한국수학사학회지 제19권 제3호(2006년 8월), 43-56

木製酒令具의 제작기법 및 수학교육적 의미*

단국대학교 수학교육과 **이강섭**
leeks@dankook.ac.kr

이 연구에서는 <木製酒令具>의 명칭을 사용한 최초의 문헌을 찾아 보고하였다. 또한, 목제주령구의 제작기법과 기하적 구조를 찾았으며, 확률적 구조를 재확인함으로서 수학교육적 의미를 고찰하였다. 또한 목제주령구에 대한 몇 가지 오해를 해소하였다.

주제어 : 목제주령구(木製酒令具), 14면체, 고전적 확률, 논리적 확률, 경험적 확률

0. 서론

1) 목제주령구의 명명과정

이 연구에서는 목제주령구(木製酒令具)의 명명과정을 제일 먼저 살펴본다. 그 이유는, 목제주령구가 형태상으로는 14면체이지만 통상적인 14면체와는 다른 독특한 기하적 구조를 가지고 있으며, 특히 우리의 놀이에 쓰인 고유의 문화유산이라는 점에서 그 특성을 알 수 있는 명칭을 사용하여야 하기 때문이다.

목제주령구(木製酒令具)는 1975년~1976년 경주 안압지 발굴 당시 '雁鴨池의 西便護岸石築의 바닥에서' 나왔으며 '統一新羅時代에 臨海殿에서 놀이에 쓰이던 <주사위>로 推定된다'라고 1978년 文化財管理局에서 발행한 '雁鴨池 發掘調査報告書'는 밝히고 있다([3, p.407]). 또 1980년 國立中央博物館에서 간행한 '雁鴨池'에는 <木製주사위>라고 기술되어 있다([2, p.144]). 이와 같이, 발굴 초기에는 단순히 <주사위>, <木製주사위> 라고 불리던 이 유물에 <木製酒令具>라는 이름을 처음 붙인 문헌은 國立慶州博物館에서 1988년 발행한 '綜合圖錄'이다. 이 종합도록에 유물번호 246번의 명칭으로서 <木製酒令具>라는 이름이 사용되었다([1, p.121]).

한편, 이것의 수학교육적 의미를 처음 논의한 박한식·이강섭의 논문에서는 <十四面体 骰子>라고 하였으나([4, p.19]), 다른 사람들의 연구에서는 <14면 주사위>로 하였다([9], [10], [11]). 1990년대 초·중반까지의 연구는 당시에 <목제주령구>라는 이름이 널리 알려지지 않았기 때문이라고 할 수도 있으나, 2000년대에 들어와서도 몇 사

* 이 연구는 2004학년도 단국대학교 대학 연구비의 지원으로 연구되었음

람은 <목제주령구>에 관한 언급이 분명한 글임에도 불구하고 여전히 <14면 주사위>로 기술하고 있는 실정이다. 그러나 근래에 수행된 연구에서는 <목제주령구>라는 이름이 정착되고 있다([5], [6]). 영어로 작성된 논문에서는 목제주령구를 <14 - Face Die> 또는 <Shilla- period die>라고 불렀으며([13]), 때로는 <14 - Face Die of Anapchi-Pond>라고도 하였다([14]). 그러나 국립중앙박물관에서 판매하는 목제주령구의 복제품의 설명서에 있는 <Wooden Die for Drinking Game>이라는 용어가 ([15]에서는 이 명칭을 사용하였다) 영문 명칭으로는 적절하다.

2) 연구과제

앞에서 언급한 바와 같이 목제주령구는 통상적인 14면체와는 다른 독특한 기하적 구조를 가지고 있으며, 따라서 이 주사위를 던졌을 때의 확률적 구조도 통상적인 14면체와는 다르다. 이 연구에서는 다음의 연구 과제를 해결한다.

(1) 목제주령구의 제작기법 및 기하적 구조를 찾는다.

(2) 목제주령구의 확률적 구조를 찾음으로서 수학교육적 의미를 확인한다.

(3) 목제주령구에 대한 몇 가지 오해를 해소한다.

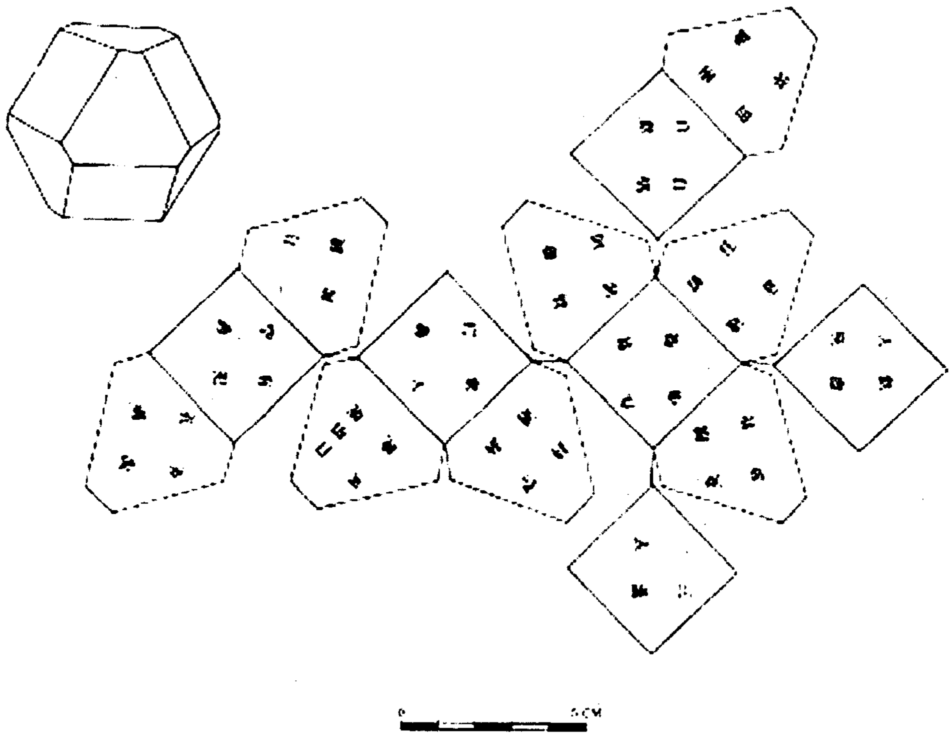


그림 1. 목제주령구의 실측도와 전개도([3, p.409]에서 재인용)

1. 목제주령구의 제작기법 및 기하적 구조

목제주령구의 구조를 처음 언급한 문헌은 文化財管理局에서 발행한 '雁鴨池 發掘調査報告書'로서, 이 보고서 p.407의 위 9행 부터 p.409의 위 9행까지가 <목제주령구>에 대한 서술이다. 특히, 이 보고서 p.408에는, 목제주령구의 진품이 소실된 현재로서는 그 구조를 밝혀줄 수 있는 유일한 단서인, '實測圖와 展開圖'가 수록되어 있다([3, p.408]). 이 실측도와 전개도는 박한식 · 이강섭의 논문에도 인용되었지만([4, p.20]), 자료의 보존과 보급이라는 측면에서 이 연구에서도 재삼 인용하기로 한다. (앞 페이지의 그림 1 참조).

1) 목제주령구의 표면의 다각형과 제작기법

이 실측도와 전개도를 바탕으로, 박한식 · 이강섭은 목제주령구의 표면을 이루는 정사각형인 면과 육각형인 면의 각 변의 길이를 다음 그림 2([4, p.20]에서 인용)와 같이 구하였다.

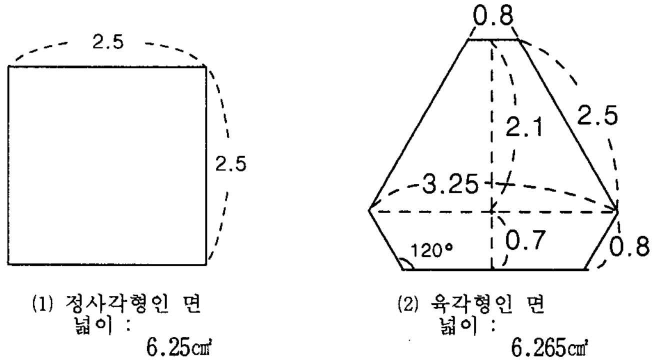


그림 2. 목제주령구의 표면에 있는 다각형 (단위 : ㎝)

이것을 바탕으로 이들은 목제주령구의 '실물과 같은 크기의 모양'의 모조품을 만들어 실험을 하였다([4, p.21]). 그러나 이들은 1987년의 논문에는 그 제작기법을 수록하지 않고 2000년에 일본 동경에서 개최된 ICME 9의 포스터 발표에서 제작기법을 다음 그림 3과 같이 소개하였다([15]). (주의: 여기에 제시한 치수에 오차가 있으며, 보다 정확한 치수는 괄호 안에 제시한다. 그러나 발표 당시의 숫자를 기록으로 남긴다.)

그림 3의 제작 방법은 다음과 같다.

① 한 변의 길이가 4.68㎝(보다 정확히는 4.67㎝)인 정육면체를 만든다.

② 정육면체의 각 모서리의 중점에서 0.5659㎝(보다 정확히는 0.5657㎝) 씩 안으로 들어간 점을 택하고, 이 점들을 그림 3과 같이 연결한다.

③ 정육면체의 8개의 각 꼭지점에서 그림 3의 색칠된 부분을 잘라낸다.

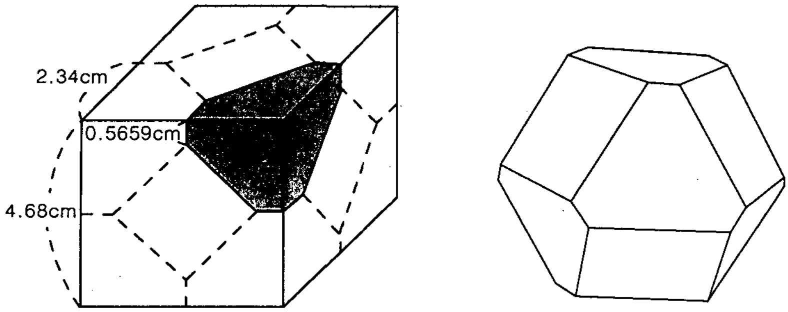


그림 3. 목제주령구의 제작기법(박한식·이강섭(1987, 2000))

한편, 허명회 교수는 1994년 발표된 그의 논문에서 '안압지 출토 주사위'의 제작기법을 다음과 같이 추측하였다([11, p.115]).

'한 변의 길이가 s인 정육면체의 주사위를 만든다. 정육면체의 각 꼭지점에서 측면 모서리 길이가 $s/2$보다 약간 긴 삼각뿔을 잘라냄으로써 주사위의 사각면은 좀 작게 되고 삼각면은 실제로는 꼭지점이 조금씩 잘려나간 형태가 되고 있다.'

이 추측은 목제주령구의 특징인 정사각형인 면과 육각형인 면을 만드는 데에는 도움이 되지만, 구체적인 치수가 주어지지 않았으므로 목제주령구의 재현에는 한계가 있다. 특히, 허명회 교수도 <14면 주사위>를 제작하였는데, 그것은 <목제주령구>가 아니라 '통상적인 14면 주사위'이다. 그의 논문 p.115와 p.117에서 이 부분을 인용하면 다음과 같다. 참고로, 인용문의 <그림 2>는 다음 그림 4의 제일 앞부분에 해당한다.

'필자는 출토된 '14면 주사위'와 비슷하도록 $s=4.25$㎝(약 $r=3.0$㎝)정도인 모의 '14면 주사위'를 나무로 제작하였다.'([11, p.115])

'그렇지만 본 연구에서는 기하적 단순 대칭성을 위하여 <그림 2>의 제작방법에 따른 '14면 주사위'를 대상으로 하겠다.'([11, p.117])

박한식·이강섭의 결과([4])와 허명회 교수의 결과([11])를 비교하기 위하여 허명회 교수의 방법을 다음 그림 4에 제시하였다.

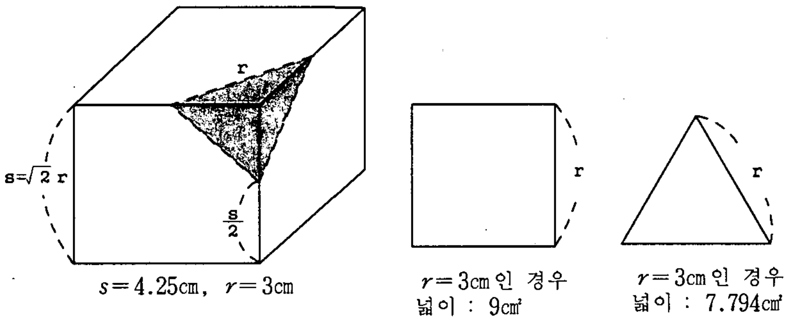


그림 4. 통상적인 14면 주사위와 그 표면에 있는 다각형

2) 목제주령구의 높이

목제주령구의 높이는, 겉면에 있는 다각형의 구조와 더불어 이것의 확률적 구조를 논의하는 데에 매우 중요하다. 일반적으로, 정육면체로 만들어진 주사위의 각 면이 나올 확률이 서로 같다는 가정 내지 생각에는 아무도 이의를 달지 않는다. 이것은 정육면체의 표면에 있는 정사각형의 넓이가 모두 같다는 점에서 기인하기도 하지만, 그보다는 어디에서 측정하더라도 정육면체의 높이가 일정한 완벽한 대칭구조를 갖기 때문이다. 따라서 정육면체와는 달리, 통상적인 14면체에서는 사각면 사이의 높이와 삼각면 사이의 높이가 다르기 때문에 각 면이 나올 확률이 다를 것이라는 생각은 자연스러운 일이다.

정육면체의 한 변의 길이를 s라고 할 때, 통상적인 14면체에서 마주보는 두 삼각면 사이의 높이는 $(2\sqrt{3}/3)s = 1.1547s$이고, 사각면 사이의 높이는 s이다. 즉, 사각면 사이의 높이와 삼각면 사이의 높이의 비는 약 100 : 115이다. 그러나 목제주령구의 구조는 이와 다르다.

먼저, 문헌에 나타난 목제주령구의 높이를 알아보자.

① 國立慶州博物館에서 1988년 발행한 '綜合圖錄'에는 목제주령구의 높이를 4.8㎝로 기술하고 있다([1, p.121]). 이것은 사각면 사이의 높이와 육각면 사이의 높이를 동일하게 보고 있다는 방증이다.

② Park and Lee의 2000년 연구와 이강섭의 2003년 논문은 목제주령구의 높이를 4.68㎝로 추정하였다([15], [6]). 이들도 사각면 사이의 높이와 육각면 사이의 높이를 동일하게 보고 있다는 방증이다.

③ 채경철·이충석 교수의 1995년 논문은 (엄밀하게 생각하면 목제주령구가 아닌 통상적인 14면체를 사용하였으나 그들이 허명회 교수의 1994년 연구를 보완하였으므로 목제주령구에 대한 연구로 간주한다) 사각면 사이의 높이는 4.25㎝로 생각하고 삼각면 사이의 높이는 4.91㎝로 보았다([11, p.117]).

한편, 필자는 목제주령구의 모조품을 1994년과 2002년 두 번에 걸쳐 國立中央博物館의 매점에서 구입하였는데, 이 모조품을 실측한 결과는 다음과 같다.

① 1994년 구입제품 : 사각면 사이의 높이는 4.27㎝이고 육각면 사이의 높이는 4.49㎝이다.

② 2002년 구입제품 : 사각면 사이의 높이는 4.65㎝이고 육각면 사이의 높이는 4.79㎝이다.

3) 목제주령구의 제작기법

이 연구에서 밝힌 목제주령구의 제작기법은 다음의 두 가지이다.

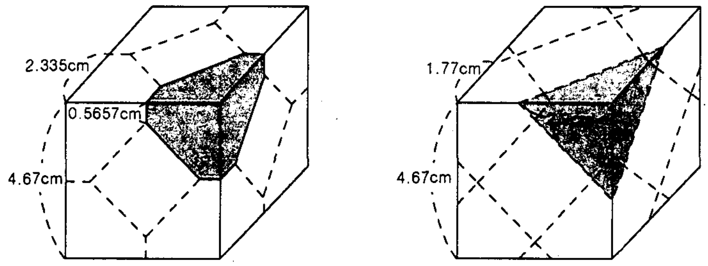
① 첫 번째 방법은 Park and Lee가 2000년에 제안한([15]) 것으로서, 이것은 앞의

그림 3에서 밝혔다. 이들이 제시한 정육면체의 한 변의 길이 4.67㎝와 각 변의 중점에서 안쪽으로 들어가는 0.5657㎝는 그림 1에 주어진 실측도와 전개도를 만족시키도록 계산한 것이다.

② 두 번째 방법은 허명회 교수가 1994년에 추측한 것으로서 '측면 모서리가 $s/2$보다 약간 긴 삼각뿔을 잘라'([11, p.115])내는 것이다. 그런데, 구체적으로 얼마나 더 긴 삼각뿔을 잘라야 하는 것일까? 해답은 첫 번째 방법에서 찾을 수 있다. 즉, 정육면체의 한 변의 길이의 1/2인 2.335㎝보다 0.5657㎝ 더 긴 2.9㎝로 자르면 된다.

이들을 그림으로 나타내면 다음 그림 5와 같다. (참고 : 그림 3과 그림 5의 치수에 약간의 차이가 있는 것은 그림 3을 발표할 당시의 오타 때문이다. 그림 5의 치수가 보다 정확함을 밝혀둔다.)

이 그림에서 알 수 있는 바와 같이, 이 두 방법은 결국 같은 방법이다. 또한, 높이를 생각하면, 사각면 사이는 4.67㎝이고 육각면 사이는 4.74㎝임을 알 수 있다.



(1) 기법 1 (2) 기법 2

그림 5. 목제주령구의 제작 기법

2. 목제 주령구의 수학교육적 의미

목제주령구의 수학교육적 의미는 이것을 기하교육과 확률교육의 소재로 삼을 수 있다는 데에서 찾을 수 있다.

1) 기하교육의 소재

목제주령구는 다음과 같이 도형, 측정 등 기하교육의 소재로 활용할 수 있다.

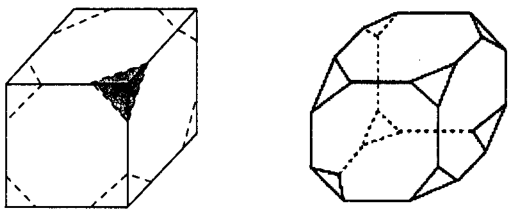
① 기하 학습에서 목제주령구의 전개도를 읽고, 이러한 전개도를 갖는 다면체를 제작할 수 있다. 이것은, 두꺼운 종이 위에 전개도를 그리고 실제로 오리고 붙이는 활동 중심 학습의 소재가 될 수 있다.

② 전개도, 또는 모조물의 치수를 측정하는 활동을 할 수 있다. 여기에서 오차의 개념을 습득한다.

③ 목제주령구의 제작 기법을 그린 그림 5에 나오는 각각의 치수를 구하기 위해서는 피타고라스의 정리, 삼각형의 중심 위치와 성질, 삼수선의 정리 등을 활용하여야 한다. 이러한 것은 관련 학습에서 좋은 교육 소재가 될 수 있다.

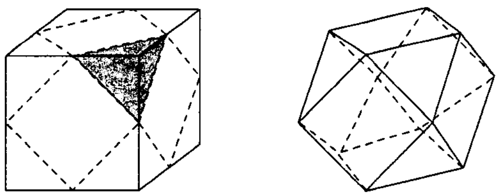
④ 원뿔을 자를 때, 그 자르는 위치에 따라 원, 타원, 쌍곡선, 포물선 등 이차곡선이 생긴다. 마찬가지로, 다음의 그림 6-1에서부터 그림 6-3까지 보는 바와 같이, 정육면체의 각 꼭지점을 중심으로 자르는 길이에 따라 삼각형, 사각형, 육각형, 팔각형 등이 14면체의 표면에 나타난다.

그림 6-2의 모양은 일본의 중학교 1학년 수학교과서에서도 찾을 수 있다([17, p.164], [18, p.161]). 특히, 그림 6-3에서 정육면체의 모서리를 4.67㎝로 하고, 각 꼭지점에서 2.9㎝되는 점을 연결한 삼각뿔을 잘라내면 우리의 고유한 목제주령구가 된다.



표면 : 정삼각형, 팔각형

그림 6-1. 정육면체의 모서리 길이의 반보다 짧게 자를 때



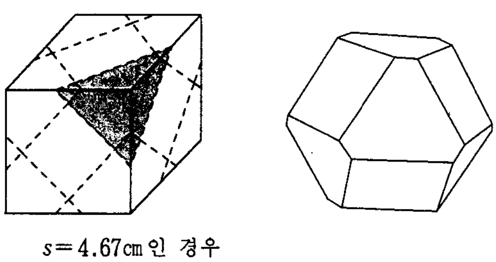
표면 : 정삼각형, 정사각형

$s=4.67$㎝인 경우

정삼각형 면 ; 넓이 : 9.4436㎠, 높이 : 5.3924㎝

정사각형 면 ; 넓이 : 10.9045㎠, 높이 : 4.67㎝

그림 6-2. 정육면체의 모서리의 길이의 반과 같게 자를 때



표면 : 정삼각형, 육각형

$s=4.67$㎝인 경우

육각형 면 ; 넓이 : 6.265㎠, 높이 : 4.74㎝

정사각형 면 ; 넓이 : 6.25㎠, 높이 : 4.67㎝

그림 6-3. 정육면체의 모서리 길이의 반보다 길게 자를 때

2) 확률교육의 소재

(1) 논리적 확률

목제주령구는 놀이문화에 쓰인 주사위라는 특성상 각 면이 나올 확률이 사람들의 관심사가 되었다([4], [5], [6], [9], [10], [11], [12]). 이들의 연구 중 목제주령구의 각 면이 나올 논리적 확률에 대한 연구([9], [11], [12])는 중요한 성과를 거두었으나, 실제로는 목제주령구가 아닌 통상적인 14면체를 사용하였다는 점에서 한계가 있다. 특히, 앞의 그림 6-3에서 보는바와 같이, 목제주령구는 육각형면과 정사각형면의 넓이의 차가 0.015㎠으로 거의 비슷하고 (정사각형 기준 상대오차 : 0.0024) 또한 두 종류의 면 사이의 높이도 0.07㎝로 비슷하다(정사각형 기준 상대오차 : 0.0148). 그러나 통상적인 14면체는 앞의 그림 6-2에서 보는 바와 같이, 두 종류의 면의 넓이의 차가 1.4609㎠이며 (정사각형 기준 상대오차 : 0.1340) 높이의 차는 0.7224㎝(정사각형 기준 상대오차 : 0.1547)로 목제주령구에 비하여 현저하게 비대칭적이다. 이러한 기하적인 비대칭 구조 아래에서 각 면이 나올 확률이 비대칭인 것은 타당하다.

이제, 본 연구에서 밝힌 목제주령구의 기하적인 구조를 선행연구([9], [11])의 논리적 확률 구하기에 적용하여 보자. 특히, 채경철 · 이충석 교수는 Powers 교수의 방법([16])을 소개하였는 데, 그 부분을 인용하면 다음과 같다([9, p.180]).

'삼각면이 출현했을 때 주사위의 중심은 바닥으로 부터 $\sqrt{2/3}\,r$높이에 있고, 사각면의 경우에는 $\sqrt{1/2}\,r$높이에 있다. (중략). 삼각면에서 사각면으로 회전하는 과정에서의 중심의 최고 위치는 $\sqrt{3/4}\,r$이다. (중략). $\sqrt{3/4}-\sqrt{2/3}$과 $\sqrt{3/4}-\sqrt{1/2}$의 비율을 삼각면과 사각면 확률의 비율로 제시하였다.'

(참고 : 위의 비율을 간단히 표시하면 0.05 : 0.159이다.)

이것에 목제주령구의 치수를 적용하면 다음과 같다.

논의의 편의상 목제주령구와 통상적인 14면체는 같은 크기의 정육면체에서 만든다고 하자. 즉, $r=3.3022$㎝인 경우, 따라서 정육면체의 한 변의 길이가 4.67㎝인 경우이다. 여기에서, 육각면이 출현했을 때 주사위의 중심은 바닥으로부터 2.37㎝의 높이에 있고, 정사각형면의 경우에는 2.335㎝의 높이에 있다. 한편, 육각형면에서 정사각형면으로 회전하는 과정에서의 중심의 최고 위치는 2.86㎝이다. 따라서 육각형면과 정사각형면이 나올 확률의 비는 다음과 같다.

$$(2.86-2.37) : (2.86-2.335) = 0.490 : 0.525$$

이상에서 살펴본 바와 같이, 목제주령구의 각 면이 나올 논리적 확률은 서로 같다고 할 수 있다. 또한, 목제주령구의 대칭적 구조에 의하여, 각 면이 나올 고전적 확률은 서로 같다는 박한식 · 이강섭의 가설([4, p.21])도 타당성이 인정된다.

(2) 경험적 확률

목제주령구의 경험적 확률은, 고전적 확률에 대한 가설을 검정하기 위하여 박한식 · 이강섭에 의하여 1987년 처음 시도되었다. 이들은 앞에서 언급한 그림 3의 방법으로 '실물과 같은 크기와 모양'의 모조품을 만들고 7000번의 시행을 하였다([4, p.21]). 안타까운 일은 이 때 제작한 모조품을 보관하지 않은 것과 목제주령구의 삼각면과 육각면을 구분하지 않고 단순히 1~14까지의 번호를 붙여서 사용한 것이다. 7000번의 시행은 1987년 단국대학교 전산통계학과에 재학 중이던 김병무씨에 의한 것임을 기록으로 남긴다. 또한, 자료 열람의 편이를 위하여 다음 표 1과 같이 재수록 한다. 이 실험결과 그들은 목제주령구의 각 면이 나올 확률이 서로 같다는 가설을 받아들였다.

표 1. 박한식·이강섭의 실험 자료

면	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	계
도수	532	497	522	493	531	503	478	492	481	468	471	475	542	485	7000
-500	32	-3	22	-7	31	3	-22	-8	-19	-32	-29	-25	42	-15	0
$_2$값	2.048	0.018	0.968	0.098	1.922	0.018	0.968	0.128	0.722	2.048	1.682	1.250	3.528	0.450	15.848

한편, 허명회 교수도 1994년 모의실험을 하였는데, 그는 목제주령구와 '비슷하도록 $s=4.25$cm(약 $r=3.0$cm)정도인 모의 14면 주사위를 나무로 제작'하여 '2000회 굴려본 결과 삼각면이 481번, 사각면이 1529번 나왔다'고 보고하였다([11, p.117]). 그는, 또 '1000회 던지는' 실험도 하였는데, 삼각면이 343번, 사각면이 657번 나왔다고 보고 하였다([12]).

허명회 교수의 모의실험을 요약하면 다음 표 2와 같다.

표 2. 허명회의 실험자료

구분	시행횟수	삼각면	사각면	95% 신뢰구간
굴릴 때	2000	481	1529	삼각면 : 0.241±0.019 사각면 : 0.759±0.019
던질 때	1000	343	657	삼각면 : 0.343±0.029 사각면 : 0.657±0.029

한편, 필자는 목제주령구의 구체적인 각 면이 나오는 경험적 확률을 확인하기 위하여 국립중앙박물관에서 구입한 모조품을 700번 던지는 실험을 하였다. 이 실험은 2003년 가을 단국대학교 교육대학원 수학교육전공에 재학중인 조세영씨가 수행하였고, 2003년 한국수학사학회의 가을 학술발표회에서 구두 발표하였다([6]).

다음 표 3은 이 실험의 자료인데, 각 면에 대한 확률의 편차가 있음을 알 수 있다. 이것은 전체 시행횟수가 700회로서 상대적으로 작다는 것에서 기인한다. 이 실험은 앞으로도 계속하여 자료를 누적할 예정이다.

표 3. 이강섭의 실험자료

목제주령구의 면	횟 수	상대도수	백분율(%)
禁聲作儛 (사각)	73	0.1043	10.43
象人打鼻 (사각)	74	0.1057	10.57
飮盡大笑 (사각)	66	0.0943	9.43
三盞一去 (사각)	39	0.0557	5.57
有犯空過 (사각)	59	0.0843	8.43
自唱自飮 (사각)	56	0.0800	8.00
曲臂則盡 (육각)	31	0.0443	4.43
弄面孔過 (육각)	48	0.0686	6.86
任意請歌 (육각)	34	0.0486	4.86
月鏡一曲 (육각)	39	0.0557	5.57
空詠詩過 (육각)	60	0.0857	8.57
兩盞則放 (육각)	39	0.0557	5.57
醜物莫放 (육각)	42	0.0600	6.00
自唱怪來晩(육각)	40	0.0571	5.71
계	700	1	100

(참고 : 사각면에 있는 象人打鼻는 衆人打鼻로 수정되어야 한다. 그 이유는 뒤에서 논의한다. 다만, 여기에서는 원문을 충실히 인용하여 기록으로 남긴다.)

마지막으로, 목제주령구의 경험적 확률에 대한 최근의 논의로는 왕문옥・서정철・임인경의 연구가 있는데, 이들은 나무와 FRP로 각각 만든 목제주령구의 모조품을 각각 7000번 던지는 실험을 하였다([5, p.77]). 이 자료를 재인용하기에는 그 크기가 너무 크고, 또 최근에 발표된 학술지에 수록되어 있으므로([5, p.78~81]) 여기에서는 생략한다. 그러나, 이들의 결론은, 박한식・이강섭([4, p.21]) 또는 이강섭 외([7, p.219])의 그것과 동일하게 '목제주령구의 확률이 1/14이라는 것이 입증되었다'고 하였다([5, p.82]).

3. 목제주령구에 대한 몇 가지 오해의 해소

여기에서는 목제주령구에 대한 몇 가지 오해 및 오류를 다음과 같이 해소한다.

1) 목제주령구는 화재로 소실되었는가?

목제주령구의 진품이 화재로 소실되었다는 주장은 여러 문헌에서 볼 수 있다.([5,

p.72], 조선일보, 1996. 10. 4. 27면 '「발굴 이야기」 펴낸 조유전 민속박물관장', 한겨레, 2004. 3. 1. 31면, '생활 속의 수학/신라 주령구와 축구공의 14면체').

이 주장은 사실이지만, 수정 보충되어야 할 사실이기도 하다. 수학교육계에는 잘 알려지지 않은, 이 사건의 전말은 다음과 같다.

이정옥의 글을 길지만 재인용하면 다음과 같다([8, pp.42-43]).

'이광음(2000), 『보는 즐거움, 아는 즐거움』, 효형출판 pp.228-229.

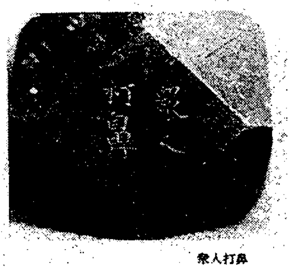
"그럼 진품은 어디 있을까? 진품은 사라졌다. 그것도 1975년 발굴 직후 불에 타서 재가 돼 버렸다. 보존처리 과정에서 전열기 과열로 불타버린 것이다. 1975년 여름 안압지에서 발굴된 이주사위는 사진 촬영과 실측을 마치고 서울로 옮겨져 (중략). 특수 제작한 오븐에 주사위를 넣고 수분을 제거하기로 했다. 자동으로 온도가 조절되는 그 오븐은 당시로서는 첨단기기였다. 그런데 이게 어찌된 일인가? 주사위는 다음날 재로 발견되었다. 자동조절장치가 고장나 오븐이 과열된 것이다. (후략)."'

즉, 목제주령구는 단순화재로 소실된 것이 아니라 보존처리과정에서 오븐의 자동조절 장치가 고장나서 과열로 소실된 것이다.

2) 象人打鼻인가? 衆人打鼻인가? 衆人朾鼻인가?

결론부터 말하면 衆人朾鼻이다. 목제주령구에 대한 최초의 공식 문서인 '雁鴨池 發掘調査報告書'의 p.407에는 象人打鼻로 나와 있다. 그러나 모조품의 설명서 및 이정옥의 연구([8, p.53])에는 코끼리 象이 아니고 무리 衆으로 되어있다. 즉, 이들은 모두 衆人打鼻로 쓰고 있다. 그러나 이 연구를 수행하는 도중에 최초의 보고서([3, p.407])와 실물 사진이 수록된 '雁鴨池'([2, p.144])를 다시 살펴본 바에 의하면 두드릴 打가 아니라 두드릴(또는 도리깨) 朾으로 또렷이 나와 있음을 알 수 있었다(사진 1 참조).

결론은 衆人朾鼻(중인정비)로 써야 옳은 것이다. 뜻은 '여러 사람 코를 두드린다'가 아니라 '여러 사람이 (벌칙자의) 코를 두드린다'로 하여야 한다.



衆人朾鼻

사진 1. 衆人朾鼻의 면

3) 醜物은 더러운 물건인가? 징그러운 벌레인가?

많은 사람들이 醜物莫放을 '더러운 물건 버리지 않기'로 해석하고([8, pp.59-60] 및

모조품 설명서) 있으나, '더러운 물건 버리지 않기'는 벌칙이 될 수가 없다. 필자의 견해로는 醜物을 '징그러운 벌레'로 해석하여 개구리, 두꺼비, 송충이 등을 얼굴이나 몸에 붙이는 벌을 받아도 이를 함부로 떼어버리지 않는 것으로 생각한다. 즉 '징그러운 벌레를 (몸에 붙이는 벌을 받아도 이를) 함부로 버리지 않기'로 해석하여야 한다.

4. 결론

이 연구에서는 목제주령구의 명명과정과 그 제작기법 및 수학교육적 의미를 알아보았다. 그 결과로서 다음을 얻었다.

1) 木製酒令具라는 명칭은 國立慶州博物館에서 1988년 발행한 '綜合圖錄'([1, p.121])에 수록되었다.

2) 목제주령구는 한 변의 길이가 4.67㎝인 정육면체의 각 꼭지점에서 8개의 삼각뿔을 제거함으로써 만들 수 있다. 이 때, 삼각뿔의 옆모서리의 길이는 2.9㎝로 하여야 한다(본문 그림 5 참조).

3) 목제주령구의 중요한 기하적 특성은 대칭성을 유지한다는 것이다. 즉, 목제주령구의 표면에 있는 육각형면의 경우 그 넓이는 6.265㎠이고 높이는 4.74㎝이며, 정사각형 면의 경우 그 넓이는 6.25㎠이고 높이는 4.67㎝이다(본문 그림 6-3 참조). 이것은 측정상의 오차를 생각할 때, 통상적인 14면체와는 달리, 고도의 대칭성을 유지하는 것이다. 이로 인하여 목제주령구의 각 면이 나올 고전적 확률을 모두 1/14로 보는 것은 타당하다.

4) '목제주령구'와 '통상적인 14면체'는 완전히 구분하여야 한다. 위의 3)의 이유 때문에 '목제주령구'는 '주사위'의 역할을 할 수 있으나 본문 그림 6-2에 주어진 '통상적인 14면체'가 '주사위'의 역할을 맡기에는 난점이 있다. 다시 말하여, 안압지에서 발굴한 주사위를 '목제주령구'라고 불러야 한다. 이것을 더 이상 '14면체 주사위'로 부르는 잘못과 그 정체정을 훼손해서는 안 된다.

5) 목제주령구에 대한 몇 가지 오해를 해소하였다. 즉 衆人打鼻(중인타비)가 아니라 衆人朾鼻(중인정비)임을 확인하였고, 이를 '여러 사람이 (벌칙자의) 코를 두드린다'라고 해석하여야 한다. 또한, 醜物莫放은 '징그러운 벌레를 (몸에 붙이는 벌을 받아도 이를) 함부로 버리지 않기'로 해석하여야 한다.

6) 이 연구에서는 목제주령구의 치수를 미터법으로 표시하였으나, 이것을 실제로 제작하였던 통일신라시대에는 또 다른 측정단위가 있었고 그것을 사용하였을 것이다. 즉, 통일신라시대에 우리 선조들은 고유의 측정단위를 보유하고 있었으며, 공간개념 특히 기하적 구조에서 대칭성에 대한 개념이 보편화되었음을 유추할 수 있다.

감사의 글 이 연구를 수행하는 데 여러분의 도움을 받았다. 필자에게 목제주령구의 존재와 수학교육적 가치를 가르쳐 주시고, 몇 편의 논문에 필자를 공저자로 인정해 주신 박한식 교수님께 깊이 감사드린다. 1980년 대 중·후반에 박한식 교수님께 자료를 제공하여 수학교육계에서 이와 관련된 논문이 10여 편 생산되도록 단초를 제공하신 국립경주박물관의 김성귀 선생님께도 재삼 감사드린다. 木製酒令具라는 이름이 수록된 '綜合圖錄'(國立慶州博物館 발행)을 찾을 수 있도록 도움을 주신 국립중앙박물관의 김성대 선생님과 김수철 선생님 그리고 국립경주박물관의 윤영주 선생님께 감사드린다. 또한, 이정옥 교수([8])의 소중한 논문을 복사 우송하여 주신 경주문화원의 관계자에게 감사드린다. 마지막으로, 목제주령구의 논리적 확률에 대한 연구를 처음으로 수행하고, 지난 10여 년간 목제주령구에 대하여 필자와 의미있는 대화를 수차례 교환한 허명회 교수에게 감사드린다.

참고 문헌

1. 國立慶州博物館, 綜合圖錄(日本語版), 國立慶州博物館, 1988.
2. 國立中央博物館, 雁鴨池, 國立中央博物館, 1980.
3. 文化財管理局, 雁鴨池 發掘調査報告書, 韓國文化公報部 文化財管理局, 1978.
4. 박한식, 이강섭, 十四面体 骰子, 한국수학교육학회지<수학교육> 25(1987), No.2, 19 -21.
5. 왕문옥, 서정철, 임인경, 민속수학과 목제주령구의 확률 연구, 한국수학사학회지 18 (2005), No. 4, 67-84.
6. 이강섭, 목제주령구의 수학교육적 고찰, 한국수학사학회 2003년 가을학술발표회.
7. 이강섭, 허민, 김수환, 이정례, 임영훈, 왕규채, 송교식, 수학 I, 서울 : (주)지학사, 2003.
8. 이정옥, 酒令具의 酒令文句 解釋 및 羅·中 酒令文化의 比較, 경주문화논총 5(2002), 42-71.
9. 채경철, 이충석, 14면 주사위 확률에 대한 역사적 고찰, 응용통계연구 8(1995), No. 2, 179-185.
10. 한경수, 안정용, 강윤비, 통계학 교육을 위한 전자 교재의 활용, 응용통계연구 11 (1998), No. 1, 5-12.
11. 허명회, 14면 주사위의 확률, 응용통계연구 7(1994), No. 1, 113-119.
12. 허명회, 베이즈의 균일분포에 관한 소고, 응용통계연구 7(1994), No. 2, 263-268.
13. Huh, M. H., *Essays on Probability from Billiards and 14-face Dice*, Proceedings of the 8th Japan and Korea Joint Conference of Statistics (October 1994), 225-230.
14. Huh, M. H., *14-face Die of Anapchi-Pond*, The 4th Conference of the Asian Regional Section of IASC (December 2002).

15. Park, H. S., Lee, K. S., *Mathematics Educational Aspect of the Wooden Die for Drinking Game(14-face die)*, The 9th International Conference of Mathematics Education (August 2000).
16. Powers, D. L., *Probabilities for a Cuboctahedral Die*, SIAM Review 36(1994), 109-111.
17. 飯島康男 外, 數學1年, 東京 : 啓林館, 平成4年(1992).
18. 岩合一男 外, 中學數學1, 東京: 大阪書籍, 平成5年(1993).

Construction Method and Mathematics Educational Aspect of the Wooden Die for Drinking Game(14-face Die)

Dept. of Math. Education, Dankook University **Kang Sup Lee**

This paper aims to introduce a construction method for the 'Wooden Die for Drinking Game' and to find some geometrical structures and mathematics educational viewpoints. As the results, we get two methods which are eventually same with Figure 5 and Figure 6-3. We proved the ground that classical probability of this Die's each side showing up is one out of fourteen and introduced few other empirical probabilities with Table 1 to Table 3. Also, some Chinese characters were corrected and re-interpreted. In fact, 象人打鼻 changed to 衆人打鼻, and 醜物 is interpreted as 'ugly animal' such as frog, toad, earthworm or pine caterpillar.

Key Words: Wooden Die for Drinking Game, 14-face die, classical probability, logical probability, empirical probability

2000 Mathematics Subject Classification : 97-03, 97A20

ZDM Classification : A20, U60

논문 접수 : 2006년 5월 심사 완료 : 2006년 6월