

황금비와 인간의 신체

장대홍¹⁾

요약

본 논문을 통하여 인간의 신체 중 신장을 배꼽 높이로 나눈 비가 황금비가 되는 지를 부산 소재 부경대학교 학생들을 대상으로 조사하여 통계분석을 하고 미국대학생들과 비교하여 보았다. 비교 결과 미국대학생들의 키/배꼽높이 비는 황금비를 이루나 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비는 황금비를 이루지 않음을 알 수 있었고, 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비에서 남녀간에 차이가 없음을 알 수 있었다. 또한 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비는 황금비(1.618)에 가까운 그룹과 1.71에 가까운 그룹이라는, 두 개의 최빈값이 나타나는 특이한 분포를 이룸을 알 수 있었다.

주요용어: 황금비, 키/배꼽높이 비

1. 서론

피보나치수열은 다음과 같이 첫 번째와 두 번째 항 $a(1), a(2)$ 가 1이고, 세 번째 항 $a(3)$ 부터는 앞의 두 개의 항을 더한 결과가 그 항이 되는 수열을 말한다(Rosen(2000)).

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, ...

이 피보나치수열의 각 항을 앞의 항으로 나눈 비 $b(n) = \frac{a(n+1)}{a(n)}, n = 1, 2, \dots$ 을 계산하여 보면

1, 2, 1.5, 1.666667, 1.6, 1.625, 1.615385, 1.619048, 1.617647, 1.618182, ...

이 되고 이 비는 하나의 무리수인 특정값 $\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1.618034$ 로 수렴하게 되는 데 이 수렴값을 우리는 황금비(golden ratio), 황금분할(golden section), 또는 신성비례(divine proportion)라 부른다. 다음 그림 1.1은 이 피보나치수열 $a(n)$ 의 15항까지 그린 그림과 황금비에 수렴하는 $b(n)$ 의 50항까지의 값을 나타내는 그림이다.

고대 서양의 예술가들은 그림, 조각상, 꽃병 등 각종 예술작품에 이 황금비를 적용하였고 이 황금비는 인체분석을 위한 이상적인 수단으로 여겼다(Atalay(2004)). 서양인의 미의식에서는 신장을 배꼽높이로 나눈 비(앞으로 이 비를 '키/배꼽높이 비'라 칭하겠다.)도 황금비가 된다고 여겼다. 레오나르도 다빈치는 '다빈치코드'라는 소설을 통해서도 더욱 회자되는 르네상스시대의 예술가이자 과학자이다. 다음 그림 1.2는 이 레오나르도 다빈치가 그

1) (608-737) 부산광역시 남구 대연3동 599-1 부경대학교 수리과학부 통계학전공, 교수
E-mail: dhjang@pknu.ac.kr

린 유명한 ‘Vitruvius의 인체비례’이다. 그림 속의 남자는 팔과 다리를 대자로 펼치면 원에 내접하고 배꼽이 원의 중심이 된다. 또한 신장과 두 팔을 벌린 길이가 같고 키/배꼽높이 비가 황금비가 된다.

Atalay(2004)는 미국대학생들 21명(남자 10명, 여자 11명)을 대상으로 키/배꼽높이 비를 조사하여 평균이 1.618, 표준편차가 0.04가 됨을 밝혔다. 이 논문을 통하여 부경대학교 학생들을 대상으로 키/배꼽높이 비를 조사하여 황금비를 따르는 지 조사하고 미국대학생들의 자료와 비교하였다.

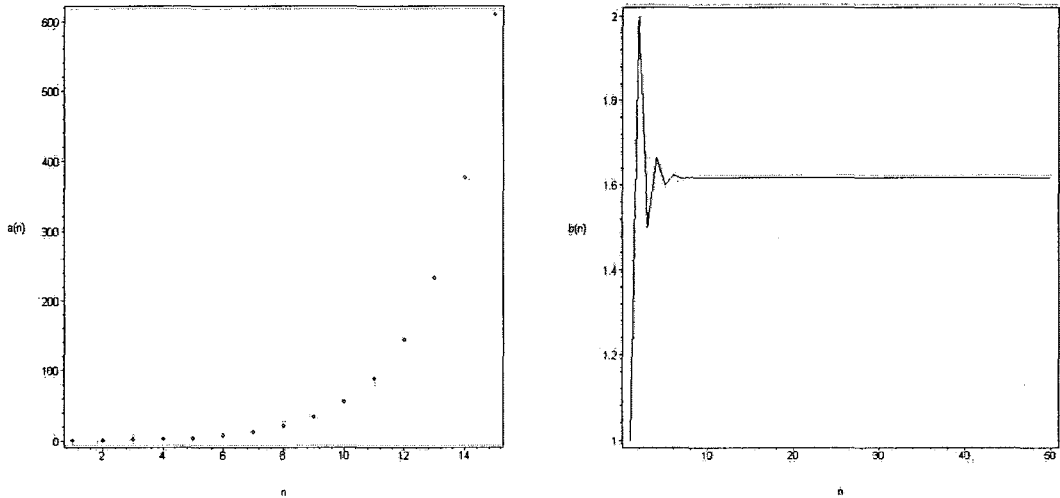


그림 1.1: 피보나치수열 $a(n)$ 과 $b(n)$ 의 값

2. 키/배꼽높이 비

2005년 3월 부경대학교 학생 128명(남자 64명, 여자 64명)을 대상으로 키/배꼽높이 비를 조사하여 줄기-잎 그림과 상자그림을 그리니 다음 그림 2.1처럼 재미있는 패턴이 나타났다. 즉, 황금비(1.618)에 가까운 그룹과 1.71에 가까운 그룹이라는 두 개의 최빈값이 나타나는 특이한 분포를 이루었다. 즉 서양인의 미의식상 이상적인 분할인 황금비에 해당하는 그룹과 이 그룹보다는 상대적으로 다리가 짧은 그룹 두 그룹을 형성하고 있음을 알 수 있었다.

다음 표 2.1은 부경대학교 학생 128명의 키/배꼽높이 비에 대한 기초통계량들을 나타낸 표이다.

평균과 중앙값이 매우 비슷한 값이 나왔고 사분위수간범위(IQR)가 0.0844로 나타났다.

Atalay(2004) 책에서 미국대학생들 21명(남자 10명, 여자 11명)을 대상으로 키/배꼽높이 비를 조사한 내용에 대하여 다음과 같이 기술하고 있다. “나는 최근 대학생 21명을 대상으로 배꼽의 높이에 대한 신장의 비율이 ϕ 라는 가설을 실험하여 보았다. 참가자는 남학

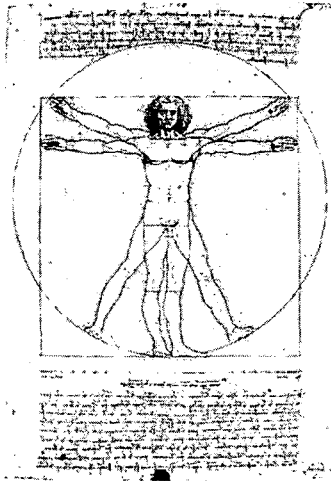


그림 1.2: Vitruvius의 인체비례

줄기-잎 그림: 키/배꼽 N = 128
 편차 = 0.010

```

1      16      7
2      16      8
22     16      000000111111111111
40     16      222222222233333333
51     16      44444555555
63     16      66666777777
(15)  16      888888888899999
50     17      00000000111111111111
27     17      22222233333333
13     17      5
12     17      6667777
10     17      89
3      18      1
2      18      3
1      18      5
    
```

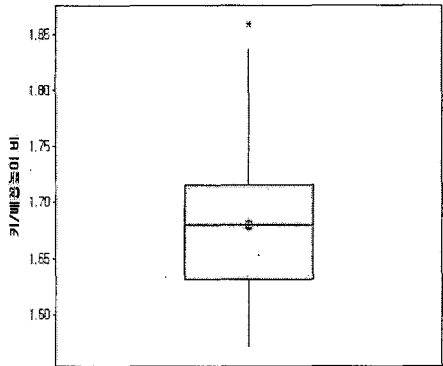


그림 2.1: 부경대학교 학생 128명의 키/배꼽높이 비를 나타내는 줄기-잎 그림과 상자그림

표 2.1: 부경대학교 학생들 128명의 키/배꼽높이 비에 대한 기초통계량들

평균	중앙값	표준편차	분산	Q ₁	Q ₃	최소값	최대값
1.6803	1.6802	0.0553	0.00306	1.6313	1.7157	1.5714	1.858

생이 10명, 여학생이 11명이었다. 표면적으로 실험의 목적은 평균과 표준편차를 계산하여 자료의 통계적인 분석 결과를 밝히는 것이었다. 하지만 사실상 이렇게 작은 인원으로는 의미 있는 통계를 산출해 낼 수 없다. 그럼에도 블라인드테스트의 결과를 공개하자면, 평균과 표준편차를 측정 한 값은 1.618 ± 0.04 로 나타났다.” Atalay(2004)는 미국대학생들 21명

에 대한 키/배꼽높이 비가 평균이 1.618, 표준편차가 0.04가 됨을 밝혔을 뿐 21명의 자료는 밝히지 않고 있다. 표본의 크기가 21개이어서 통계분석을 하기에 무리가 따르나 미국대학생들의 키/배꼽높이 비가 황금비가 되는 지를 알아보기 위하여 근사정규검정을 행하여 보면 검정통계량 값이 0.0039가 나오고 p-값이 0.997로 계산되었다. 그러므로 유의수준 5%에서 미국대학생들의 키/배꼽높이 비가 황금비를 이룬다고 볼 수 있다(미국대학생들의 표본의 크기가 21개이어서 무리는 있다.). 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비가 황금비가 되는 지를 알아보기 위하여 근사정규검정을 행하면 검정통계량 값이 12.74가 나오고 p-값이 0.001보다 작게 계산되었다. 그러므로 유의수준 5%에서 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비가 황금비를 이룬다고 볼 수 없다. 미국대학생들의 키/배꼽높이 비와 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비가 같은 지를 비교하기 위하여 근사정규검정을 행하면(미국대학생들의 표본의 크기가 21개이어서 무리는 있다.) 검정통계량 값이 6.227이 나오고 p-값이 0.001보다 작게 계산되었다. 그러므로 유의수준 5%에서 미국대학생들의 키/배꼽높이 비와 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비는 같다고 볼 수 없다. 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비에서 남녀간에 차이가 있는 지를 비교하기 위하여 근사정규검정을 행하면 검정통계량 값이 1.355가 나오고 p-값이 0.088로 계산되었다. 그러므로 유의수준 5%에서 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비에서 남녀간에 차이가 없다고 볼 수 있다. 그림 2.2는 남녀로 구분한 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비에 대한 병렬상자그림이다. 중앙값에 대한 신뢰구간을 참조하여 볼 때 중앙값의 입장에서 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비에서 남녀간에 차이가 없다고 볼 수 있다.

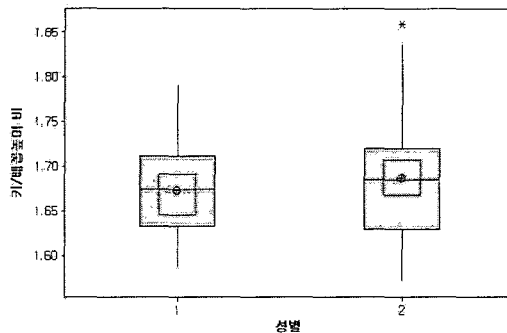


그림 2.2: 부경대학교 학생 키/배꼽높이 비를 나타내는 병렬상자그림(1: 남학생, 2: 여학생)

그림 2.3은 부경대학교 학생 128명 자료에 대한 산점도행렬을 나타낸다. 남학생과 여학생을 브러쉬를 사용하여 구분하였다. 키와 배꼽높이 사이에 양의 상관관계가 있고 배꼽높이와 키/배꼽높이 비 사이에 음의 상관관계가 있음을 알 수 있다. 같은 배꼽높이에서는 대략 남학생이 여학생보다 키/배꼽높이 비가 큼을 알 수 있다.

그림 2.4는 키(단위: cm)와 배꼽높이(단위: cm)에 대한 산점도이다. 배꼽높이를 반응변수로, 키를 설명변수로 한 회귀직선을 같이 표시하였다. 키와 배꼽높이 사이의 상관계수는

0.873이고 회귀직선은

$$\text{배꼽높이} = -17.860 + 0.702 * \text{키}$$

이었다(결정계수=0.763, 분산분석 시의 p-값<0.001). 절편이 음수가 나오나 키의 범위가 150 cm에서 185 cm 사이이므로 이 사이에서의 회귀식에 대한 평가에는 문제가 없다고 볼 수 있다.

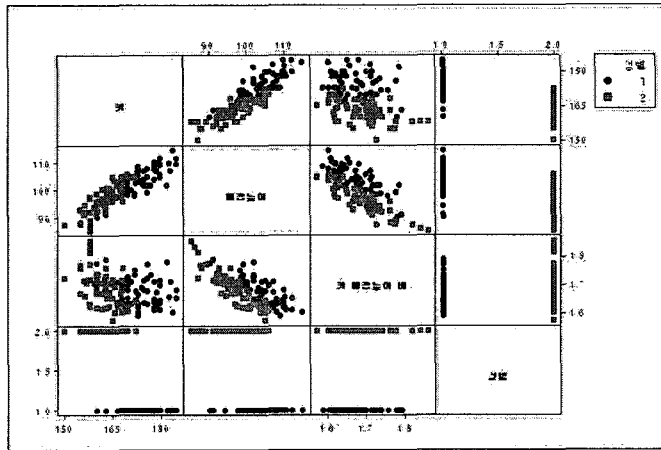


그림 2.3: 한국대학생 128명 자료에 대한 산점도행렬

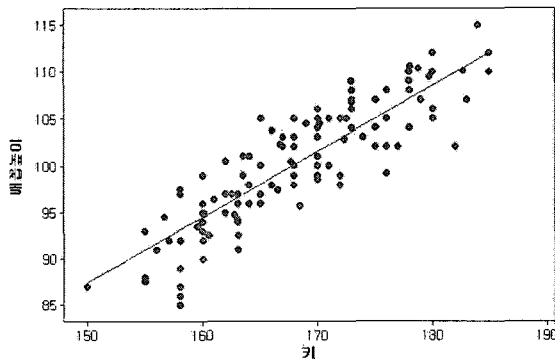


그림 2.4: 키와 배꼽높이에 대한 산점도 및 적합선

그림 2.5는 배꼽높이와 키/배꼽높이 비에 대한 산점도이다. 키/배꼽높이 비를 반응변수로, 배꼽높이를 설명변수로 한 회귀직선을 같이 표시하였다. 배꼽높이와 키/배꼽높이 비 사이의 상관계수는 -0.706이고 회귀직선은

$$\text{키/배꼽높이 비} = 2.293 - 0.006 * \text{배꼽높이}$$

이었다(결정계수=0.498, 분산분석 시의 p-값<0.001).

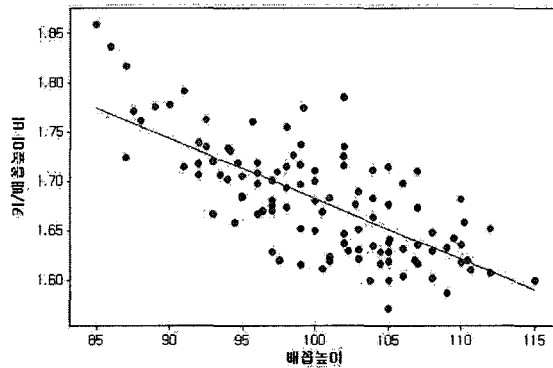


그림 2.5: 배꼽높이와 키/배꼽높이 비에 대한 산점도 및 적합선

3. 결론

본 논문을 통하여 인간의 신체 중 신장을 배꼽 높이로 나눈 비가 황금비가 되는 지를 부산 소재 부경대학교 학생들을 대상으로 조사하여 통계분석을 하고 미국대학생들과 비교하여 보았다. 우리는 자료 분석을 통하여 미국대학생들의 키/배꼽높이 비는 황금비를 이루나 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비는 황금비를 이루지 않음을 알 수 있었고, 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비에서 남녀간에 차이가 없음을 알 수 있었다. 또한 부경대학교 학생들의 키/배꼽높이 비는 황금비(1.618)에 가까운 그룹과 1.71에 가까운 그룹이라는, 두 개의 최빈값이 나타나는 특이한 분포를 이룸을 알 수 있었다. 즉 서양인의 미의식상 이상적인 분할인 황금비에 해당하는 그룹과 이 그룹보다는 상대적으로 다리가 짧은 그룹 두 그룹을 형성하고 있음을 알 수 있었다. 추후 연구과제로는 두 그룹을 형성하는 현상이 부경대학교 학생들만의 현상인지 아니면 전국적인 현상인지 밝히는 연구와 지역별 차이 여부를 밝히는 작업이 될 것이다.

참고문헌

- Atalay, B. (2004). *Math and the Mona Lisa*, Smithsonian Institution Books. 다빈치의 유산(2004, 채은진 옮김), 말글빛냄.
- Rosen, K. H. (2000). *Elementary Number Theory and Its Applications*, 4th ed., Addison-Wesley, New York.

[2005년 7월 접수, 2005년 10월 채택]

Golden Ratio and Human Body

Dae-Heung Jang¹⁾

ABSTRACT

We tested that height/navel height ratio of Pukyong national university students is the same as golden ratio and compared height/navel height ratio of Pukyong national university students with height/navel height ratio of American university students.

Keywords: Golden Ratio, Height/Navel Height Ratio

1) Professor, Division of Mathematical Sciences, Pukyong National University, 599-1,
Daeyeon-dong, Nam-gu, Busan 608-737, KOREA
E-mail : dhjang@pknu.ac.kr