

# Graunt's Life Table Extended

coop711

2015년 9월 8일

## 기대 수명 계산

- $X \geq 0, X \sim F(x) \Rightarrow X \equiv F^{-1}(U), U \sim U(0, 1) \Rightarrow$   
 $E(X) = E\{F^{-1}(U)\} = \int_0^1 F^{-1}(u)du = \int_0^\infty 1 - F(x)dx = \int_0^\infty S(x)dx$

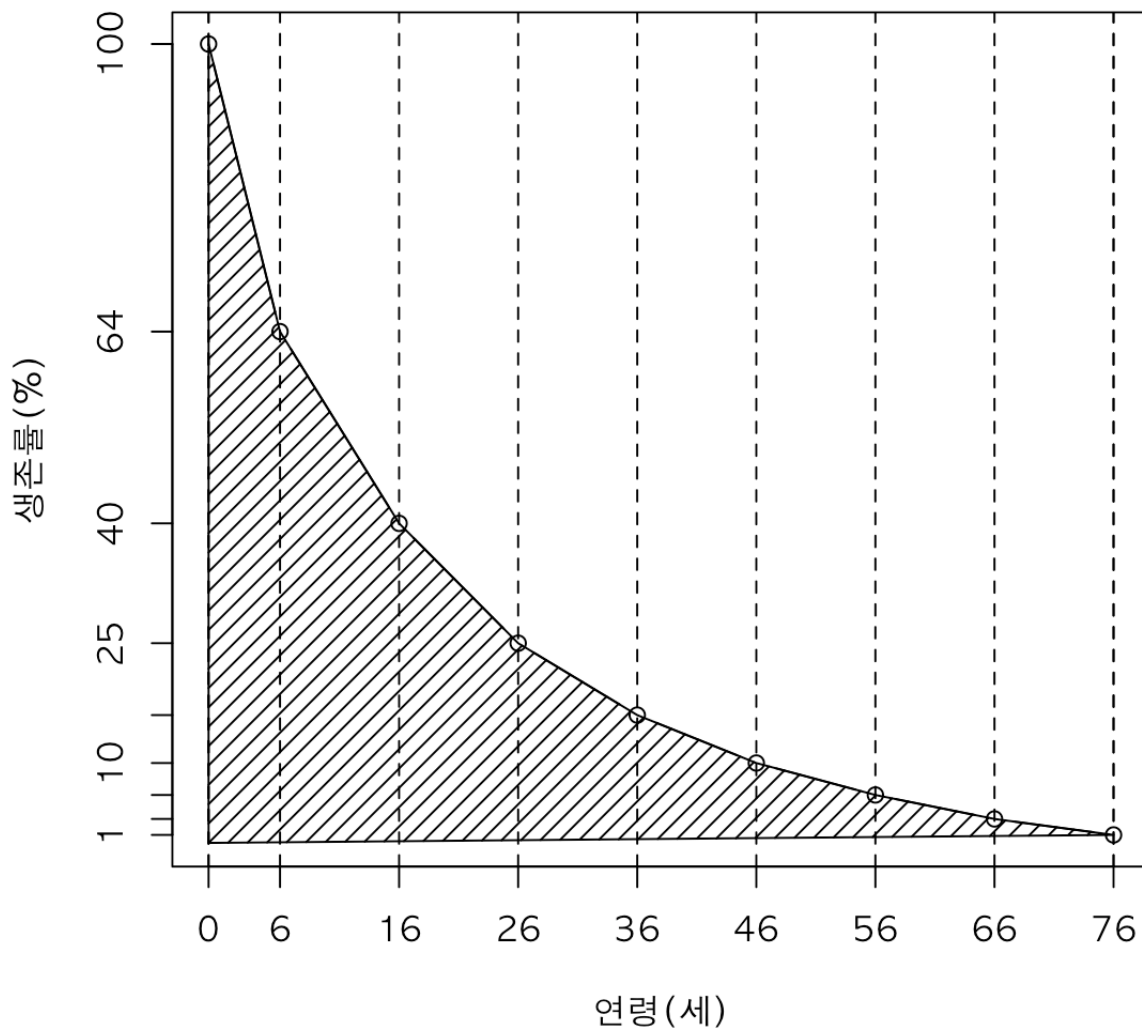
```
ls()
```

```
## [1] "age"          "d.shape"      "dx"           "dx.f"
## [5] "dx.m"         "dx.o"         "e0x"          "e0x.o"
## [9] "g1"           "g2"           "g3"           "graunt"
## [13] "graunt.melt"  "graunt.poly"  "graunt.us"    "graunt.x"
## [17] "graunt.y"     "halley"       "lifetable"    "lifetable.kr"
## [21] "lifetable.kr.x" "lifetable.kr.y" "lx"           "mux"
## [25] "mux.o"        "p.shape"      "p1"           "p2"
## [29] "p2.shape"     "p3"           "p3.shape"     "p4"
## [33] "qx"           "qx.f"         "qx.m"         "qx.o"
## [37] "us.93"        "us.y"         "x"            "y"
```

- 이 생존함수의 아래 면적을 계산하면, 그것이 곧 기대수명임.

```
plot(graunt$x, graunt$lx.17th, ann=F, xaxt="n", yaxt="n", type="b")
axis(side=1, at=graunt$x, labels=graunt$x)
axis(side=2, at=graunt$lx.17th, labels=graunt$lx.17th)
abline(v=c(0, 76), lty=2)
# graunt.x.2<-c(graunt$x, rev(graunt$x))
# graunt.y.2<-c(rep(0, length(graunt$x)), rev(graunt$lx.17th))
graunt.x<-c(graunt$x, graunt$x[1])
graunt.y<-c(graunt$lx.17th, 0)
polygon(graunt.x, graunt.y,density=15)
abline(v=graunt$x, lty=2)
title(main="John Graunt의 생존 곡선", xlab="연령(세)", ylab="생존률(%)")
```

## John Graunt의 생존 곡선



- 곡선 아랫 부분의 면적이 사다리꼴의 합인 점에 착안하면, 그 면적은 결국

$\sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i) \times \frac{1}{2}(y_i + y_{i+1})$ 으로 주어지는데 이는 `diff()`, `head()` 와 `tail()` 을 이용하여 간단한 식으로 표현할 수 있음.

```
area.R <- function(x, y) {
  sum(diff(x) * (head(y, -1) + tail(y, -1))/2)
}
area.R(graunt$x, graunt$lx.17th)/100
```

```
## [1] 18.17
```

## 1993년 미국의 생명표와 비교

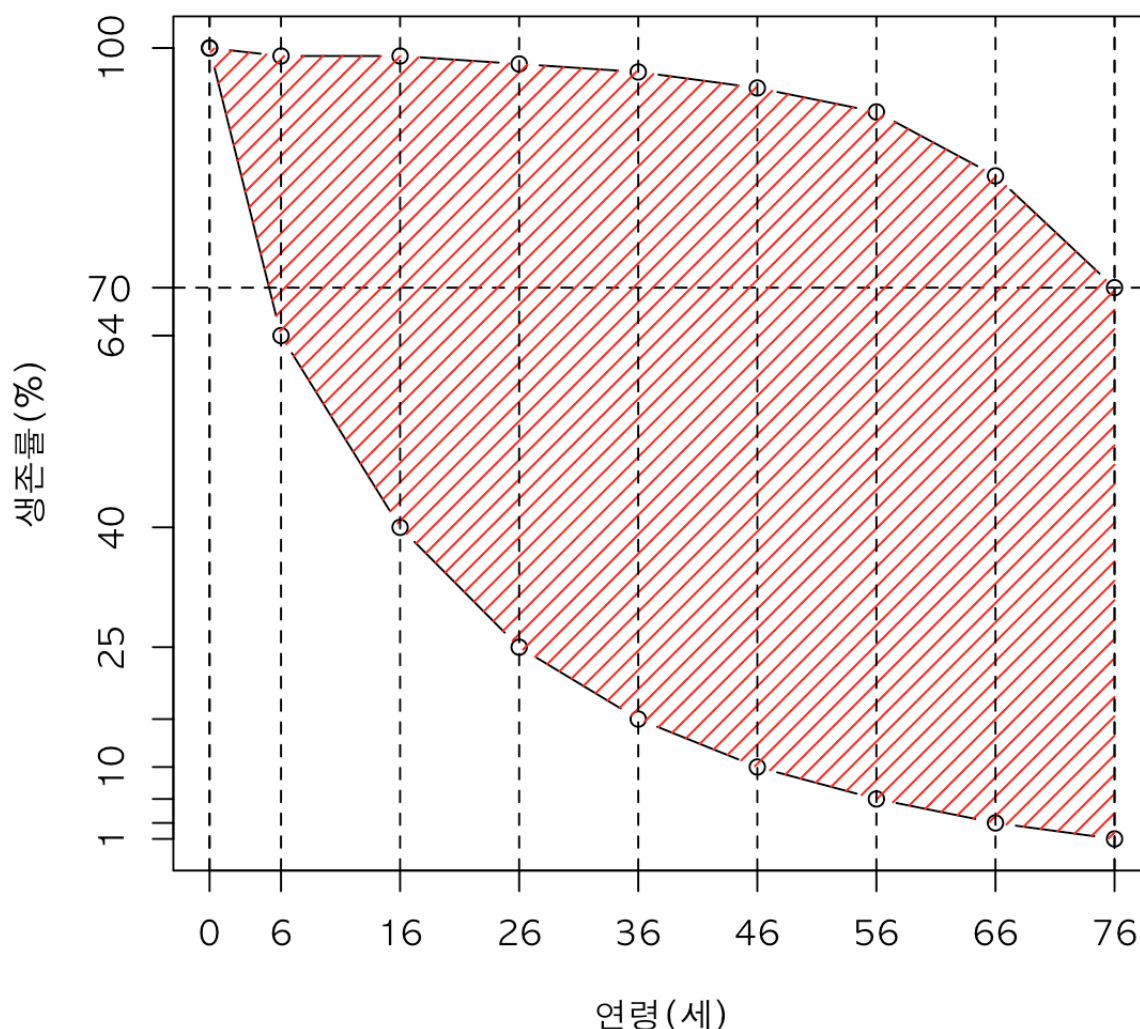
- Graunt의 생존곡선과 1993년 미국 생존곡선 사이의 빗금친 부분은 기대수명의 차이를 나타내므로 각 곡선의 아랫 부분 면적을 계산해서 차이를 내면 됨.

```

plot(graunt$x, graunt$lx.17th, ann=F, xaxt="n", yaxt="n", type="b")
axis(side=1, at=graunt$x, labels=graunt$x)
axis(side=2, at=graunt$lx, labels=graunt$lx.17th)
abline(v=c(0, 76), lty=2)
lines(us.93$x, us.93$lx.93, type="b")
axis(side=2, at=70, labels=70, las=1)
abline(h=70, lty=2)
graunt.x<-c(graunt$x, rev(graunt$x))
graunt.y<-c(rep(0, length(graunt$x)), rev(graunt$lx.17th))
us.y <- c(graunt$lx, rev(us.93$lx.93))
polygon(graunt.x, us.y, density=15, col="red", border=NA)
abline(v=graunt$x,lty=2)
title(main="Graunt와 1993년 미국의 생존 곡선", xlab="연령(세)", ylab="생존률(%)")

```

Graunt와 1993년 미국의 생존 곡선



- 1993 미국 생존함수의 밑면적(기대수명)은

```
area.R(us.93$x, us.93$lx.93)/100
```

```
## [1] 70.92
```

- 따라서 빗금친 부분의 면적, 즉 기대수명의 차이는

```
area.R(us.93$x, us.93$lx.93)/100 - area.R(graunt$x, graunt$lx.17th)/100
```

```
## [1] 52.75
```

## Halley의 lifetable과 비교

- Halley의 lifetable

```
halley
```

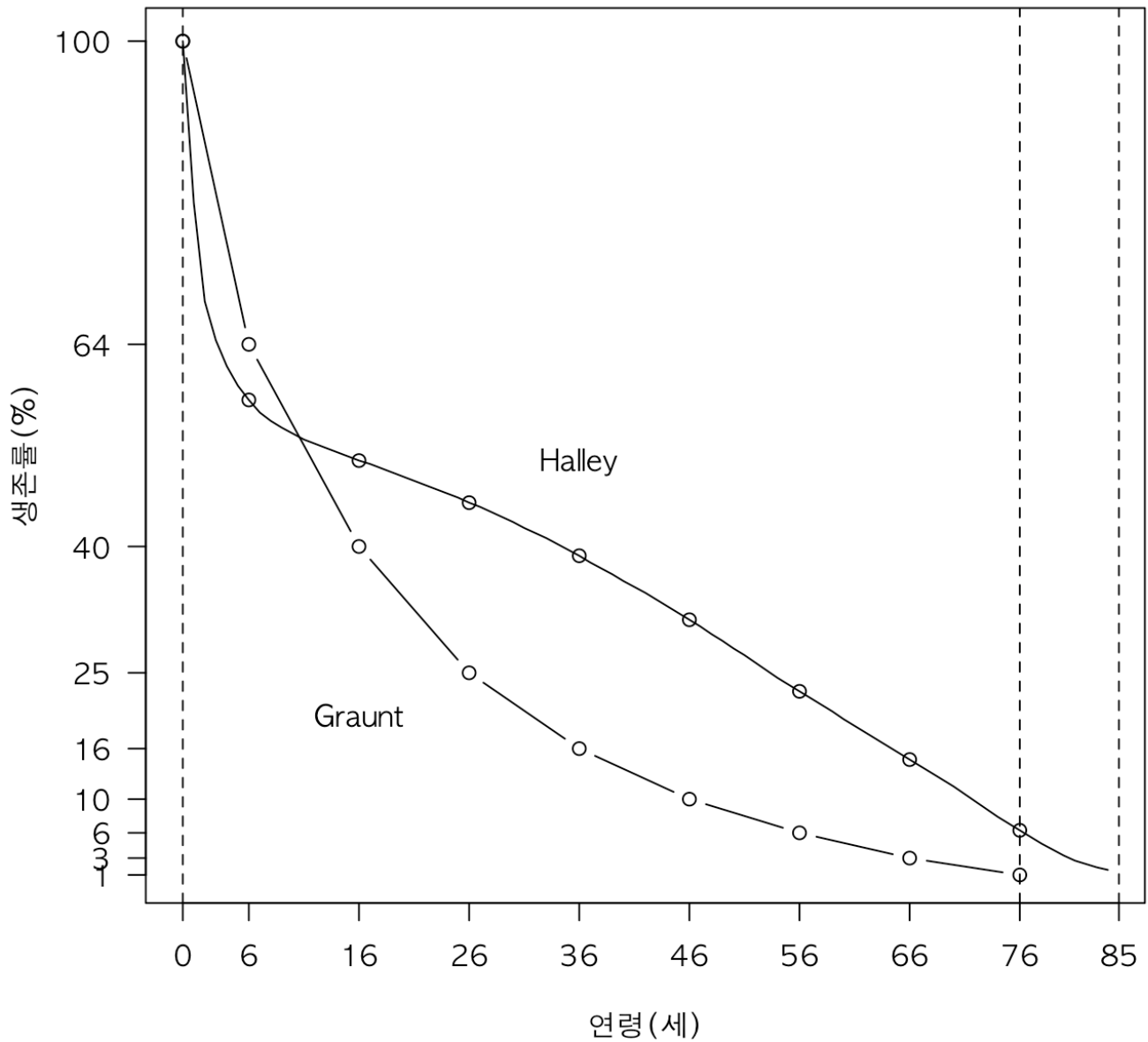
##	age	lx	px
## 1	0	1238	100.0
## 2	1	1000	80.8
## 3	2	855	69.1
## 4	3	798	64.5
## 5	4	760	61.4
## 6	5	732	59.1
## 7	6	710	57.4
## 8	7	692	55.9
## 9	8	680	54.9
## 10	9	670	54.1
## 11	10	661	53.4
## 12	11	653	52.7
## 13	12	646	52.2
## 14	13	640	51.7
## 15	14	634	51.2
## 16	15	628	50.7
## 17	16	622	50.2
## 18	17	616	49.8
## 19	18	610	49.3
## 20	19	604	48.8
## 21	20	598	48.3
## 22	21	592	47.8
## 23	22	586	47.3
## 24	23	579	46.8
## 25	24	573	46.3
## 26	25	567	45.8
## 27	26	560	45.2
## 28	27	553	44.7
## 29	28	546	44.1
## 30	29	539	43.5
## 31	30	531	42.9
## 32	31	523	42.2
## 33	32	515	41.6
## 34	33	507	41.0
## 35	34	499	40.3
## 36	35	490	39.6
## 37	36	481	38.9
## 38	37	472	38.1
## 39	38	463	37.4
## 40	39	454	36.7
## 41	40	445	35.9
## 42	41	436	35.2
## 43	42	427	34.5
## 44	43	417	33.7
## 45	44	407	32.9
## 46	45	397	32.1
## 47	46	387	31.3
## 48	47	377	30.5
## 49	48	367	29.6
## 50	49	357	28.8
## 51	50	346	27.9
## 52	51	335	27.1

```
## 53 52 324 26.2
## 54 53 313 25.3
## 55 54 302 24.4
## 56 55 292 23.6
## 57 56 282 22.8
## 58 57 272 22.0
## 59 58 262 21.2
## 60 59 252 20.4
## 61 60 242 19.5
## 62 61 232 18.7
## 63 62 222 17.9
## 64 63 212 17.1
## 65 64 202 16.3
## 66 65 192 15.5
## 67 66 182 14.7
## 68 67 172 13.9
## 69 68 162 13.1
## 70 69 152 12.3
## 71 70 142 11.5
## 72 71 131 10.6
## 73 72 120 9.7
## 74 73 109 8.8
## 75 74 98 7.9
## 76 75 88 7.1
## 77 76 78 6.3
## 78 77 68 5.5
## 79 78 58 4.7
## 80 79 50 4.0
## 81 80 41 3.3
## 82 81 34 2.7
## 83 82 28 2.3
## 84 83 23 1.9
## 85 84 20 1.6
```

- 비교가 쉽도록 연령이 0, 6, 16, 26, 36, 46, 56, 66, 76인 점에만 같은 동그라미 점으로 표시.

```
plot(px ~ age, data = halley, ann = F, xaxt = "n", yaxt = "n", type="l")
points(px[age %in% graunt$x]~age[age %in% graunt$x], data=halley)
lines(lx.17th~x, data=graunt, type="b")
axis(side=1, at=c(graunt$x, 85), labels=c(graunt$x, 85))
axis(side=2, at=graunt$lx.17th, labels=graunt$lx.17th, las=1)
abline(v=c(0, 76, 85), lty=2)
text(x = c(16, 36), y=c(20, 50), label=c("Graunt", "Halley"))
title(main="Graunt와 Halley의 생존 곡선 비교", xlab="연령(세)", ylab="생존률(%)" )
```

## Graunt와 Halley의 생존 곡선 비교



- 기대수명은 어떻게 차이 나는가?

```
("할리" <- area.R(halley$age, halley$px)/100)
```

```
## [1] 27.872
```

```
("그론티" <- area.R(graunt$x, graunt$lx.17th)/100)
```

```
## [1] 18.17
```

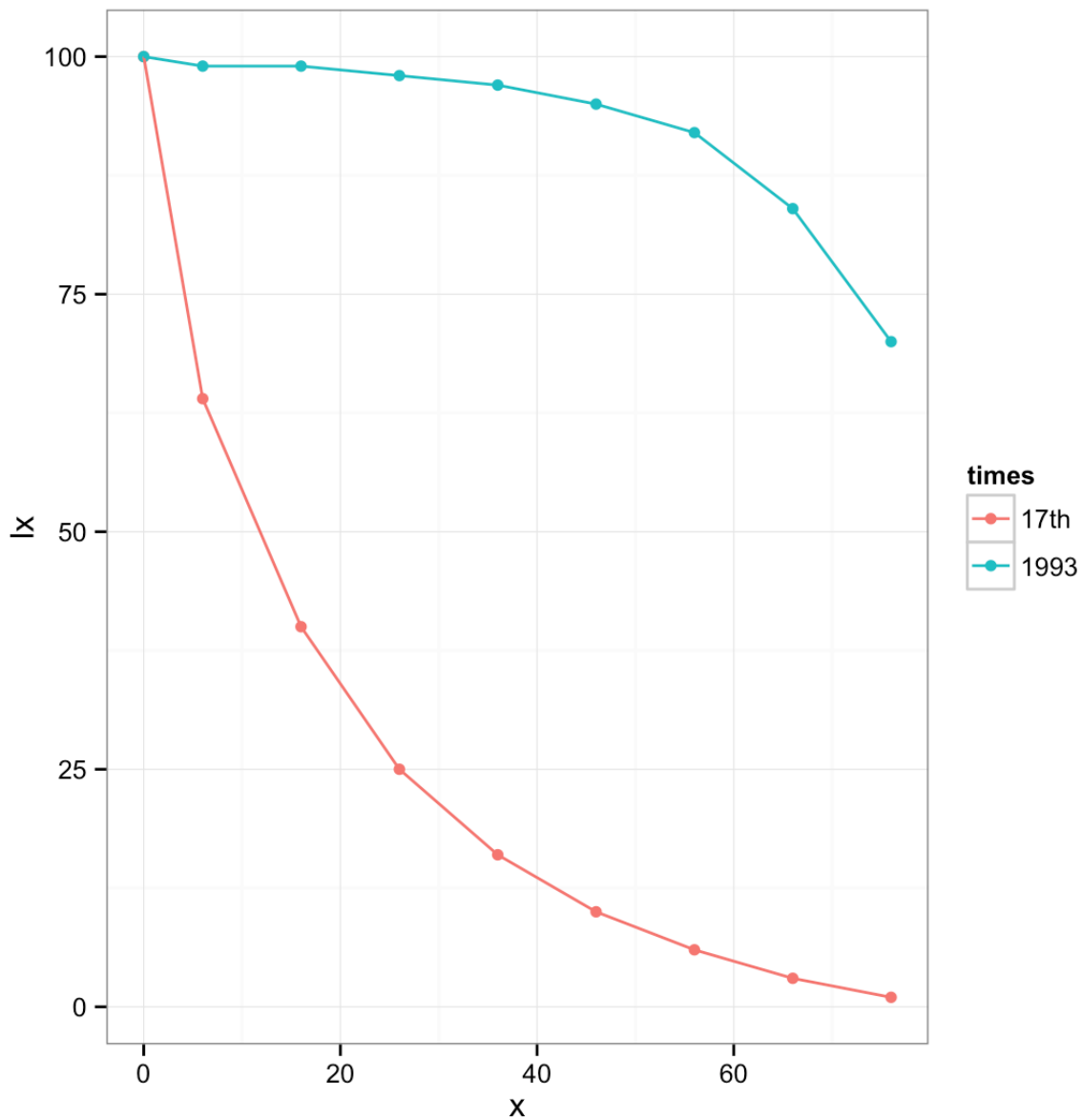
ggplot에 한글 정보를 입력하려면,

```
library(ggplot2)
```

## 생존함수 비교

- ggplot의 구조로부터 마지막 도표만 다시 나타내면,

g3

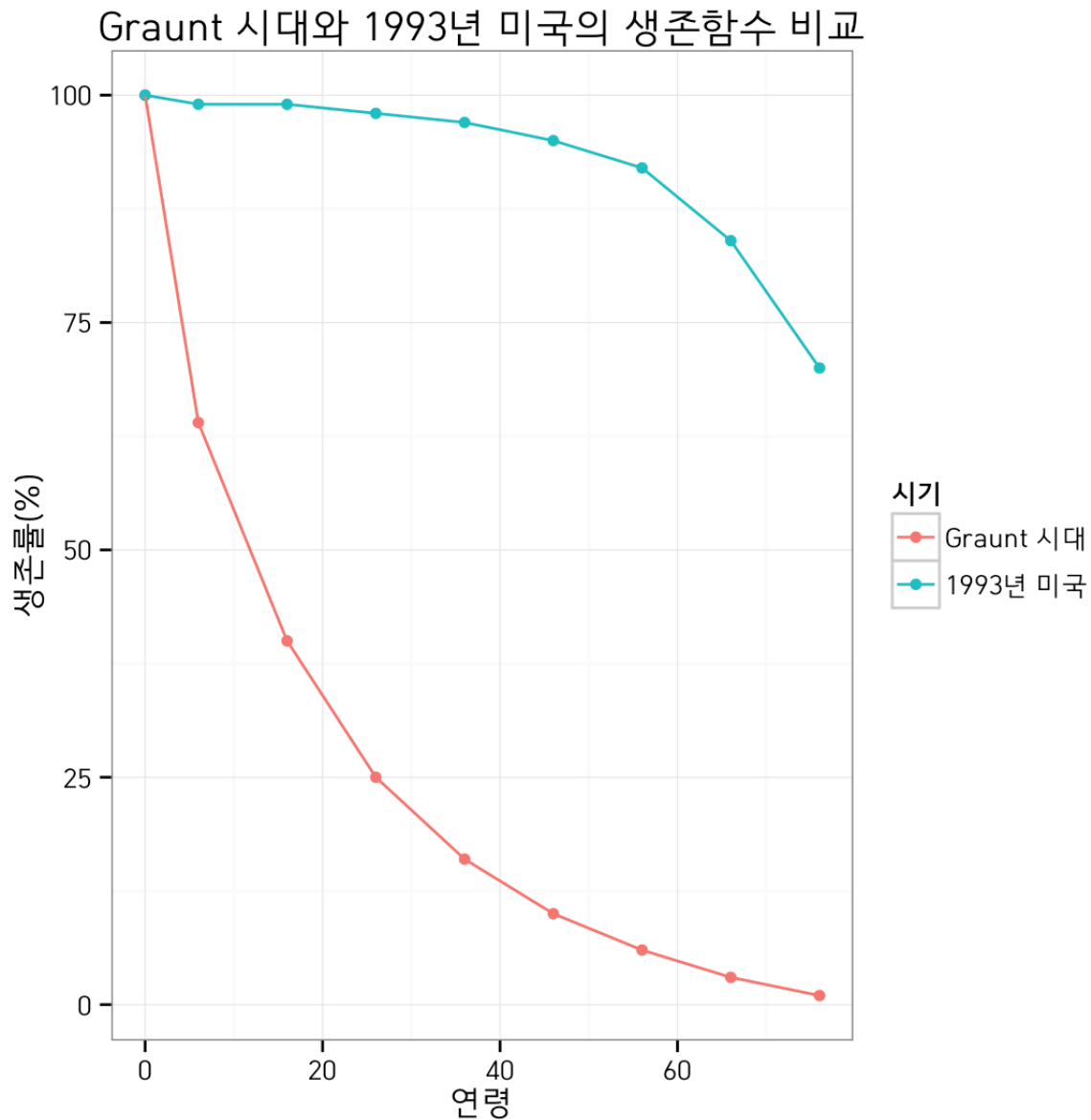


- 그림의 전체 제목과 x-축, y-축, 범례를 한글로 바꿔 주기 위하여 `extrafont` 패키지를 설치하고 시스템 폰트를 등록한 후 `theme()` 을 한글로 설정하여 저장.



```
theme.kr <- theme(axis.title.x = element_text(family = "HCR Dotum LVT"),
  axis.title.y = element_text(family = "HCR Dotum LVT"),
  axis.text.x = element_text(family = "HCR Dotum LVT"),
  axis.text.y = element_text(family = "HCR Dotum LVT"),
  plot.title = element_text(family = "HCR Dotum LVT"),
  legend.title = element_text(family = "HCR Dotum LVT"),
  legend.text = element_text(family = "HCR Dotum LVT"))

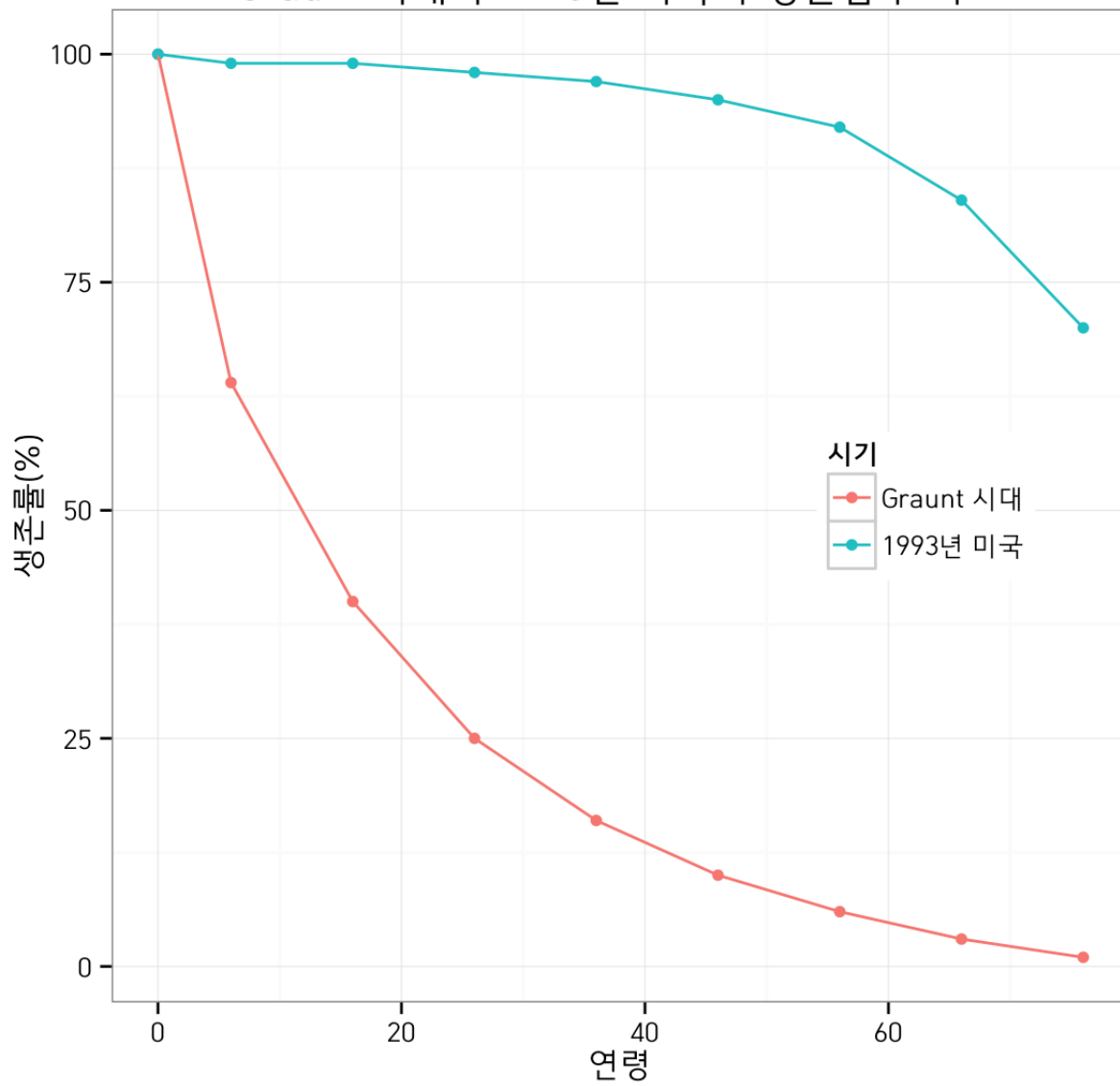
(g4 <- g3 + theme.kr +
  xlab("연령") + ylab("생존률(%)") +
  ggtitle("Graunt 시대와 1993년 미국의 생존함수 비교") +
  labs(colour="시기") +
  scale_colour_discrete(labels = c("Graunt 시대", "1993년 미국")))
```



- 범례를 그림 안쪽에 위치시키려면,

```
(g5 <- g4 + theme(legend.position = c(0.8, 0.5)))
```

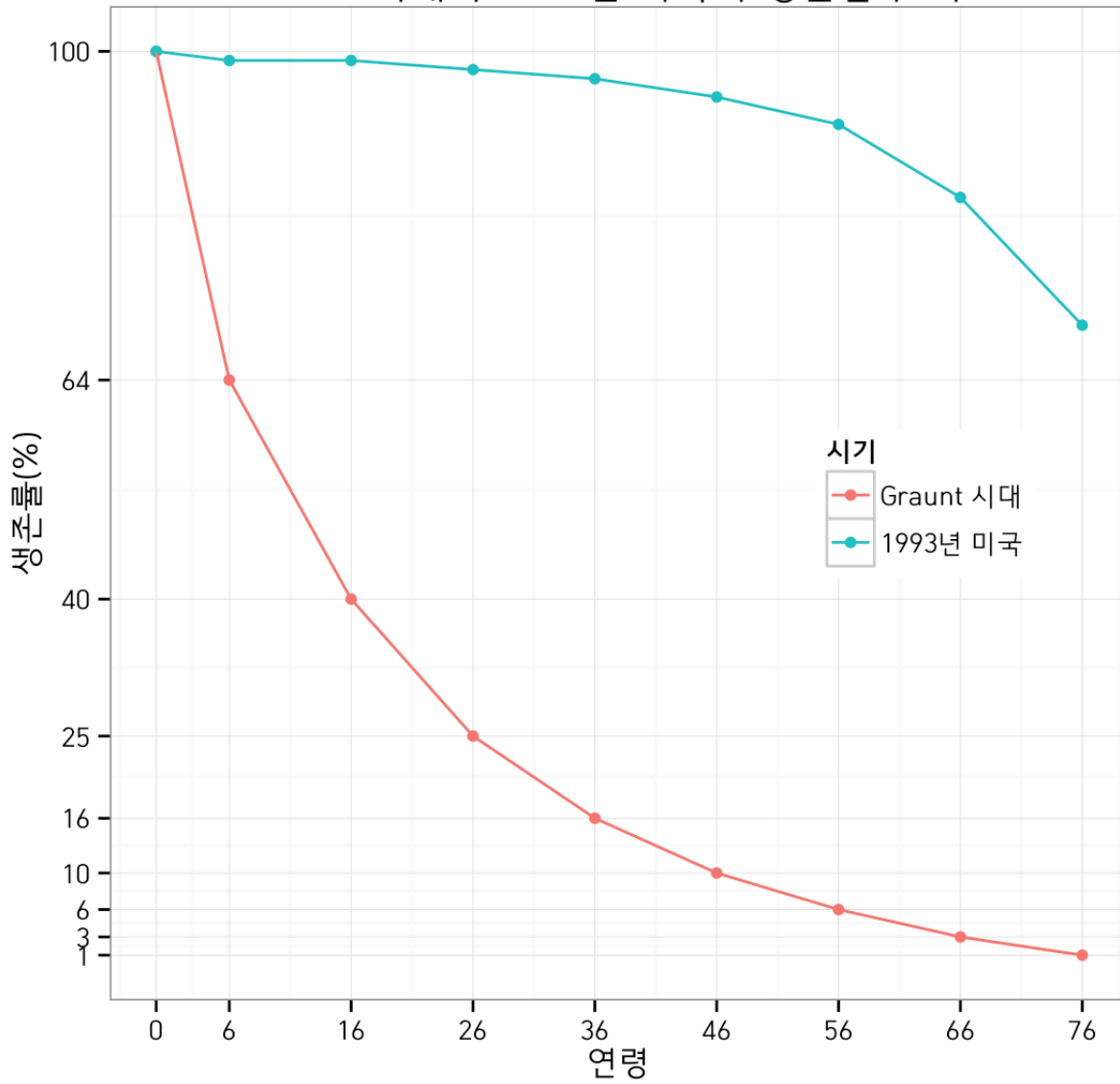
Graunt 시대와 1993년 미국의 생존함수 비교



- x-축과 눈금과 y-축의 눈금을 낮익은 값들로 조정.

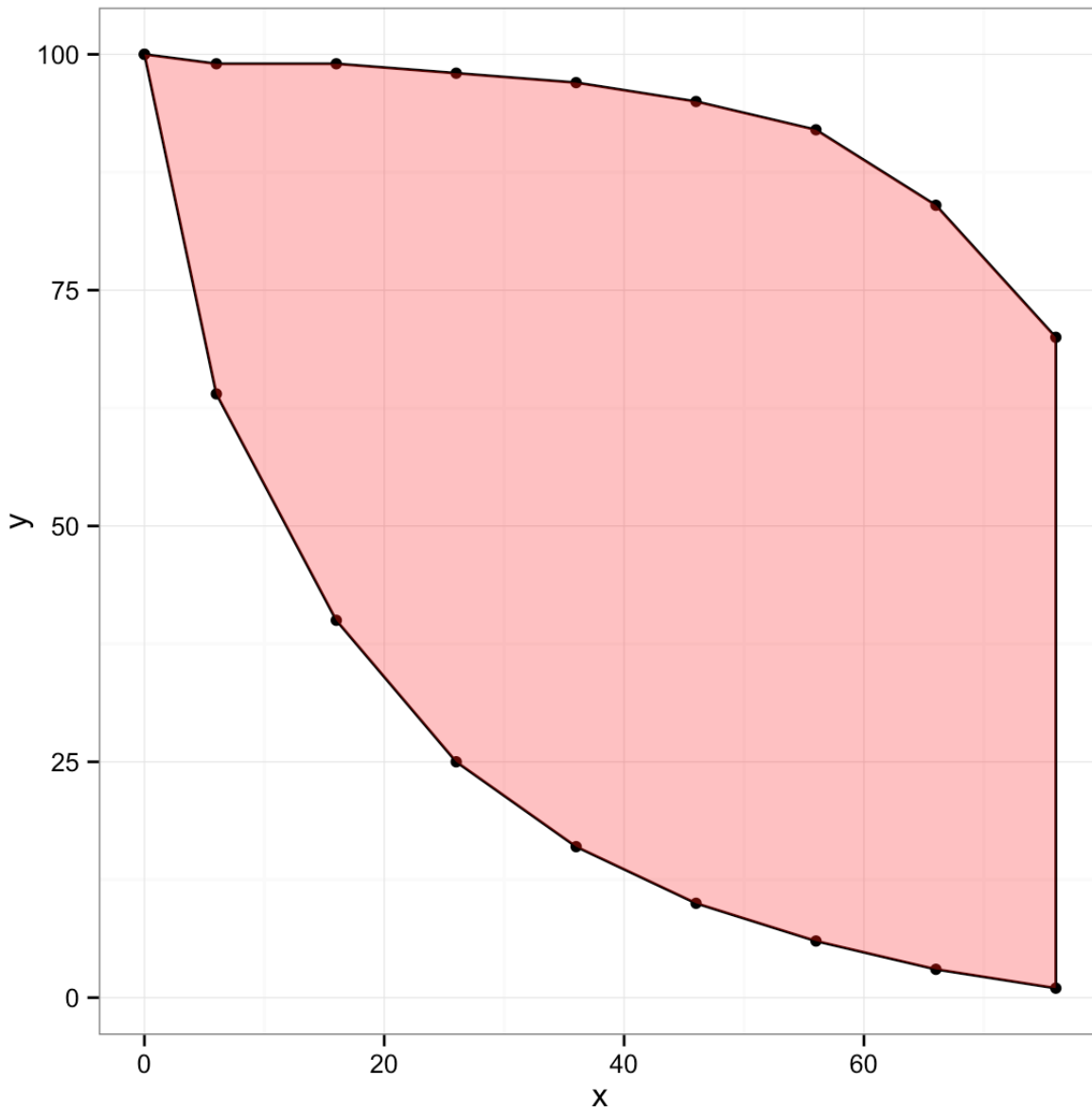
```
(g6 <- g5 + scale_x_continuous(breaks=graunt$x) + scale_y_continuous(breaks=graunt$lx.17th)
)
```

Graunt 시대와 1993년 미국의 생존함수 비교



## 기대수명 비교

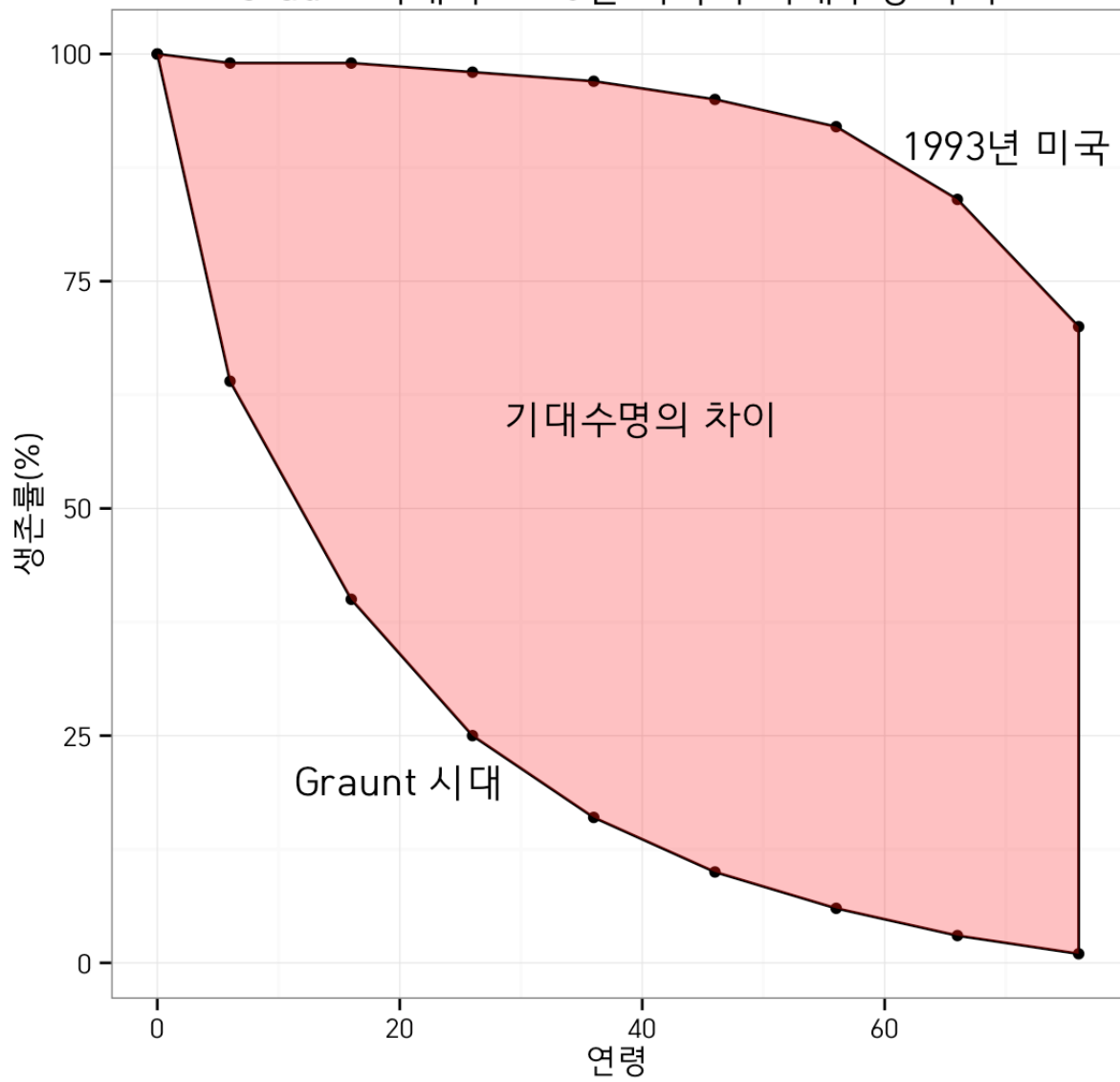
- polygon 으로 그린 최종 작품에 한글 정보 입력.



- 앞과 같은 방법으로 타이틀과 범례에 한글 입력.

```
(p5 <- p4 + theme.kr +
  xlab("연령") + ylab("생존률(%)") +
  ggtitle("Graunt 시대와 1993년 미국의 기대수명 차이") +
  annotate("text", x = c(20, 70), y = c(20, 90), label=c("Graunt 시대", "1993년
미국"),
    family="HCR Dotum LVT") +
  annotate("text", x = 40, y = 60, label="기대수명의 차이", family="HCR Dotum LV
T"))
```

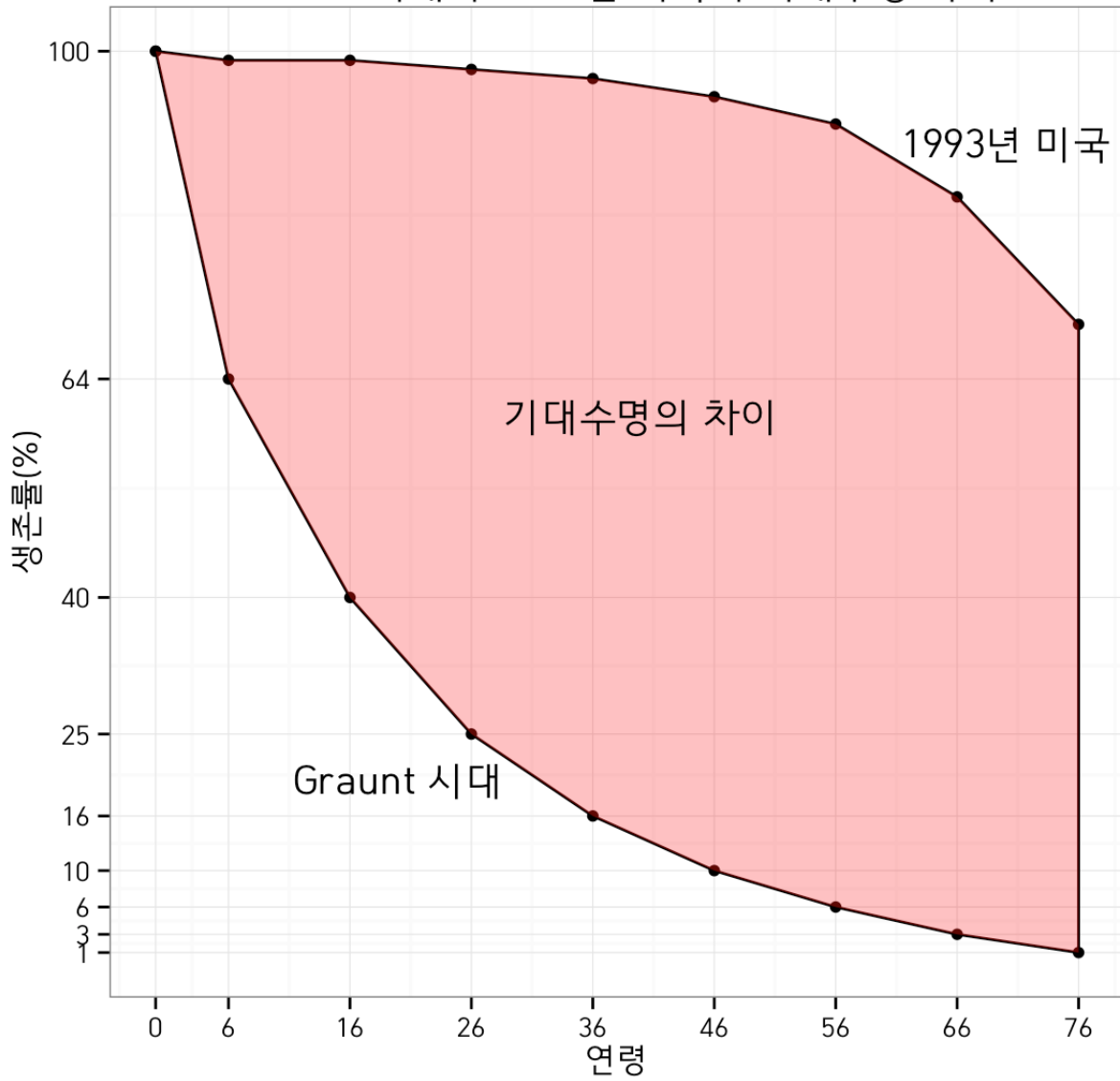
Graunt 시대와 1993년 미국의 기대수명 차이



- x-축과 눈금과 y-축의 눈금을 낮익은 값들로 조정.

```
(p6 <- p5 + scale_x_continuous(breaks=graunt$x) + scale_y_continuous(breaks=graunt$lx.17th)
)
```

Graunt 시대와 1993년 미국의 기대수명 차이



- theme.kr 은 어떻게 생겼는가?

theme.kr

```

## List of 7
## $ axis.title.x:List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ axis.title.y:List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ axis.text.x :List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ axis.text.y :List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ plot.title   :List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ legend.title:List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"

```

```
## ..$ face      : NULL
## ..$ colour    : NULL
## ..$ size      : NULL
## ..$ hjust     : NULL
## ..$ vjust     : NULL
## ..$ angle     : NULL
## ..$ lineheight: NULL
## ..- attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ legend.text :List of 8
## ..$ family    : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face      : NULL
## ..$ colour    : NULL
## ..$ size      : NULL
## ..$ hjust     : NULL
## ..$ vjust     : NULL
## ..$ angle     : NULL
## ..$ lineheight: NULL
## ..- attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## - attr(*, "class")= chr [1:2] "theme" "gg"
## - attr(*, "complete")= logi FALSE
```

```
str(theme.kr)
```



```

## List of 7
## $ axis.title.x:List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ axis.title.y:List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ axis.text.x :List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ axis.text.y :List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ plot.title   :List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face         : NULL
## ..$ colour       : NULL
## ..$ size         : NULL
## ..$ hjust        : NULL
## ..$ vjust        : NULL
## ..$ angle        : NULL
## ..$ lineheight   : NULL
## ... attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ legend.title:List of 8
## ..$ family      : chr "HCR Dotum LVT"

```

```
## ..$ face      : NULL
## ..$ colour    : NULL
## ..$ size      : NULL
## ..$ hjust     : NULL
## ..$ vjust     : NULL
## ..$ angle     : NULL
## ..$ lineheight: NULL
## ..- attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## $ legend.text :List of 8
## ..$ family    : chr "HCR Dotum LVT"
## ..$ face      : NULL
## ..$ colour    : NULL
## ..$ size      : NULL
## ..$ hjust     : NULL
## ..$ vjust     : NULL
## ..$ angle     : NULL
## ..$ lineheight: NULL
## ..- attr(*, "class")= chr [1:2] "element_text" "element"
## - attr(*, "class")= chr [1:2] "theme" "gg"
## - attr(*, "complete")= logi FALSE
```

```
class(theme.kr)
```

```
## [1] "theme" "gg"
```