

# 제목 : 비싼 형광펜은 제 값을 할까?

## 참가자 : 최슬기, 강민경, 심영주

### 소속 : 서경대학교 산업공학과



#### 부제 : 품질과 가격의 관계에 대한 연구

우리는 포스터 대회 주제를 선정하기 위해서 다양한 연구 주제를 생각해 본 결과 세 개의 주제 중 좁혀졌다. 각 기준에 따라 조원들의 합의를 통해 점수를 부여하였다. 그 중에서 가장 높은 점수를 얻은 **형광펜**이 채택되었다.

| 구분            | 주제타당성 | 흥미유발 | 실험가능성 | 합계 |
|---------------|-------|------|-------|----|
| 남녀<br>지각 허용시간 | 3     | 9    | 1     | 13 |
| 형광펜           | 3     | 3    | 9     | 15 |
| 남녀<br>더치페이    | 3     | 3    | 1     | 7  |

대응관계:  
강한 관계(9)  
중간 관계(3)  
약한 관계(1)

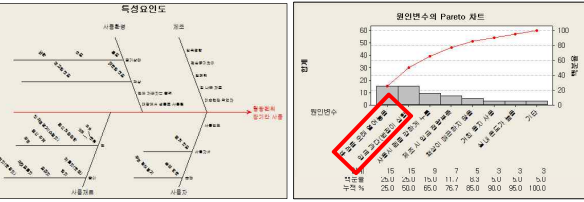
우리나라의 필기류 수출과 수입은 99%와 85%로 증가 추세이다. 형광펜은 문구류 39종류의 품명 중 생산액 26위로 13418백만 원이며 생산업체는 총 6 곳이다. (2006년도 기준) 출처 : 통계청 광업/제조업통계조사보고서  
그만큼 형광펜은 우리나라에서 많이 사용되고 있고 또 우리나라 뿐만 아니라 세계적으로 형광펜은 학교나 직장에서 중요한 역할을 하고 있다.

평소 형광펜의 품질이 떨어진다고 생각되는 이유를 **Multi voting**을 실행하였다.

| 원인번호          | 심영주 | 최슬기 | 강민경 | 합계 |
|---------------|-----|-----|-----|----|
| 뚜껑을 오래 열어놓음   | 3   | 3   | 9   | 15 |
| 사용시 펜을 강하게 누름 | 3   | 3   | 3   | 9  |
| 제조시 잉크 정량부족   | 3   | 1   | 3   | 7  |
| 실내공기가 건조함     | 1   | 1   | 1   | 3  |
| 실내 온도가 높음     | 1   | 1   | 1   | 3  |
| 거친 용지 사용      | 1   | 1   | 1   | 3  |
| 잉크 과다(번짐이 심함) | 3   | 3   | 9   | 15 |
| 책상이 매끈하지 않음   | 1   | 1   | 3   | 5  |

점수:  
강한 관계(9)  
중간 관계(3)  
약한 관계(1)

제대로 된 실험을 위해 원인에 영향을 끼치는 세부원인을 **특성요인도**를 통해 알아보았다.



원인번호에 팀원이 각자 점수를 주어 **파레토 차트**를 만들어 본 결과 원인은 오래 열어 놓는 것과 잉크 과다가 핵심요인이라 결정하였다.

위의 핵심원인으로 품질과 가격에 대한 관계를 알아보기 위한 실험을 하였다.

| 펜 번호 | 펜 이름       | 가격    |
|------|------------|-------|
| 1    | 미피항기 메모라이너 | 350원  |
| 2    | 텍스트라이너 38  | 800원  |
| 3    | Swing coo1 | 1500원 |

| 펜번호 | 브랜드명(펜이름)       | 가격    |
|-----|-----------------|-------|
| 4   | 툼보(코트단면)        | 1000원 |
| 5   | ZEBRA (Z-OPTEX) | 1000원 |

#### 실험1. 가격 별 사용 길이의 차이 (펜 1,2,3번 사용)

1. 각각 형광펜 잉크가 나오지 않을 때까지 긁는다.  
2. 그 길이를 잰다.  
3. 위의 실험을 10번 반복한다.

#### 실험2. 가격 별 잉크 번짐의 차이 (펜 1,2,3번 사용)

1. 검은색 펜을 (0.5X0.5)로 네모꼴을 칠한다.  
2. 각각의 형광펜을 그 위에 그어 나간다.  
3. 검은색 잉크가 얼마나 번졌는지 길이를 잰다.  
4. 위의 실험을 10번 반복한다.

#### \* 우리는 같은 가격의 브랜드 별 품질수준이 궁금해 Sub 실험을 하였다.

sub실험1. 가격 별 사용 길이의 차이 (펜 4,5번 사용)  
sub실험2. 가격 별 잉크 번짐의 차이 (펜 4,5번 사용)  
sub실험3. 가격 별 공기 노출의 차이 (펜 4,5번 사용)

#### <각각의 실험 사진>

실험1, sub실험1 (10번째 실험의 맨 마지막 장 컷)

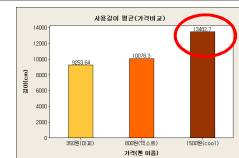
|   |        |
|---|--------|
| 1 | 16.7cm |
| 2 | 9.8cm  |
| 3 | 11.4cm |
| 4 | 9.8cm  |
| 5 | 3.8cm  |

실험2, sub실험2 (1번째 실험 컷)

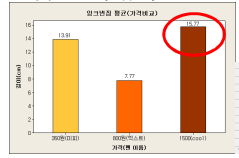
|   |        |
|---|--------|
| 1 | 16.7cm |
| 2 | 9.8cm  |
| 3 | 11.4cm |
| 4 | 9.8cm  |
| 5 | 3.8cm  |

실험3, sub실험3

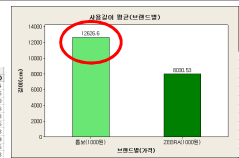
|   |        |
|---|--------|
| 1 | 16.7cm |
| 2 | 9.8cm  |
| 3 | 11.4cm |
| 4 | 9.8cm  |
| 5 | 3.8cm  |



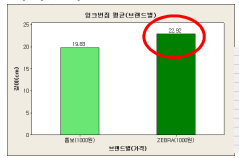
미피(350원)와 텍스트(800원)는 미비한 차이를 보였으나 coo1(1500원)은 오랫동안 사용할 수 있는 것을 알 수 있다.



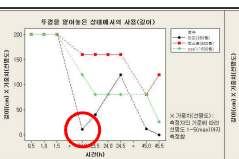
미피(350원)와 coo1(1500원)의 차이 미비하고 텍스트(800원)은 확연히 번짐이 적음을 알 수 있다.



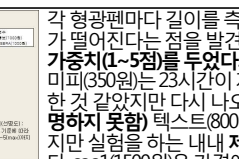
툼보(1000원)와 ZEBRA(1000원)는 확연한 차이가 나타났다.



툼보(1000원)와 ZEBRA(1000원)는 첫 번째 실험에서 보여줬던 확연한 차이는 아니지만 ZEBRA가 잉크가 덜 번졌다는 것을 알 수 있다.



두 형광펜마다 길이를 측정할 때 같은 값에도 선명도가 떨어지는 점을 발견했다. 그래서 선명도의 기준치(1~5점)를 두었다. (5점이 제일 선명함) 미피(350원)는 23시간이 지난 기준치로 수명이 다한 것 같았지만 다시 나오기 시작했다. (밝기는 선명하지 못함) 텍스트(800원)는 밝기가 조금 떨어졌지만 실험을 하는 내내 제일 좋은 품질을 자랑했다. coo1(1500원)은 가격에 비해 좋지 못했다. 툼보(1000원)와 ZEBRA(1000원)는 확연한 차이가 났다. 툼보는 21.5시간을 기준으로 거의 나오지 않았으며 ZEBRA는 실험이 끝날 때까지 선명함을 잃지 않았다.



각 형광펜마다 길이를 측정할 때 같은 값에도 선명도가 떨어지는 점을 발견했다. 그래서 선명도의 기준치(1~5점)를 두었다. (5점이 제일 선명함) 미피(350원)는 23시간이 지난 기준치로 수명이 다한 것 같았지만 다시 나오기 시작했다. (밝기는 선명하지 못함) 텍스트(800원)는 밝기가 조금 떨어졌지만 실험을 하는 내내 제일 좋은 품질을 자랑했다. coo1(1500원)은 가격에 비해 좋지 못했다. 툼보(1000원)와 ZEBRA(1000원)는 확연한 차이가 났다. 툼보는 21.5시간을 기준으로 거의 나오지 않았으며 ZEBRA는 실험이 끝날 때까지 선명함을 잃지 않았다.

#### \* 가격에 따른 형광펜 품질 차이

가격에 따라 품질에 차이가 있는가를 알아보기 위해 T검정을 실시하였다. 본 검정에서는 세 종류의 펜 중에서 가격이 가장 저렴한 펜(1번)과 가장 비싼 펜(3번)의 총 사용길이 데이터를 사용하여 검정하였다.

두 표본 분산에 대한 검정 및 CI: 1번, 3번

| 표본 | 평균      | 표준편차   | 분산     |
|----|---------|--------|--------|
| 1번 | 10.0000 | 2.8284 | 8.0000 |
| 3번 | 10.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

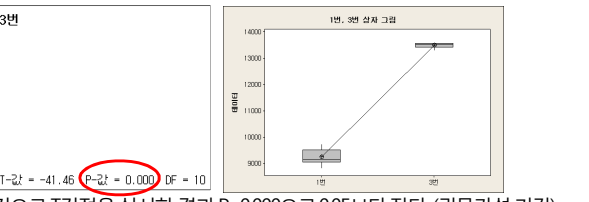
| 원인   | 가설                   | 분석방법 | 결과          |
|------|----------------------|------|-------------|
| 가설   | 형광펜의 장기간 사용에 영향을 준다. | 유의수준 | 0.05        |
| 귀무가설 | 영향 없다                | 대립가설 | 영향 있다       |
|      |                      | 결과   | <b>Ho기각</b> |

2-표본 T 검정 및 CI: 1번, 3번

1번 대 3번의 2-표본 T 검정

| 표본 | N  | 평균      | 표준편차   | 평균의 차이 | 표준 오차  |
|----|----|---------|--------|--------|--------|
| 1번 | 10 | 10.0000 | 2.8284 | -4.293 | 0.5477 |
| 3번 | 10 | 13.483  | 1.0000 |        | 0.3162 |

차이 =  $\mu_1$  (1번) -  $\mu_2$  (3번)  
 차이 추정치: -4.293  
 차이의 95% CI: (-4.495, -4.002)  
 차이의 T-검정 = 0 (CI not = 0) (T-값 = -41.46, P-값 = 0.000, DF = 10)



등 분산 가정이 아닌 것으로 T검정을 실시한 결과 P=0.000으로 0.05보다 작다. (귀무가설 기각) 따라서, '가격차이'는 형광펜의 장기간 사용에 영향을 준다.

#### \* 브랜드에 따른 형광펜 품질 차이

브랜드에 따라 형광펜의 품질에 차이가 있는가를 알아보기 위해 T검정을 실시하였다. 본 검정에서는 가격이 1000원으로 동일한 4번 브랜드와 5번 브랜드 펜의 총 사용길이 데이터를 사용하여 검정하였다.

두 표본 분산에 대한 검정 및 CI: 4번, 5번

| 표본 | 평균      | 표준편차   | 분산     |
|----|---------|--------|--------|
| 4번 | 10.0000 | 2.8284 | 8.0000 |
| 5번 | 10.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

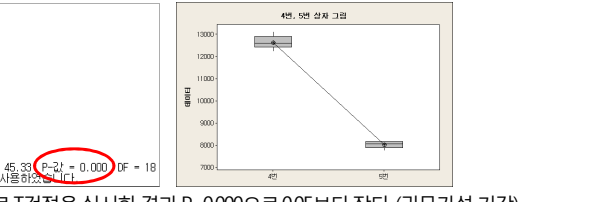
| 원인   | 가설                   | 분석방법 | 결과          |
|------|----------------------|------|-------------|
| 가설   | 형광펜의 장기간 사용에 영향을 준다. | 유의수준 | 0.05        |
| 귀무가설 | 영향 없다                | 대립가설 | 영향 있다       |
|      |                      | 결과   | <b>Ho기각</b> |

2-표본 T 검정 및 CI: 4번, 5번

4번 대 5번의 2-표본 T 검정

| 표본 | N  | 평균     | 표준편차   | 평균의 차이 | 표준 오차  |
|----|----|--------|--------|--------|--------|
| 4번 | 10 | 12.627 | 2.8284 | 0.993  | 0.5477 |
| 5번 | 10 | 6.001  | 1.0000 |        | 0.3162 |

차이 =  $\mu_1$  (4번) -  $\mu_2$  (5번)  
 차이 추정치: 4.996  
 차이의 95% CI: (4.393, 4.803)  
 차이의 T-검정 = 0 (CI not = 0) (T-값 = 45.33, P-값 = 0.000, DF = 18)



등 분산 가정을 T검정을 실시한 결과 P=0.000으로 0.05보다 작다. (귀무가설 기각) 따라서, '브랜드 차이'는 형광펜의 장기간 사용에 영향을 준다.

결론: 실험을 처음 시작할 때부터 펜 수명을 우선으로 하였다. 따라서 번짐과 공기노출 실험의 결과는 품질수준을 결정하는데 미비한 영향을 끼친다고 생각하였다. 검정을 통해 가격과 브랜드의 차이는 형광펜의 장기간 사용에 영향을 준다고 밝혀졌다.  
**즉, 비싼 형광펜은 제 값을 하는 것으로 결론지었다.**