수학적 문화와 민속수학

일상에서 수학적 문화란 셈하기, 측정하기, 설명하기 등의 환경적인 활동 뿐 아니라 고유한 민속적 관점의 문화적 활동들에 내재된 다양한 수학적 형태들을 포함하는 것이다. 문화적 활동들에 깊이 내재된 결과로써 각양각색의 다양한 수학적 형태들로서의 민속수학을 수학적 문화의 개념에 포함시킨 이유는 그 시점을 과거와 미래로 확장시켜볼 때, 다소 배제되었던 고유한 민속문화나 다른 독특한 민속문화 속의 수학적

생각들을 되살리려는 의도이다. 물론 이러한 활동들을 통하여 수학적 개념의 형성과 탐구 뿐 아니라 일상생활에 도움이 될 만한 통합교과적인 수학적 대상들을 주로 취급하는 프로젝트 중심의 실용성을 추구하는 것으로 볼 수 있다. 이 때 민속수학은 생활수학이나 오락수학과 공유하는 부분도 있을 것이며, 대부분은 외면당하고 있는 상태에 있다고 보아도 무방할 것이다. 또한 같은 교실의 학생들도 모두 동일한 사회·문화적 배경을 가지고 있다고 보기는 어렵다. 이러한 다양한 배경의 사회·문화적 경험을 교류할 수 있는 좋은 장소가 바로 공교육이 이루어지는 교실 현장이라고 할 때, 우리 민속수학을 이용한 활성화 방안의 모색은 중요한 것이다. 지금은 외면당하고 있다 할지라도 과거의 고유한 민속수학에는 훌륭한 수학적 개념들이 있을 수 있다. 따라서 의미 있는 수학적 문화 형성을 위해서는 온고지신의 지혜가 요구된다는 점에서 민속수학의 개념은 수학적 문화의 중요한 요소로 포함되어야 한다. 뿐만 아니라 오락수학, 생활수학 등에서의 도구로서의 일상의 인지를 대상화하여 교수·학습하려는 노력이 필요하며 인류의 훌륭한 문화유산으로서의 의미 있는 수학적 문화의 형성을 위하여 민속수학의 독창성과 생활수학의 실용적 교수·학습의 과정에서 구현되어야 한다[5].

3) 민속수학이 수학교과 교구로서 활용 방안

민속수학을 학교에서 어떻게 활용하느냐는 여러 가지로 생각해 볼 수 있다. 우선 문헌을 이용하는 방법이 있다. 문헌이라 하면, 산학계몽이나 구장산술 등과 같이 한문으로 쓰여 진 어려운 것들만 연상하기 쉽다. 그러나 요즈음은 민속놀이(김광언, 1997), 안압지(고경희, 1996) 등 쉽게 접할 수 있는 서적들이 많이 출판되어 있어 이들 자료 개발의 좋은 도구가 될 수 있다. 특히 수학적으로 의미가 있는 민속놀이에는 윷놀이, 투호놀이, 목제주령구 등 많은 놀이를 통한 수학교육의 자료로서 개발 가능하다는 의미가 있다. 민속놀이의 개념에서 놀이는 문화적인 관점에서 자연적이고 정신적인 풍토와 사회를 기반으로 한 그 지역 서민들이 생산해 낸 역사적 소산이며 민간의 생활을 반영한 문화사적 소산이라고 할 수 있다. 그러므로 전통을 생활화하여 우리의 정신을 갖도록 한다는 것은 교육의 측면에서 매우 중요한 일일 것이다. 그러나 최근 지역적 공동체가 허물어져 전통적인 문화 소산인 놀이마저도 점점 사라져 가고 있다[6].

전통놀이란 예로부터 민간에서 전승시킨 풍습으로 전통적으로 행해오는 놀이로 민속놀이라고도 한다. 임재해(1986)는 전통놀이란 고대로부터 일반적으로 행해지면서 민간에 의해 전승되어오는 여러 가지 놀이를 말하며 이는 전통성, 역사성, 고유성, 지속성을 지니는 민속놀이라고도 했다[11]. 심우성(1997)은 민속놀이는 지난 시대 조상들이 놀았던 옛 놀이가 아니라 면면한 역사와 함께 우리 민족이 슬기로 지녀오는 생명력 있는 놀이문화라고 하였다[8].

(1) 윷놀이

윷놀이는 부여족(夫餘族)시대에 다섯 종류의 가축을 다섯 부락에 나누어주어 그 가축들을 경쟁적으로 번식시키는 일에 비유해서 만들어진 놀이에서 비롯되었다고 한다. 그래서 도는 돼지, 개는 개, 걸은 양, 윷은 소, 모는 말에 비유된다. 윷판에서 한 번에 움직이는 거리도 이 동물들의 특성에 따라 정했다. 몸의 크기의 차이를 보면 개보다 양, 양보다 소, 소보다는 말이 더 크다. 돼지는 개보다 몸집이 크지만, 걸음의 속력이 제일 느리기 때문에 '도'에 해당한다. 돼지가 한 발자국의 거리를 뛰는 사이에 말은 돼지의 다섯 배 정도 거리를 가는 셈이다. 확률의 개념이해로서 윷놀이를 활용할 수 있다. 4개의 윷짝을 던졌을 때 나타날 수 있는 경우의 수는 16가지이다. 도가 나올 확률은 $\frac{4}{16}=\frac{1}{4}$, 개는 $\frac{6}{16}=\frac{3}{8}$, 걸은 $\frac{4}{16}=\frac{1}{4}$ 윷과 모는 $\frac{1}{16}$이다. 즉 '개 · 도(걸) · 윷(모)'순으로 나타난다. 그런데 이 확률은 사실 문제점이 있다. 윷짝 하나의 앞과 뒤가 나타날 확률을 똑같이 1/2로 설정했기 때문이다. 그러나 실제로 윷짝의 모양은 곡면과 평면으로 구성된다. 그나마 윷짝은 정확한 반원 형태가 아니라 반원을 넘어 아래가 약간 잘려진 불룩한 모양이다. 그렇다면 곡면이 나올 확률과 평면이 나올 확률이 다를 수밖에 없다. 윷짝의 독특한 모양을 고려해 새로운 확률을 제시한 경우도 있는데, '윷이 바닥에 닿는 순간 어느 면이 나올지가 정해지고 더 이상 구르거나 튀지 않는다.'는 가정 아래 윷짝의 독특한 역학적 운동을 파악했다. 윷 단면인 반원의 무게 중심을 구하고 이를 바탕으로 반원의 회전운동을 파악했다. 윷짝이 완전한 반원이 아니라는 점도 고려했다. 그 결과 평면이 위로 나올 확률과 곡면이 위로 나올 확률의 비율은 6 : 4 정도였다. 평면이 위로 나올 가능성이 더 크다는 의미다. 이 값을 토대로 '걸-개-윷-도-모' 의 순으로 확률이 작아진다는 결론을 내릴 수 있다[7].

(2) 투호놀이

투호 던지기는 Kamii와 Devries(1980)의 집단놀이 유형에서 볼 때, 목적물 맞추기에 속하는 놀이로서 학생의 물리적 지식 형성과 논리 수학적 지식 구성에 기여하여 사고 발달을 촉진한다. 학생들이 투호 던지기 놀이를 하기 위하여 목적물로서의 투호를 항아리에 던지는데 항아리 안으로 들어간 화살의 수가 몇 개인가 세어보고, 투호를 던지는 위치, 던지는 거리, 던진 개수를 서로 비교해 보면서 수학적 어휘를 배울 수 있다. 또한 또래끼리 자신의 시도한 행동의 다양성과 다른 유아의 던지는 행동과 그 결과를 지켜보면서 자신의 던져야 할 방향, 거리, 힘의 정도를 고려하기도 하고 서로 던지는 자세와 위치를 비교하는 과정에서 사회적 지식을 인식하게 된다[3].

(3) 목제주령구

목제주령구<그림1>는 1975년 경주 안압지(신라 30대 문무왕 647년에 신라 왕궁 안


<그림 1> 목제주령구

에 만들어 놓은 관유지)를 발굴하던 중 갯벌 속에서 출토되었다. 이 목제주령구는 참나무로 만들었는데 높이 4.8cm이고 작은 14개(6개의 4각형과 8개의 6각형)의 면에 여러 가지 벌칙을 적어놓은 주사위이다([9], 재인용). 벌칙으로 보아 이 주사위는 통일 신라 시대에 귀족들이 술좌석이나 잔치 등 여러 사람이 모인 흥겨운 자리에서 놀이에 쓰였을 것으로 추측할 수 있다. 한편 이 모양은 기하학적인 조화를 이루었으며 그 크기도 손에 알맞게 아담하다. 또한 정육면체 주사위의 모서리를 모나지 않게 잘라서 만든 선조들의 생각이 절묘하다. 이것을 굴려 위로 향하는 면의 내용에 따라 행동을 하도록 되어 있다[1]. 안타까운 사실은 이 목제주령구의 진품이 화재로 인하여 불타버렸으며, 현재는 복제한 그 모조품만이 국립경주박물관에 소장되어있다. 한편, 목제주령구에 쓰여 있는 벌칙의 내용을 보면 아래와 같다[22].

◎ 4각형인 여섯 면의 벌칙

자창자음(自唱自飮) 스스로 노래 부르고 스스로 마시기
음진대소(飮盡大笑) 술을 다 마시고 크게 웃기
삼잔일거(三盞一去) 한번에 술 석잔 마시기
중인타비(衆人打鼻) 여러 사람 코 두드리기
금성작무(禁聲作舞) 소리없이 춤추기
유범공과(有犯空過) 덤벼드는 사람이 있어도 가만히 있기

◎ 6각형인 여덟 면의 벌칙

자창괴래만(自唱怪來晩) 스스로 괴래만(노래 이름)을 부르기
공영시과(空詠詩過) 시 한 수 읊기
곡비즉진(曲臂則盡) 팔을 구부리고 술 마시기
월경일곡(月鏡一曲) 월경 한 곡조 부르기
임의청가(任意請歌) 누구에게나 마음대로 노래시키기
추물막방(醜物莫放) 더러운 물건을 버리지 않기
농면공과(弄面孔過) 얼굴 간지려도 꼼짝 않기
양잔즉방(兩盞則放) 술 두 잔이면 쏟아버리기

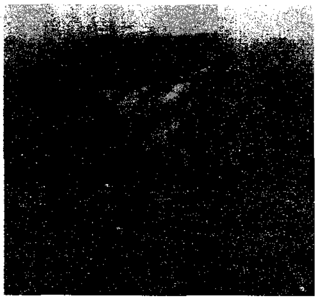
목제주령구가 다면체로서의 갖는 의미는 그냥 육면체를 깎아서 만들었다거나 팔면체를 깎아서 만들었다는 단순한 의미의 준정다면체라는 것이 아니다. 아르키메데스가 13가지의 준정다면체를 발견했다고 기원전 14세기에 헤론은 전하고 있다. 그 후 준정다면체의 모습은 1619년에 케플러에 의해서 재발견 되었는데 이것보다 1000년이 앞서

서 이 준정다면체를 이용하여 놀이에 이용한 신라인들의 생각은 매우 놀라운 일이다.

이 목제주령구를 이용하여 수의 개념(진법)과 문자와 식, 확률을 공부할 수 있어 수와 양의 개념과 도형을 개념을 이해할 수 있다[2]. 이처럼 인지적으로 가치가 있는 전통놀이가 논리 · 수학적 사고를 발달시키는데 효과적일 수 있다. 따라서 민속수학으로 목제주령구가 수학적 개념 발달에 효과적일 것이라 예상된다[14].

2. 14면 주사위

1) 14면 주사위



<그림 2> 14면 주사위

14면 주사위는 정육면체의 8개의 꼭지부분을 잘라내어 만드는데 이 때 각 꼭지점을 이루는 세계의 변의 중앙점까지 잘라내면 꼭지를 잘라낸 자리에는 8개의 정삼각형이 생기고 원래의 6개의 면에는 정사각형이 되도록 만들어 삼각형인 면이 나올 확률이 사각형인 면이 나올 확률보다 상당히 낮기 때문에 주사위로서 좋은 모양은 아니다.

통상의 6면 주사위는 각 면을 동등하게 하는 것이 가능하기 때문에 각 면의 출현확률은 '고전적 '확률의 의미로 1/6이다. 또한 각 면이 구별가능하지 않기 때문에 각기 논리적 확률 1/6을 갖는다고 할 수 있다. 한편 경험적 확률을 계산하기 위해서 주사위를 가령 1000번 굴려서 어느 한 면이 157번 출현하였다면 그 면의 확률이 경험적으로 0.157로 추정된 것 뿐 이며 경험적 확률 값 자체에 대하여는 말할 수 없다(무한히 시행할 수 없기 때문에). 확률 개념의 설명 및 논의를 위하여 6면 주사위를 대상으로 하는 경우에는 이와 같이 고전적 확률과 논리적 확률을 구분하기가 쉽지 않으며 또한 논리적 확률과 경험적 확률의 근본적 차이를 충분히 인식하기 어렵다[16].

이에 착안한 허명회 교수의 논문 '14면 주사위의 확률'을 보면 논리적 확률과 경험적 확률의 개념을 쉽게 논의하는 데 있으며 예시의 도구로서 경주 안압지 출토 '목제주령구(그림1)'와 유사한 '14면 주사위(그림2)'를 제작하여 연구하였다. 여기 예시처럼 목제주령구가 아닌 14면 주사위를 가지고 연구한 이유는 그 당시에 박물관에서 목제주령구를 눈으로만 보고 모조품을 구할 수 없었기 때문에 자체 제작하여 만들었다. 현재는 목제주령구의 모조품을 구할 수 있다(고등학교 교과서에서는 '고전적' 확률을 수학적 확률로 정의하고 있으며, 경험적 확률 또는 통계적 확률이라고 부르기도 한다).

(1) 14면 주사위의 논리적 확률

이 주사위를 굴리기 전에 즉 박물관 전시상자 안의 주사위를 만지지 않고도 삼각형 면과 사각형 면의 확률을 구할 수 있는가에 대한 방안의 하나로 논리적 확률을 구해 본 결과. 삼각형 면과 사각형 면의 출현 확률은 해당하는 삼각형과 사각형의 면적에 비례하게 된다. 구면기하학의 공식을 써서 구해보면 8개 삼각형 면과 6개 사각형 면의 확률은 다음과 같다.

삼각형 면: $$\frac{24c^{-1}(1/3)-8\pi}{4\pi}=\frac{4.41028}{12.56637}=0.35096$$

사각형 면 : $$\frac{12\pi-12c^{-1}(1/3)}{4\pi}=\frac{8.15609}{12.56637}=0.64904$$

이다. 즉, 14면 주사위의 1회 시행에서 삼각형 면이 나올 논리적 확률은 약 35.1% 이고 사각형 면이 나올 확률은 약 64.9% 이다([16], [17]).

(2) 14면 주사위의 경험적 확률

1000회 던졌을 때는 삼각형 면이 343번 사각형 면은 657번 출현했고 2000회 굴렸을 때는 삼각형 면이 481번 출현했고 사각형 면은 1519번 출현했는데, 이에 따른 삼각형 면의 확률 95% 신뢰한계는 다음과 각각 같다[16].

가) 1000회 던지기

삼각형 면: $0.343 \pm 2\sqrt{(0.343)(0.657)/1000} = 0.343 \pm 0.0294$

사각형 면: $0.657 \pm 2\sqrt{(0.343)(0.657)/1000} = 0.657 \pm 0.0294$

나) 2000회 굴리기

삼각형 면: $0.241 \pm 2\sqrt{(0.241)(0.759)/2000} = 0.241 \pm 0.0187$

사각형 면: $0.759 \pm 2\sqrt{(0.241)(0.759)/2000} = 0.657 \pm 0.0187$

결과적으로 14면 주사위에서 사각형 면이 나올 논리적 확률은 64.9%, 경험적 확률(추정값)은 1000회 던졌을 때 65.7%, 2000회 굴렸을 때 75.9%로 논리적 확률과 경험적 확률의 차이가 1000회 던졌을 때는 사각형 면이 0.8%이라는 비슷한 결과를 보이며, 2000회 굴렸을 때 사각형 면은 11% 포인트 차이를 가지고 있다. 그렇다고 논리적 확률이 틀렸다고 할 수 있을까? 그렇지 않다. 논리적 확률은 주어진 전제하에 확률의 유도과정에서 계산상의 오류가 있지 않은 한 절대로 참이기 때문에 논리적 확률의 계산을 위해 필요한 전제는 일종의 모형이어서 그것은 가상 상황에서의 불확실성을 계량화하는 데 유용할 수 있고, 이러한 맥락에서 의미를 갖는다. 이에 반하여 경험적 확률은 여러 번의 시행을 통해 사후적으로 추정되며 이것은 모형에 의한 가상적 상황에

서가 아니라 실제의 현실적 상황에서 얻어진 것이므로 의미를 갖는다. 다시 말하자면 논리적 확률과 경험적 확률은 다를 수 있으며 이 두 확률은 각기 다른 상황에서 얻어지는 것이다.

(3) 14면 주사위의 역학적 확률

여기서는 14면 주사위를 굴리는 경우에 대한 논리적 확률을 운동에너지와 위치에너지의 합으로 정의된 역학적 에너지로 설명한다. 역학적 에너지의 감소(비역학적 에너지의 전환)현상에 대한 적절한 가정을 제시하고, 역학적 에너지의 분포에 대한 가정에서는 균일분포 대신 임의의 분포를 사용해도 동일한 결과를 얻을 수 있음을 보인다. 아울러, 전제 조건을 분명히 하고 필요한 역학적 해석을 한다.

주사위가 모서리로 구르는 단계에서 특징은 삼각형 면과 사각형 면이 교대로 출현한다는 점이다. 즉, 삼각형 면 다음에는 반드시 사각형 면이 출현한다. 따라서 주사위가 모서리로 구르는 단계에서 어떤 면이 바닥에 접했을 때 그 면이 삼각형 면일 확률을 $P(\triangle)$, 사각형 면이 출현할 확률을 $P(\square)$라면 확률실험 전제 조건에 의하여 $P(\triangle)=P(\square)=\frac{1}{2}$ 이 된다. 그리고 삼각형 면 또는 사각형 면이 최종적으로 출현할 확률을 각각 $P(\triangle \mid S)$와 $P(\square \mid S)$로 표시하는데, 여기에서 S는 정지의 약자이다.

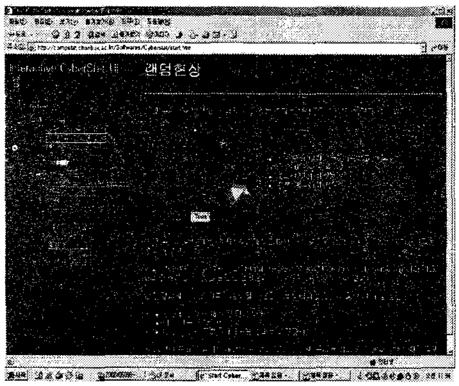
베이지 정리에 의하여 계산을 하면,

$$P(\triangle \mid S)=\frac{(\sqrt{3/4}-\sqrt{2/3})}{(\sqrt{3/4}-\sqrt{2/3})+(\sqrt{3/4}-\sqrt{1/2})}$$

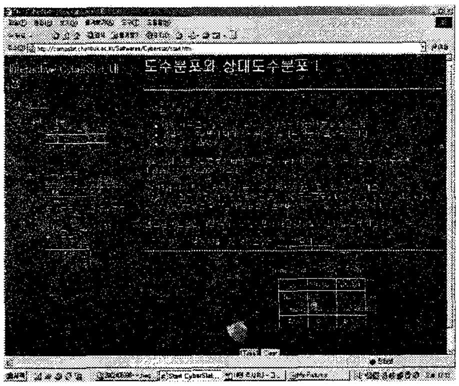
을 얻는데 이의 근사치는 0.2376 이다[13].

(4) 웹상에서의 14면 주사위 모의실험

최근 교육방식은 교수 중심에서 학습 중심으로 변화하고 있으며, 여러 매체의 교육적 활용이 강조되고 있다. Tannis(1987)와 Murphy(1994)는 이론적인 내용을 학습할 때 모의실험을 통하여 학습자의 이해를 도울 수 있을 주장하고 모의실험의 적극적인 활용을 주장하고 있다. 이러한 주장들은 통계학을 교육할 때 수학적 사고와 계산적 사고를 병행하여 접근함으로서 효과적인 교육이 이루어질 수 있음을 암시하고 있으며, 여기서는 자바 애플릿을 이용하여 14면 주사위 모의실험을 통한 확률과 통계 교육과정에서 기본 개념들을 학습할 수 있는 전자 교재인 CYBERSTAT을 통한 모의실험이 유용하게 이용될 수 있음을 보이고자 한다[15].



<그림 3> 랜덤현상



<그림 4> 도수분포와 상대도수분포

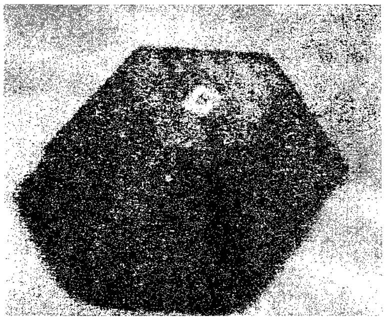
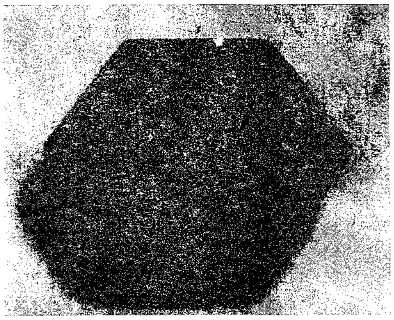
이와 같이 이 프로그램을 이용하여 14면 주사위의 확률을 알아볼 수 있다. 이렇게 컴퓨터 모의실험은 이론적인 내용에 대한 학습자의 이해를 도울 수 있고, 더 깊이 탐구 할 수 있는 동기를 부여해 줄 수 있다. 여기에 목제주령구의 소개와 제작방법을 소개한다면 학습자 스스로 학습 도구에 대한 인식을 새롭게 할 수 있는 기회를 제공할 것이다. 이 컴퓨터 프로그램은 전북대학교 통계학과 SSLab 홈페이지 (http://compstat.chonbuk.ac.kr/Softwares/Cyberstat/default.htm)에서 자유스럽게 이용할 수 있다[21].

3. 목제주령구의 확률

목제주령구의 기하학적인 면의 확률이 6면체의 주사위보다 다양한 확률을 가지고 있는지 목제주령구를 통해 경험적 확률을 구해보고 선행 연구에서의 논리적 확률과 비교하여 논리적 확률과 경험적 확률의 의미를 되새겨 본다.

14면 주사위에서는 삼각형과 사각형인 면이 나올 확률의 차이가 많기 때문에 주사위로서 좋은 모양은 아니다. 그러나 실제 목제주령구에서 모양을 보면 알 수 있듯이 삼각형인 면을 더 넓게 만드는 과정에서 육각형으로 변형되어 두 종류의 면이 나올 확률이 비슷하게 만들어져 있다는 것이다. 그러므로 목제주령구의 사각형 면과 육각형 면의 면적을 계산하고 이 목제주령구가 출현할 면이 각 면이 $\frac{1}{14}$ 인지 주사위를 실제로 던져 실험을 통한 결과를 보고 적합도 검정을 해보기로 한다. 여기서 신라인들이 확률을 이용한 생활 속 게임의 실체를 들여다 볼 수 있다.

<그림5>의 좌측은 나무로 만든 실험용 목제주령구이며, 우측은 박물관에 소장되어 있는 것으로 섬유강화플라스틱으로 만든 목제주령구(FRP)이다.

<그림 5> 나무로 만든 실험용 목제주령구 모조품(좌측),
국립경주박물관에서 구입한 플라스틱 목제주령구 모조품(우측)

1) 연구방법

선행 연구에서 말했듯이 박물관에서 판매하는 플라스틱 목제주령구 모조품을 굴려 보면 모서리를 축으로 회전하고 나서 육각형 면 또는 사각형 면이 바닥에 닿는 시점의 상황은 육각형 면 또는 사각형 면이 바닥과 충돌한다고 묘사하는 편이 더 어울릴 정도로 이때의 충격에 의하여 진동이 발생하고 또한 약간의 미끄러짐까지 발생한다고 하였다. 또한 목제주령구도 윷놀이에서처럼 윷의 둥근면이 출현할 확률은 윷을 던지는 방법과 바닥의 재질에 따라 차이가 있다는 점을 알고 있으므로 주사위를 던질 때 바닥의 재질에 대한 전제도 두기로 한다. 또한 이론적으로는 주사위를 굴리는 경우와 던지는 경우를 앞에 선행 연구에서도 엄격히 구분하였지만 실제 상황은 이 두 가지의 복합 형태가 된다는 점도 고려하기로 한다. 목제주령구는 통일 신라 시대에 안압지에서 귀족들이 술좌석이나 잔치 등 여러 사람이 모인 흥겨운 자리인 놀이에 쓰였을 것으로 추측할 수 있다. 또한 장소가 정자 안일 것으로 추측하였기 때문에, 바닥의 재질은 윷놀이에서처럼 멍석 같이 조금 푹신한 것을 깔아놓고 던졌을 것으로 예상하여 이 실험에서는 멍석을 깔아놓고 실험을 한다. 또한 앞에서 말했듯이 주사위를 굴리는 경우와 던지는 경우는 결국 실제 상황은 이 두 가지의 복합 형태가 된다는 점에서 여기서는 실험용 목제주령구를 위로 1m이상 던지기로 한다. 실험용 목제주령구가 정지했을 때 위로 향하는 면이 출현 면이라고 본다. 본 연구에서 나무로 만든 실험용 목제주령구(나무)와 국립경주박물관에서 판매하는 섬유강화플라스틱(FRP)로 만들어 진 것의 두개를 가지고 실험하기로 한다.

2) 연구결과분석

(1) 실험용 목제주령구의 경험적 확률 결과

실험용 목제주령구(나무/FRP)를 가지고 7000번 위로 던졌을 때 분포를 나타낸 표

는 아래와 같다.

<표 1> 누적도수분포표(나무/FRP)

목제주령구(나무/FRP)	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
1 ■ : 자창자음(自唱自飮)	73/84	141/166	223/241	305/310	378/390	456/466	523/531
2 ■ : 음진대소(飮盡大笑)	81/85	159/165	232/227	310/299	390/365	474/447	533/522
3 ■ : 삼잔일거(三盞一去)	62/67	116/146	180/238	264/309	335/378	406/448	477/519
4 ■ : 중인타비(衆人打鼻)	71/82	144/143	215/222	293/293	369/355	448/426	525/504
5 ■ : 금성작무(禁聲作舞)	84/79	163/154	235/226	306/292	381/367	448/462	518/552
6 ■ : 유범공과(有犯空過)	70/62	129/143	199/211	279/288	357/370	418/427	492/504
7 ▲ : 자창괴래만(自唱怪來晩)	59/67	127/128	197/205	262/283	336/346	404/421	456/481
8 ▲ : 공영시과(空詠詩過)	62/72	143/153	215/223	292/302	377/365	446/434	512/505
9 ▲ : 곡비즉진(曲臂則盡)	78/68	153/129	223/200	284/265	340/344	420/424	506/487
10 ▲ : 월경일곡(月鏡一曲)	70/73	150/156	228/223	284/307	351/376	417/434	488/490
11 ▲ : 임의청가(任意請歌)	72/64	155/119	223/187	291/243	364/325	436/406	505/479
12 ▲ : 추물막방(醜物莫放)	83/58	147/132	212/199	277/282	337/357	402/411	487/484
13 ▲ : 농면공과(弄面孔過)	67/76	140/133	213/197	286/251	351/321	407/384	482/470
14 ▲ : 양잔즉방(兩盞則放)	68/63	133/133	205/201	267/276	334/341	418/410	496/472
	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7.000

위에서의 결과를 가지고 경험적 확률을 구해보면 아래의 표에서와 같은 결과가 나온다.

<표 2> 경험적 확률(나무/FRP)

목제주령구 (나무/FRP)	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
사각형(■)면 합계	441/ 459	852/ 917	1,284/ 1,365	1,757/ 1,791	2,210/ 2,225	2,650/ 2,676	3,068/ 3,132
경험적 확률	44.1/45.9	42.6/45.9	42.8	43.9/44.8	44.2	44.2	43.8
육각형(▲)면 합계	559/ 541	1,148/ 1,083	1,716/ 1,635	2,243/ 2,209	2,790/ 2,775	3,350/ 3,324	3,932/ 3,868
경험적 확률	55.9/54.1	57.4/54.1	57.2	56.1/55.2	55.8	55.8	56.2

위 표에서 나무로 만든 실험용 목제주령구를 7000번 위로 던졌을 때는 사각형(■)면이 3,068번, 육각형(▲)면이 3,932번이 출현하였으므로 이 나무로 만든 실험용 목제

주령구에 대한 경험적 확률을 보면 사각형(■)면의 확률이 43.8%와 육각형(▲)면의 확률은 56.2%로 추정된다. 즉 95% 신뢰수준에서 통계적 오차까지 허용하면 경험적 확률은 각각 다음과 같다.

$$\text{사각형 면: } 0.438 \pm 2\sqrt{(0.438)(0.562)/7000} = 0.438 \pm 0.012$$
$$\text{육각형 면: } 0.562 \pm 2\sqrt{(0.438)(0.562)/7000} = 0.562 \pm 0.012$$

다음으로 플라스틱으로 만든 실험용 목제주령구를 7000번 위로 던졌을 때는 사각형(■)면이 3,132번, 육각형(▲)면이 3,868번이 출현하였으므로 이 플라스틱으로 만든 실험용 목제주령구에 대한 경험적 확률을 보면 사각형(■)면의 확률이44.7%와 육각형(▲)면의 확률은 55.3%로 추정된다. 즉 95% 신뢰수준에서 통계적 오차까지 허용하면 경험적 확률은 각각 다음과 같다.

$$\text{사각형 면: } 0.447 \pm 2\sqrt{(0.447)(0.553)/7000} = 0.447 \pm 0.012$$
$$\text{육각형 면: } 0.553 \pm 2\sqrt{(0.447)(0.553)/7000} = 0.553 \pm 0.012$$

한편, 목제주령구의 사각형인 면의 면적은 $6.25cm^2$이고, 육각형인 면의 면적은 $6.265cm^2$이므로 면적으로 구한 논리적 확률은 사각형의 확률이 42.8%, 육각형의 확률은 57.2%이다.

(2) 실험분석

가) 논리적 확률과 경험적 확률 실험 분석

앞의 14면 주사위에서 나온 결과를 보고 논리적 확률과 경험적 확률을 비교해 보자.

<표 3> 14면 모의 주사위의 경험적 확률과 논리적 확률의 결과 비교

14면 모의 주사위의 확률	경험적 확률		논리적 확률	
	1000번 던졌을 때	2000번 굴렸을 때	면적으로 본 논리적 확률	역학적으로 본 논리적 확률
삼각형 면	34.3%	24.0%	35.1%	23.8%
사각형 면	65.7%	76.0%	64.9%	76.2%

이 결과를 분석해 보면 위로 던졌을 때는 경험적 확률이 약간 크게 나왔고 옆으로 던졌을 때는 비슷하게 나왔다. 위로 던졌을 때 주사위의 경우 멍석에 착지한 후 실제

로는 약간씩 구르기도 하기 때문으로 생각된다. 이렇듯 위 선행 연구에서와 같이 경험적 확률은 논리적 확률과 다를 수도 있고 거의 비슷할 수도 있다. 결과적으로 다르다면 논리적 사고의 틀 즉, 과학적 모형이 현실과 부합하지 않음을 뜻한다. 반면 두 확률이 비슷하다면 논리적 사고의 틀이 현실과 부합하다는 것을 뜻하므로 경험적 확률은 과학적 모형을 검증하는 역할을 한다. 이렇듯 논리적 확률과 경험적 확률은 각기 개념은 상이하지만 역할 면에서는 서로 보완적이다.

그렇다면 목제주령구의 경험적 확률과 논리적 확률의 결과를 비교해 보자

<표 4> 목제주령구의 경험적 확률과 논리적 확률의 결과 비교

목제주령구의확률	경험적 확률		논리적 확률
	나무	플라스틱	
사각형 면	43.8%	44.7%	42.8%
육각형 면	56.2%	55.3%	87.2%

위 결과에서 알 수 있듯이 경험적 확률과 논리적 확률이 약간의 차이는 있지만 비슷하게 나왔다. 그러나 모의 14면 주사위와 목제주령구의 확률을 비교해 보면 삼각형과 비슷한 육각형의 면과 사각형면의 확률이 서로 다르게 나왔는데 그 이유는 모의 14면 주사위와 목제주령구의 제작과정에서 차이가 사각형 면의 확률이 달라지는 데 영향을 끼쳤다고 볼 수 있다. 아마도 선조들이 14면 주사위에서 삼각형 면을 육각형 면으로 만들어서까지 면적을 차를 줄여 목제주령구의 모습으로 주사위를 만든 이유가 확률을 $\frac{1}{14}$로 만들려고 한다는 의도가 아닌가 생각되므로 아래의 적합도 검정을 해 보기로 한다.

나) 적합도 검정으로 확률 실험 분석

목제주령구를 던졌을 때 각 면이 나오는 확률이 같은지 알아보기 위해서 우선 실험용으로 나무와 플라스틱(FRP) 목제주령구의 출현 결과가 위에 실험 결과표 <표1>에 나와 있으므로 이론적인 기대값과 잘 일치하는지 검정하기 위해 χ^2-통계량을 이용하여 적합도 검정을 한다.

$$H_0 : P(X = x) = \frac{1}{14} \qquad \text{단, } x = 1, 2, 3, \cdots, 14$$

$$H_1 : P(X \neq x) = \frac{1}{14} \qquad \text{단, } x = 1, 2, 3, \cdots, 14$$

<표 5> 실험용 나무 목제주령구와 플라스틱 목제주령구의 χ^2분포 결과

면	관측도수 (기대도수)	관측도수-기대도수	χ^2값	면	관측도수 (기대도수)	관측도수-기대도수	χ^2값
1	523(500)	23	1.058	1	531(500)	31	1.922
2	533(500)	33	2.178	2	522(500)	22	0.968
3	477(500)	-23	1.058	3	519(500)	19	0.722
4	525(500)	25	1.250	4	504(500)	4	0.032
5	518(500)	18	0.648	5	552(500)	52	5.408
6	492(500)	8	0.128	6	504(500)	4	0.032
7	456(500)	-44	3.872	7	481(500)	-19	0.722
8	512(500)	12	0.288	8	505(500)	5	0.050
9	506(500)	6	0.072	9	487(500)	-13	0.338
10	488(500)	-12	0.288	10	490(500)	-10	0.200
11	505(500)	5	0.050	11	479(500)	-21	0.882
12	487(500)	-13	0.338	12	484(500)	-16	0.512
13	482(500)	-18	0.648	13	470(500)	-30	1.800
14	496(500)	-4	0.032	14	472(500)	-28	1.568
합계	7,000(7000)		11.908	합계	7,000(7000)		15.156

나무 목제주령구 : $\chi^2 = 11.908 < 22.36 = \chi^2_{0.005}(13)$

플라스틱 목제주령구 : $\chi^2 = 15.156 < 22.36 = \chi^2_{0.005}(13)$

위의 계산 결과를 보면 실험용 목제주령구 나무와 플라스틱의 검정통계량이 값이 $\chi^2_{0.005}(13)$ 보다 작으므로 유의수준 5%에서 H_0을 기각하지 못한다. 즉, 기대도수와 관측도수의 차이는 순전히 우연에 의한 것이 아니라고 말할 수 없으며, 따라서 이 목제주령구는 공정한 확률이 나오는 주사위가 아니라는 뚜렷한 증거가 유의수준 5%에서 없음을 뜻한다.

4. 결론 및 제언

수학교육에서 확률 개념의 지도는 특별한 실험이나 관찰 없이 6면 주사위를 던져 한 면이 나타날 확률을 $\frac{1}{6}$이라 설명하고 이 사실로부터 반복적인 계산을 연습시키고 있다. 그러나 확률개념의 지도는 처음 놀이를 통한 직관적 이해의 단계를 거쳐 상대도수에 근거한 실험적 확률, 그리고 간단한 경우의 수에 근거한 이론적 확률, 나아가

복잡한 경우의 수에 근거한 이론적 확률과 경험에 근거한 실험적 확률의 비교 등의 단계로 이어지는 것이 바람직하다. 또한 효과적인 확률 교육을 위해서는 학생들의 흥미를 고려하여 학생들의 직관적인 사고를 이용해 학교 밖의 활동에 있어 확률 개념을 적용할 수 있도록 구성되어야 한다.

본 연구에서 목제주령구의 확률을 실험으로 확률개념의 유형을 구분할 수 있는 교구가 될 수 있다고 판단한다. 왜냐하면 6면 주사위를 대상으로 하는 경우에는 고전적 확률(고등학교 교과서에서는 수학적 확률이라고 함)과 논리적 확률을 구분하기가 쉽지 않으며 또한 논리적 확률과 경험적 확률의 근본적 차이를 충분히 인식하기 어려운 것을 이 목제주령구의 확률을 통해 논리적 확률과 경험적 확률이 같을 수도 있지만 다를 수도 있다는 것을 실험에 의해 알 수 있어 확률 개념 이해를 도울 수 있다. 또한 선조들이 14면 주사위에서 삼각형 면을 육각형 면으로 만들어서까지 면적을 차를 줄여 목제주령구의 모습으로 주사위를 만든 이유가 확률을 1/14로 만들려고 한다는 의도가 아닌가하는 것이며, 한편 적합도 검정에서 이 목제주령구의 확률이 1/14이라는 것이 입증되어 이 실험 결과로 목제주령구는 수학 학습의 교구로서 훌륭하다고 할 수 있다. 현재 제7차 교육과정의 수학교육의 목적에서 목제주령구를 바라보더라도 문화적 측면과 심미적인 측면을 두루 갖추었다라고 볼 수 있다. 우선 문화적 측면에서 본 목제주령구는 통일신라시대의 유물로서 그 시대 사람들의 가치관과 공동체 의식과 문화를 알 수 있었으며, 정다면체(플라톤의 입체)와 준다면체(아르키메데스의 입체)는 1619년에 케플러에 의해서 완성되었다는 점에 비해, 신라 목제주령구는 이보다 1000년이나 앞선 그것으로 실생활의 놀이 부분에서 사용되어져 왔다는 것은 우리 민속수학으로서 민족의 자긍심을 불러일으키는데 충분히 도움이 된다고 생각되며 자연스럽게 민족의 고유의 정서와 문화를 체험해 볼 수 있 수 있는 기회가 되는 것이다. 또한 목제주령구를 심미적인 측면으로 보면 기하학적 도형으로서 수학적 대상으로 아름답다고 말할 수 있는데, 수학의 심미적 가치는 주관적인 요소가 강하기 때문에 심미성을 학생들에게 인식시키기는 매우 어려운 면이 있다. 따라서 목제주령구는 학교 수학 수업에 흥미를 느낄 수 있는 도구로서 수학 학습에 큰 도움이 될 것이다.

이제는 목제주령구와 같이 우리의 민속수학을 이용한 수학 교구를 더 많이 발굴 개발하여 현대 생활에 맞게 활용방안을 고안하고 이를 국내외적으로 알리는 것도 수학 교육자의 중요한 과제라 생각한다. 또한 이와 같은 실험 활동을 통해 학생들의 흥미를 유발시키고 확률 개념 지도 시 발생하는 오개념이나 불확실성 개념을 극복하도록 함으로써 확률에 대한 학생들의 지속적인 관심과 흥미를 이끌어내고 끊임없이 실생활과 연계하여 책 속의 확률로만 그치지 않도록 하는 것이 바람직하다고 본다. 그리고 선행 연구와 본 연구가 목제주령구 모조품을 한개 또는 두개를 가지고 경험적 확률을 구한 실험을 하여 그 결과 경험적 확률이 실험마다 같거나 다르게 나왔으므로 추후에 목제주령구를 가지고 실험할 때에는 오차를 줄이고 더욱 정확한 확률을 구하기 위해

서는 여러 개의 목제주령구를 가지고 실험을 해봐야 할 것으로 생각된다. 또한 실험 오차를 줄이기 위한 방법 중 하나는 같은 높이에서 떨어뜨려 실험을 해보는 방법도 있을 것이다. 왜냐하면 주사위를 던질 때 얼마나 힘을 주느냐 또, 얼마나 던지고 나서 얼마만큼 쉬고 다시 던지는가? 등은 던지는 사람에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있기 때문이다. 그러므로 던지는 사람마다 차이가 있을 수 있으므로 여러 사람이 같은 상황에서 주사위를 같은 높이에서 떨어뜨리는 실험을 한다면 또 다른 논의의 출발점이 될 수 있을 것이다. 따라서 목제주령구는 민속수학으로서 중등학교에서 확률학습을 하는데 훌륭한 생활교구가 될 수 있을 것이다.

감사의 글 본 논문의 전체적인 흐름과 세세한 부분까지 지적하여주셔 논문을 완결할 수 있게 하여주신 심사위원님들께 감사드립니다.

참고 문헌

1. 고경희, 안압지, 대원사,1996.
2. 고상숙, 김영남, 강홍수, 우리의 전통적 교구, 목제주령구의 현대적 활용방안, 한국수학교육학회, 제11집(2003), 27-46.
3. 교육부, 유아 전통놀이 교육활동 지도자료, 대한교과서 주식회사, 1993.
4. 김남균, 수학 교실 문화에 관한 소고, 한국수학교육학회, 제5권, 제2호(2001), 63-172.
5. 김수환, 수학 문화 형성을 위한 민속수학 탐구 자료의 개발, 한국수학교육학회, 제7집(1998), 231-257.
6. 김정미, 초등학교 아동이 선호하는 민속놀이의 유형, 이화여자대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2000.
7. 박진경, 박홍선, 윷의 확률 추정에 대하여, 응용통계연구, 제9권 2호(1996), 83-94.
8. 심우성, 한국의 민속놀이, 삼일각, 1985.
9. 안압지 발굴조사보고서, 국립경주박물관, 1978.
10. 이영하, 확률과 통계 내용 체계화, 제 3회 Math Festival 프로시딩, 3(2)(2001), 229-242.
11. 임재해, 민속문화론, 문학과 지성사, 1986.
12. 정지호, 한자문화가 한국수학교육에 미친 영향, 한국수학교육학회, 제34권 제1호(1995), 11-16.
13. 채경철, 이충석, 14면 주사위 확률에 대한 역학적 고찰, 응용통계연구, 제8권 2호(1995), 179-185.
14. 최경숙, 전통놀이가 유아의 기초적 수학개념 발달에 미치는 영향, 인천대학교 교육대학원, 석사학위논문2000.

15. 한경수, 안정용, 강윤비, 통계학 교육을 위한 전자 교재의 활용, 응용통계연구, 제 11권 1호(1998), 5-12.
16. 허명회, 14면 주사위의 확률, 응용통계연구, 제7권 1호(1994), 113-119.
17. 허명회, 베이즈의 균일분포에 관한 소고, 응용통계연구, 제7권 2호(1994), 263-268.
18. Ascher, M., Ethnomathematics. *A multicultural view of mathematical* id Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company, 1991.
19. d'Ambrosio, U., *Socio-cultural bases for mathematics education.* Unicamp, Campinas Brasil, 1985.
20. Nickson, M., The culture of the mathematics classroom: An unknown quantity? In D. A. Grouws(Ed), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*(101-114). New york, NY: National Council of Teachers of Mathematics, 1992.
21. http://compstat.chonbuk.ac.kr/Softwares/Cyberstat/default.htm
22. http://junior.histopia.com/comic/samguk/comics/003_dice/text/index.php

Probability research of Wooden Die for Drinking Game as ethnic custom mathematics

Dept. of Applied Math., Hanyang Univ. **Moon OK Wang**
Graduate School of Edu., Hanyang Univ. **Jung Choul Seo**
Graduate School of Edu., Hanyang Univ. **In Kyoung Lim**

In this paper, We make mathematics be more interesting and have students participate in class actively through studying the cultural value of mathematics and the ethnic custom mathematics.

For studying probability of the usage of Wooden Die for Drinking Game as ethnic custom mathematics which was used in the United Shilla. We study how to apply our methods to our current school curriculum

Key words: Ethnic custom mathematics, Wooden Die for Drinking Game, Probability

2000 Mathematics subject classification : 97D99

논문 접수 : 2005년 8월 3일 심사 완료 : 2005년 10월