

다분지 로터리게임에 대한 직관적 확실등가 판정시
위험성향의 변화에 관한 연구
- A Study on the Risk Attitude of Intuitive Certainty
Equivalence judgement in Multi-branch Lottery Games -

강 태 건*,
Kang, Tae-Geon
정 상 윤**,
Jung, Sang-Yun

Abstract

In the descriptive studies investigating people's risk taking behavior, the most used experimental technique has been the simple lotteries which consist of only two possible outcomes.

However, these simple lotteries cannot always be an appropriate representation of the real world decision-making situations, where three or more possible outcomes are frequently encountered.

The purpose of the present study is to investigate people's risk attitude in various multi-branch lottery games.

1. 서론

의사결정 문제는 인간의 사회, 경제 생활에 있어서 당면하는 기본적 과제이며, 대부분의 인간 활동이 의사결정을 통하여 이루어져 왔기 때문에 그 중요성이 매우 크다고 하겠다. 또한, 오늘날의 의사결정이 과거에 비하여 고려해야 할 변수나 가능한 대안의 수가 기하급수적으로 늘고 정보의 양적인 증가와 취득 수단이 실로 다양해짐으로서 그 만큼 복잡해지고 어려워졌다. 이에 의사결정자가 합리적인 의사결정을 하기 위해서는 미래의 위험과 불확실성에 대하여 체계적으로 분석해야 할 필요성이 증대되었다.

그런데 기존의 로터리 게임을 통한 효용, 위험성향 및 제시되는 로터리의 기준점(확률, 결과치)에 대한 의사결정자의 판정 및 편향 그리고 민감도 분석은 단지 두 가지 발생 확률과 결과치만을 가지는 로터리를 통해서만 연구 되어 왔다.

그러나 현실적으로 제시되는 문제들 즉 주식 투자 또는 각종 보험 가입 여부 등과 같은 불확실성하의 직관적인 선택에서는 여러 대안들이 발생하는 것이 보통이므로 이 대안들의 선택에 대한 피실험자들의 행동에 대한 연구가 더 현실적인 의미를 갖는다고 볼 수 있다.

이에 본연구에서는 의사결정환경에 있어 현실적 의미를 갖는 대안의 수를 3, 5, 10개까지 확장한 다분지 로터리 게임을 구성하고 이에 대한 확실등가에 대한 위험성향의 변화 및 여기서 발생하는 체계적인 편향을 고찰하여 보고자 한다.

* 동국대학교 대학원 산업공학과

** 수원전문대학 공업경영과

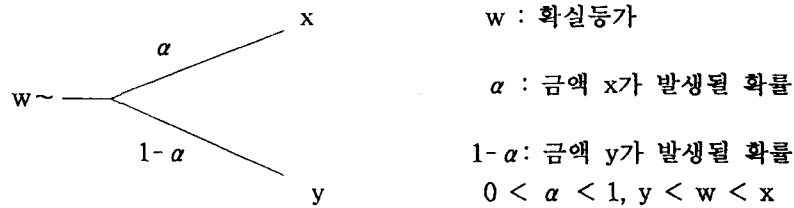
다분지 로터리게임을 통한 본연구의 목적을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

- 1) 확률 및 결과치의 변동에 대한 일관성 검사
- 2) 확실등가 판정시 나타나는 체계적인 편향 파악

2. 용어 정의 [1],[2]

(1) 기준 로터리(Reference Lottery ; 2분지 로터리)

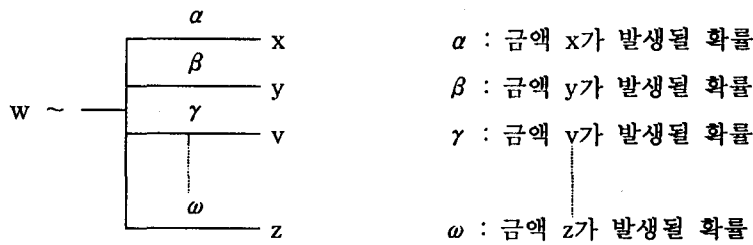
기준 로터리란 특정의 두 사건으로 구성된 즉 분지수가 2개인 로터리를 말하는데 그 구성은 다음과 같다.



* x, y, α, w 를 기준점이라고 하며 확실등가 w 는 주어진 로터리게임의 가치와 대등하다고 또는 무차별하다고 생각하는 확실한 금액을 말한다.

(2) 다분지 로터리

다분지 로터리는 본연구자들이 연구의 수행하기 위해 만들어낸 분지수가 3개 이상인 로터리를 말하며 그 구성은 다음과 같다.



단, $\alpha + \beta + \gamma + \dots + \omega = 1$ 을 만족한다.

(3) 확실등가법(The certainty equivalence method : CE)

의사결정자의 효용 또는 위험성향을 알아보기 위한 방법의 하나로서 α, x 그리고 y 를 고정시킨 다음 의사결정자가 무차별한 수준이 되는 금액 w 를 찾는 방법이다.

3. 위험성향(Risk Attitude)

피실험자들이 위험성향을 알아보기 위해 본연구에서는 확실등가법을 이용하였다. 확실등가법은 확률등가법과 함께 효용함수 및 위험성향의 측정을 위한 방법으로 가장 많이 사용되는 것이다. 이 방법은 효용함수의 부과에 이용되는 확률 α 에 따라 부과된 효용함수가 일치되지 않는다는 실험적 연구들이 최근에 많이 발표되었으나, 현재까지 발표된 어떠한 방법도 상황에 따른 불일치를 완전히 제거할 수 없으며, 실험상의 편리성 때문에 효용부과시 가장 많이 사용되는 방법 중의 하나이다[3].

확실등가는 어떠한 로터리의 대표치로써 선택의 기준이 된다. 예를 들면 주사위를 던져서 짝수면이 나오면 10,000원을 받고 홀수면이 나오면 아무것도 받지 않는다는 게임에서, 만약

이 사람이 확실하게 받을 수 있는 금액이 3,000원 이하 한 때 이 금액과 로터리의 가치를 같다고 본다면 3,000원이 이 로터리의 확실등가가 된다[2].

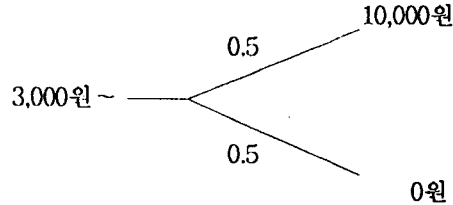


그림 1. 확실등가의 예

그러나 확실등가는 그림 1과 같이 이분된 결과치를 갖는 로터리에 대해서는 여러 측면에서 상당히 연구되어 왔으나, 실제로 현실적인 의미를 갖는 세 가지 이상의 결과치를 갖는 로터리에 대해서는 거의 연구되어 있지 않다. 본연구에서는 특히 로터리의 분지수가 위험성향에 어떤 영향을 미치는가를 조사하여 보고자 한다.

일반적으로 게임에 임하는 피실험자들은 확실하다고 생각되는 결과들의 비교를 통해서 강한 영향을 받아 게임의 결과에 반영하는 확실효과(certain effect)와 문제를 구성하는 요인 중 불필요하거나 작은 영향을 미치는 대상을 배제하려는 고립효과(isolation effect)에 의해서 영향을 받는다[5],[12],[13]. 위와 같은 효과에 의해 가치함수(value function)는 일반적으로 이익영역에서는 오목(위험지향), 손실영역에서는 볼록(위험기피)의 형태를 하는데 손실영역에서 기울기가 급함을 알 수 있다[7],[8].

Hershey et al.[10]은 이익과 손실영역이 결합된 방법은 각각의 영역이 분리된 연구에서 나타나는 효용측정의 결과가 다르게 나타난다고 하였다. 또한 Williams[14]는 순수 손실영역만을 고려한 로터리에 비해 이익, 손실영역을 모두 고려한 혼합 로터리의 손실영역의 결과가 위험지향에서 위험기피로 극적인 이동 경향을 보인다고 하였고, Payne et al.[10],[11]는 순수영역에 비해 혼합로터리의 이익영역의 결과가 더 큰 위험기피를 보인다고 하였다. 이와 같은 사실은 Farque & Kochenberger[4]의 연구를 통해 확인할 수 있는 데, 다음의 표 1은 Farque & Kochenberger[4]가 기존의 효용함수에 대한 30여 개의 실험결과들을 로터리의 영역으로 다시 정리한 것이다.

표 1. 로터리 영역의 효과

게 임	손실영역		이익영역		계
	볼록	오목	볼록	오목	
순 수	14	1	4	11	15
혼 합	4	9	8	5	13
유 의 성	$\chi^2 = 11.8, p < 0.001$		$\chi^2 = 11.8, p < 0.07$		

Kunreuther[9]는 만약, 확률이 어떤 한계 이하로 떨어지면, 즉 파멸적 손실을 가져오는 작은 확률의 사건을 무시한다는 것을 보여 주었다. 그 밖에도 피실험자들의 교육 및 부의 정도, 실험 대상자들의 직업 등의 요인들이 게임에 영향을 미친다고 생각된다.

4. 실험의 방법 및 가설 설정

4-1. 실험의 대상

로터리게임은 어떤 형태의 무차별한 값을 찾는가에 따라 4가지 방법으로 구분되며, 각 방법에서 로터리의 건과치가 이익의 측면만 고려할 때는 순이익, 비용의 측면만을 고려할 때는 순손실이 되며, 이익과 비용을 모두 고려했을 때는 혼합 로터리로 모두 3가지 영역에 따라 구분된다. 그리고 무차별한 값을 찾는 과정에 따라 직접평가법, 수렴법 및 한계법으로 구분된다. 본연구에서 사용한 방법의 구성이 그림 2의 *로 표시되어 있다.

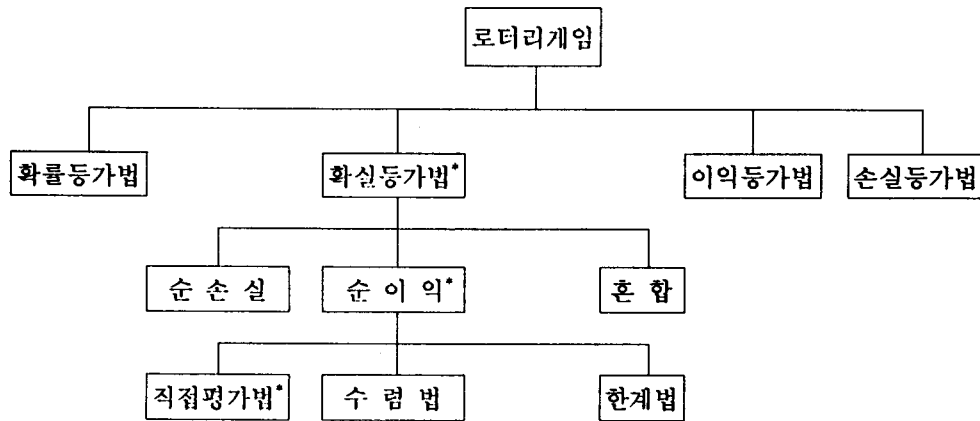


그림 2. 로터리게임의 구성

4-2. 실험의 운영

본실험은 서로 다른 분지수를 갖는 로터리게임에 대한 위험성향의 변화를 연구하기 위해 피실험자들에게 일련의 확실등가를 판정하도록 하되 가급적이면 i) 문제의 성질이 유사하고 반복적이며, ii) 피실험자들이 주어진 정보만을 가지고 스스로 판정하며, iii) 주어진 문제가 현실적인 의미를 갖는 것으로 선정하도록 하였다. 따라서 본연구에서는 여러 형태의 분지수를 갖는 로터리를 만든 다음, 이것을 설문지 형태로 정리한 후 피실험자들에게 제시하여 일정 시간 동안 응답하도록 하고, 그 결과를 분석하여 앞으로 제시할 가설들을 검정해 보는 절차를 따랐다.

4-2-1. 피실험자

실험에 참가한 피실험자는 총 40명이었고, 모두 3학년 이상의 교육을 받은 사람들이었다. 피실험자들의 구성 내용은 다음과 같다.

표 2. 피실험자들의 구성

3 학년	4 학년	대 학 원	합 계
16	9	15	40

4-2-2. 질문 자료의 선택 및 구성

본실험에서 사용된 질문 자료는 복권의 상금 당첨 확률 및 상금액과 비슷한 방법인 높은 확률에 대해서는 낮은 금액을, 낮은 확률에 대해서는 높은 상금액을 받는 상식적인 로터리게임으로 구성하였다. 또한, 질문 내용이 단순성에 의한 편향(monotonic bias)의 효과를 극소화시킬 목적으로 난수를 이용한 우발적 방법을 사용하여 질문 자료를 배분하였다.

각 로터리게임은 모두 4구간으로 이루어졌는데, 제 1 구간은 기대화폐액(EMV)이 25,000원, 제 2 구간은 기대화폐액이 50,000원, 제 3 구간은 기대화폐액이 80,000원, 제 4 구간은 기대화폐액이 100,000원이 되게 하였고, 3[5]분지 A형 로터리게임은 3[5]분지 B형 로터리게임에 비하여 복권 당첨 확률의 차이가 큰 로터리게임, 즉 로터리를 구성하는 사건의 발생 확률의 차이가 큰 게임으로 만들었고, B형은 사건 발생확률의 차이가 크게 나지 않는 로터리를 구성하였다.

4-3. 위험성향의 분석을 위한 가설 설정

기존의 로터리게임의 위험성향에 대한 검정은 대개 기준 로터리게임(2분지)을 통한 확실등가법 또는 확률등가법을 사용하였다. 여기서 실험자들은 기준점(확률, 결과치, 확실가)의 변화를 통한 위험성향의 변화를 검정하는 것이 대부분 이었다. 그러나 본연구에서는 의사결정환경상 현실적인 의미를 갖는 다분지 로터리게임을 만들어 분지수의 변화에 대한 위험성향의 변화를 알아보기 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다.

- 가설 1) 2분지 로터리게임이 3분지 로터리게임보다 위험지향적이다.
- 가설 2) 2분지 로터리게임이 5분지 로터리게임보다 위험지향적이다.
- 가설 3) 2분지 로터리게임이 10분지 로터리게임보다 위험지향적이다.
- 가설 4) 3분지 A형 로터리게임이 3분지 B형 로터리게임보다 위험지향적이다.
- 가설 5) 5분지 A형 로터리게임이 5분지 B형 로터리게임보다 위험지향적이다.
- 가설 6) 5분지 로터리게임이 10분지 로터리게임보다 위험지향적이다.

5. 실험 결과의 분석

본실험에 대한 결과 분석은 로터리게임에 있어 가장 일반적으로 사용하는 비모수통계분석 방법인 동일성 검정을 실시하였다.

다분지 로터리게임에 대한 통계적 분석 절차

- 단계 1) 피실험자들은 다분지 로터리게임에 대해 확실등가를 판정한다.
- 단계 2) 단계 1에서 얻은 결과를 분지별, 구간별로 정리한다.
- 단계 3) 동일성 검정을 통한 분지별 위험성향 분석
- 단계 4) 확률값의 변동에 대한 민감도 분석 및 일관성 검토
- 단계 5) 단계3, 4의 분석 결과를 토대로 위험성향의 가설 검정

5-1. 동일성 검정

동일성 검정은 로터리게임의 그룹 또는 실험 방식간의 위험성향에 대한 분석으로 가장 일반적으로 사용하는 방법이다. 그러므로 본연구에서도 동일성 검정을 이용하여 로터리게임의 위험성향을 분석하였다.

본연구에서는 O_{ij} 를 구간별로 확실등가를 정리 이에 대한 RP(위험보상)을 구하여 위험기피, 위험중립, 위험지향의 개수를 파악 1열은 위험기피, 2열은 위험중립, 3열은 위험지향의

수를 계산하여 비교하고자 하는 그룹(예 2분지와 5분지 등)의 비율과 비교하여 위험성향에 대

한 동일성 검정을 하였다.

표 3. 위험성향 분석을 위한 분할표 예

비 교 분 지	위 험 성 향			합 계
	위험기피	위험중립	위험지향	
5분지	31 (34.00)	14 (14.00)	55 ← 관찰dot수 (52.00) ← 기대dot수	100
10분지	37 (34.00)	14 (14.00)	49 (52.00)	100
합 계	68	29	104	200

5-2 가설 검정

4-3절에서 제시된 가설을 동일성 검정을 통해 검정한 결과가 아래 표 5에 정리되었다. 이 표에서 나타나는 바와 같이 분지수가 적은 2, 3분지 로터리게임에서 나타난 확실등가는 분지수가 많은 5, 10분지 로터리게임에 비해 월등히 위험추구성향이 크다는 것을 알 수 있다. 한편 같은 분지수를 가지는 다분지 로터리에 대해 동일한 기대화폐액을 가지는 로터리를 확률값의 차이가 큰 것과 적은 값들을 가지는 두 가지 로터리로 제시했을 때 나타나는 확실등가의 차이는 3분지 로터리게임의 구간 1, 4에서 나타났고 5분지 로터리게임에서는 발생하지 않았다. 이것은 로터리의 분지수가 증가됨에 따라 피실험자들이 고려할 수 있는 분지수의 한계가 있음을 알 수 있다.

표 4. 가설검정의 요약

가설 번호	가 설	검정 방법	검정 결과	유의성
		동일성 검정		
1	2분지 로터리게임이 3분지 로터리게임보다 위험지향적이다.	구간 2,4 유의	부분적 채택	구간 2,4 p<0.005
2	2분지 로터리게임이 5분지 로터리게임보다 위험지향적이다.	전구간 유의	가설 채택	전구간 p<0.005
3	2분지 로터리게임이 10분지 로터리게임보다 위험지향적이다.	전구간 유의	가설 채택	전구간 p<0.005
4	3분지 A형 로터리게임이 3분지 B형 로터리게임보다 위험지향적이다.	구간 1,4 유의	부분적 채택	구간 1: p<0.05 구간 4: p<0.005
5	5분지 A형 로터리게임이 5분지 B형 로터리게임보다 위험지향적이다.	유의성 없음	가설 기각	전구간 유의성 없음
6	5분지 로터리게임이 10분지 로터리게임보다 위험지향적이다.	유의성 없음	가설 기각	전구간 유의성 없음

6. 결 론

6-1 결론

본연구는 다분지 로터리게임을 통해 분지의 수가 위험성향에 어떻게 작용하는지를 알아보기 위해 분지의 수를 2, 3, 5, 10분지로 하여 확실등가를 판정하게 한 후 각각 분지별 위험성향의 변화를 살펴보았다. 또한 확률 및 결과치의 차이가 확실등가 판정에 어떤 영향을 미치는가를 조사하여 보았다. 본연구를 통해 이익추면의 다분지 로터리게임이 기존의 기준 로터리 게임에서 나타나는 위험성향보다 더 크게 위험을 기피하는 성향이 있음을 확인하였고, 기준점들의 변동에 민감히 반응함을 알 수 있었다.

다분지 로터리게임의 확실등가 판정을 통해 알아본 연구의 결과를 설명하면 다음과 같다.

- (1) 피실험자들은 2분지와 3분지 로터리게임에 비해 5분지와 10분지 로터리게임에서 위험을 기피하는 위험성향을 강하게 나타낸다. 이것은 기존의 기준 로터리게임이 위험지향성향을 강하게 나타낸다는 결과와 상반되는 것이었다.
- (2) 피실험자들은 동일한 기대화폐액과 유사한 확률분포를 갖는 로터리에서 서로 다른 확실등가를 판정하는 경우가 종종 발생했다. 본실험을 통해서 피실험자의 직관적인 확실등가를 판정할 때 완벽한 일관성을 유지하지 못함을 엿 볼 수 있으며, 이것으로부터 피실험자가 기준 점의 변화에 민감히 반응한다는 것을 짐작할 수 있다.
- (3) 피실험자들은 5분지 로터리게임까지 위험중립의 위험성향을 갖는 확실등가를 판정하는 경우가 많았는데 이것은 예상 밖의 결과였다. 피실험자들은 다분지 로터리게임에 대한 설문에서 분지수가 증가함에 따라 확실등가를 판정하는 전략을 선택함에 있어 수학적 평균치인 기대화폐액에 초점을 맞추어 이에 근사한 확실등가를 판정하였다는 것을 짐작할 수 있다. 또한 분지수가 10분지인 로터리게임은 모든 분지에 대한 기대화폐액을 계산하는데 어려움으로 인하여 발생확률이 큰 상위 몇 개의 분지만을 우선 고려하고 나머지에 대해서는 조정을 실시하는 과정을 수행하는데 이 과정에서 그 조정의 액수가 작아 전반적으로 위험기피 성향을 나타내는 확실등가를 판정한 것으로 보인다.

6-2. 연구 방법상의 한계 및 앞으로의 연구 방향

본연구를 통해 얻어진 결과 및 결론은 실험을 통한 피실험자들의 확실등가 판정에 대해 연구 분석한 것으로 모든 가능한 상황으로 확대 일반화시키는데는 몇 가지 한계가 있다고 본다.

본연구의 한계점들 및 앞으로의 연구 방향 등을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 다분지 로터리게임의 구성에 있어 확률값의 순서에 의한 편향을 고려하지 못한 점. 즉, 본연구에서 다분지 로터리는 확률이 가장 큰 순서로 위에서부터 나열, 짐작 및 교정에 의한 편향을 고려하지 못한 점.
- (2) 동일한 기대화폐액과 유사한 확률 분포를 갖는 판정 형태에서 확률값의 차이에 의한 위험성향의 불일치를 가져오는 확률값에 대한 임계치의 연구 등이 있다.

참 고 문 헌

1. 강맹규, 불확신심하의 의사결정론, 회중당, 1990.
2. 김성희, 정병호, 김재식, 의사결정분석 및 응용, 영지문화사, 1994.
3. Farquar, P. H., "Utility Assessment Methods", *Management Science*, Vol. 30, No. 11, pp. 1283-1300, 1984.
4. _____ and Kochenberger, G. A., "Two-Piece Von-Neumann & Morgenstern Utility Function", *Decision Science*, Vol. 10, pp. 503-518, 1979.
5. Friedman, M. and Savage, L.J. , "The Utility Analysis of Choices Involving Risk", *Journal of Economy*, Vol. 56, pp. 279-304, 1948.
6. Hershey, J. C and Kunreuther, H. C. and Schoemaker, P. J. H. , "Source of Bias in Assessment Procedures for Utility Function", *Management Science*, Vol. 28, No. 8, pp. 936-954, 1983.
7. _____ and _____ "Prospect Theory's Reflection Hypothesis : A Critical Examination", *Organization Behavior and Human Performance*, Vol. 25, pp. 395-418, 1980.
8. Kahneman, D. and Tversky, A., "Prospect Theory : An Analysis of Decision Under Risk", *Econometrica*, Vol. 47, pp. 263-291, 1979.
9. Kunreuther, H. C., "The Economics of Production Against Low Probability Events", Working Paper 81-3, *International Institute for Applied Systems Analysis*, Laxenberg, Austria, 1980.
10. Payne, J. W., Laughhunn, D. J. and Crum, R., "Further Test of Aspiration Level Effects in Risky Choice Behavior", *Management Science*, Vol. 27, No. 8, pp. 953-958, 1981.
11. _____ , "Multiattribute Risky Choice Behavior : The Editing of complex prospects", *Management Science*, Vol. 30, No. 11, pp. 1350-1361, 1984.
12. Tversky, A. and Kahnemann, D., "Judgement Under Uncertainty : Heuristic and Biases", *Science*, Vol. 211, pp. 435-458, 1974.
13. _____ , "The Framing of Decision and Psychology Choice", *Science*, Vol. 211, pp. 435-458, 1974.
14. Williams, C. A., "Attitudes Toward Speculative Risks as an Indicator of Attitudes Toward Pure Risks", *Journal of Risk Insurance*, Vol. 33, No. 4, pp. 577-586, 1966.