

Project 3

경험생명표를 이용한 **생명 보험** **연금 보험료** (Premium) 계산

Contents

01 생명표 생성

02 생명표 의미 분석

03 생명보험료 계산

04 Shiny Application

01 생명표 생성

a) 자료를 이용해 아래 방법으로 2010년 남녀 각 세별 경험생명표를 각각 작성하고 이를 통계청에서 작성한 2010년 생명표와 서로 비교 검토해보시오.

[표 1] 세별 인구, 사망자수를 통해 작성한 경험생명표

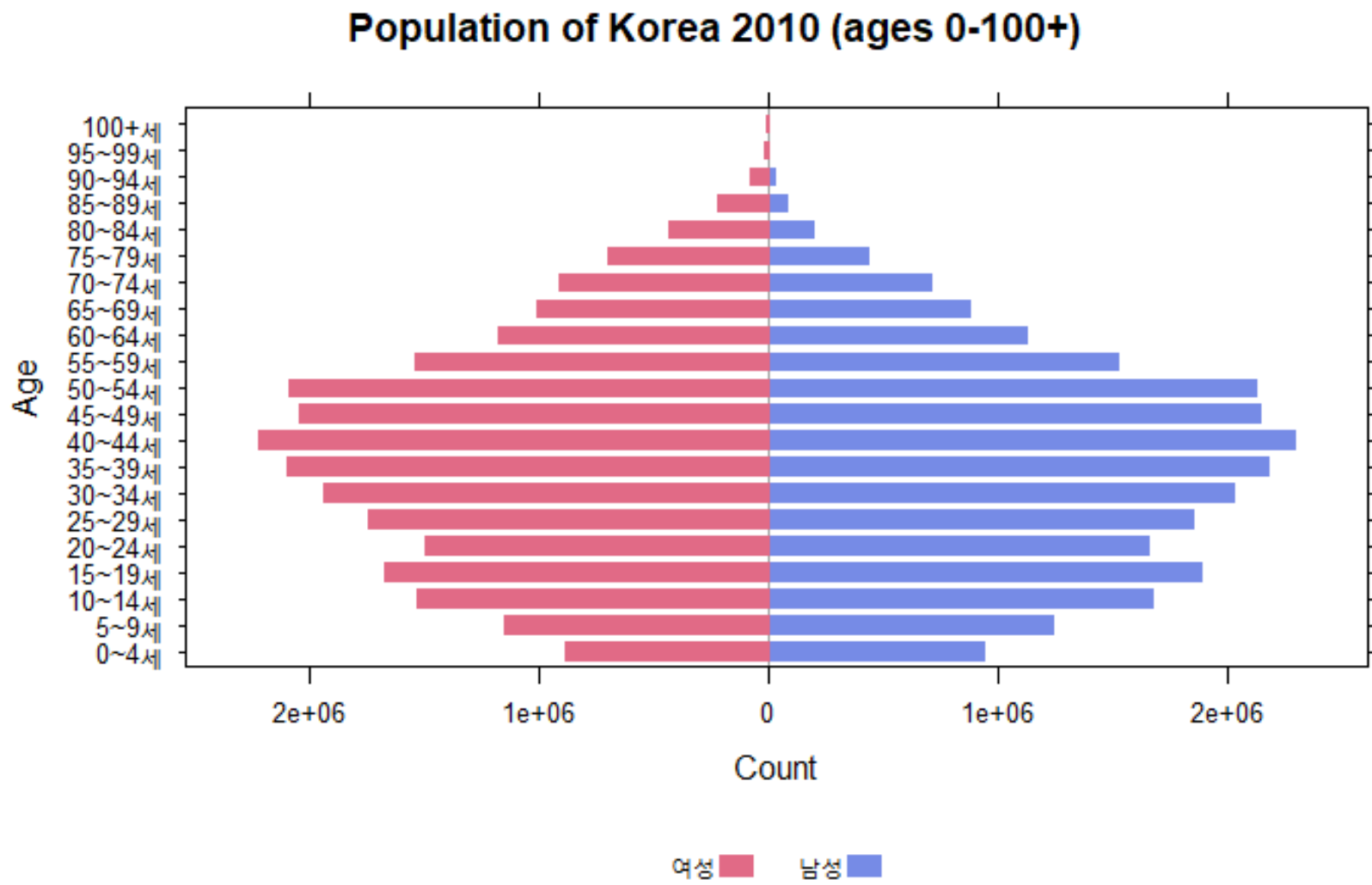
성별	여성				남성			
Age	q_x	l	L_x	e_x^0	q_x	l	L_x	e_x^0
0	0.00293	100000	99854	82.66	0.00394	100000	99803	75.88
1	0.00032	99707	99691	81.90	0.00035	99606	99589	75.18
2	0.00019	99675	99666	80.93	0.00021	99572	99562	74.21
3	0.00014	99656	99649	79.94	0.00020	99551	99541	73.22
4	0.00012	99642	99636	78.95	0.00014	99532	99524	72.24
5	0.00007	99630	99626	77.96	0.00012	99517	99511	71.25
6	0.00008	99623	99619	76.97	0.00013	99505	99498	70.26
7	0.00010	99615	99610	75.97	0.00016	99492	99484	69.27
8	0.00006	99605	99602	74.98	0.00009	99476	99471	68.28
9	0.00010	99599	99594	73.99	0.00015	99467	99459	67.28
10	0.00008	99589	99585	72.99	0.00012	99452	99446	66.29
11	0.00007	99581	99577	72.00	0.00010	99440	99435	65.30
12	0.00011	99574	99569	71.00	0.00012	99430	99424	64.31
13	0.00013	99563	99557	70.01	0.00018	99418	99409	63.32
14	0.00013	99550	99544	69.02	0.00021	99400	99390	62.33
15	0.00015	99537	99530	68.03	0.00021	99380	99369	61.34
16	0.00018	99523	99514	67.04	0.00035	99359	99341	60.35
17	0.00016	99505	99497	66.05	0.00041	99324	99304	59.38
18	0.00023	99489	99478	65.06	0.00044	99283	99261	58.40
19	0.00029	99467	99452	64.08	0.00048	99240	99216	57.43
20	0.00026	99438	99425	63.10	0.00046	99192	99169	56.45
⋮								
88	0.11098	41591	39283	4.38	0.15450	20194	18634	3.45
89	0.12062	36975	34745	3.99	0.16823	17074	15638	3.17
90	0.14073	32515	30227	3.61	0.18080	14202	12918	2.90
91	0.14995	27939	25845	3.28	0.19753	11634	10485	2.64
92	0.16587	23750	21780	2.94	0.22318	9336	8294	2.40
93	0.18059	19811	18022	2.61	0.22434	7252	6439	2.21
94	0.20040	16233	14607	2.29	0.24308	5625	4942	1.96
95	0.20539	12980	11647	1.96	0.27230	4258	3678	1.73
96	0.22068	10314	9176	1.58	0.25935	3098	2697	1.51
97	0.24307	8038	7061	1.15	0.24570	2295	2013	1.16
98	0.25272	6084	5315	0.65	0.23741	1731	1526	0.66
99	0.27372	4547	3924	0.00	0.27656	1320	1138	0.00

[표 2] 통계청 기반 생명표

성별	여성				남성			
Age	q_x	l	L_x	e_x^0	q_x	l	L_x	e_x^0
0	0.00273	100000	99770	84.07	0.00369	100000	99683	77.2
1	0.0003	99727	99712	83.3	0.00032	99631	99614	76.48
2	0.00022	99697	99686	82.32	0.00025	99598	99586	75.51
3	0.00015	99675	99667	81.34	0.00018	99574	99565	74.53
4	0.00011	99660	99655	80.35	0.00015	99556	99548	73.54
5	0.00009	99649	99645	79.36	0.00013	99541	99534	72.55
6	0.00008	99640	99636	78.37	0.00013	99527	99521	71.56
7	0.00008	99632	99628	77.37	0.00013	99514	99508	70.57
8	0.00008	99624	99620	76.38	0.00013	99501	99495	69.58
9	0.00008	99616	99612	75.38	0.00012	99488	99482	68.59
10	0.00008	99608	99604	74.39	0.00012	99476	99470	67.6
11	0.00009	99600	99595	73.4	0.00012	99465	99459	66.61
12	0.0001	99591	99586	72.4	0.00013	99453	99446	65.61
13	0.00012	99581	99575	71.41	0.00016	99440	99432	64.62
14	0.00014	99569	99562	70.42	0.0002	99424	99414	63.63
15	0.00015	99555	99548	69.43	0.00026	99404	99391	62.64
16	0.00016	99541	99532	68.44	0.00033	99378	99362	61.66
17	0.00019	99524	99515	67.45	0.0004	99345	99326	60.68
18	0.00023	99505	99494	66.46	0.00044	99306	99284	59.7
19	0.00026	99483	99470	65.48	0.00047	99262	99239	58.73
20	0.00029	99457	99443	64.49	0.0005	99216	99191	57.76
⋮								
88	0.10572	43149	40868	5.73	0.15234	21305	19682	4.54
89	0.11742	38587	36322	5.34	0.16537	18059	16566	4.26
90	0.12989	34056	31844	4.99	0.17893	15073	13724	4.01
91	0.14312	29632	27512	4.66	0.19297	12376	11182	3.77
92	0.15706	25392	23398	4.35	0.20744	9988	8952	3.55
93	0.17167	21403	19566	4.07	0.22226	7916	7036	3.35
94	0.1869	17729	16072	3.81	0.23738	6156	5426	3.17
95	0.20265	14416	12955	3.57	0.25269	4695	4102	3
96	0.21886	11494	10236	3.36	0.26812	3509	3038	2.84
97	0.23543	8979	7922	3.16	0.28357	2568	2204	2.7
98	0.25223	6865	5999	2.97	0.29894	1840	1565	2.57
99	0.26916	5133	4442	2.81	0.31412	1290	1087	2.45
100+	1	3752	9967	2.66	1	885	2072	2.34

01 생명표 생성

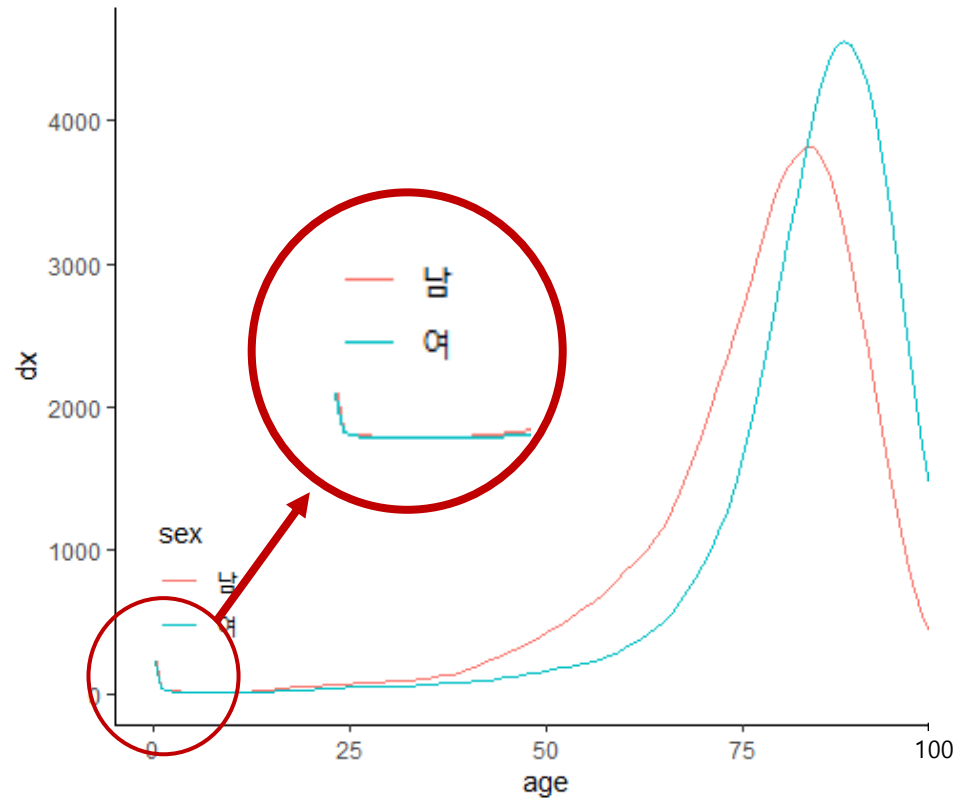
b) 2010년 6월 남녀 연령별 인구수를 서로 마주보게 인구피라미드 그래프를 그려보고 그래프의 의미를 설명하시오.



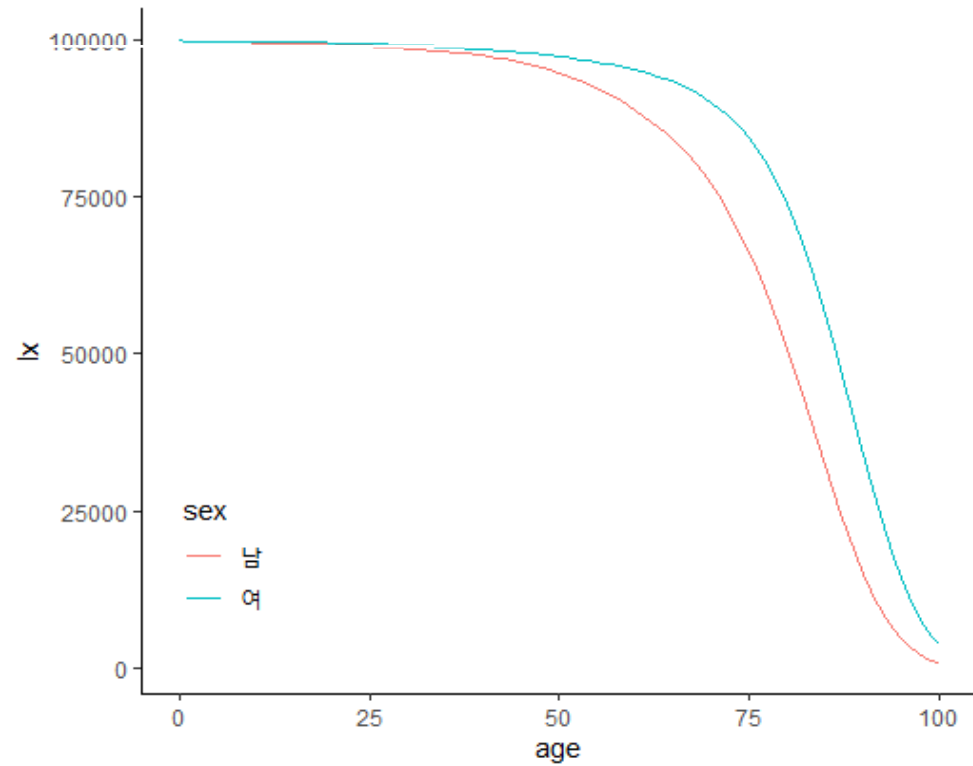
02 생명표 의미 분석

a) 2010년 생명표에서 l_x , d_x , q_x , \overline{e}_x 의 시계열도표를 성별로 같은 도표에 겹쳐서 그려보고 남녀간 차이를 비교분석해 보시오. $x = 0, 1, \dots, 100$

사망자 수 (d_x)

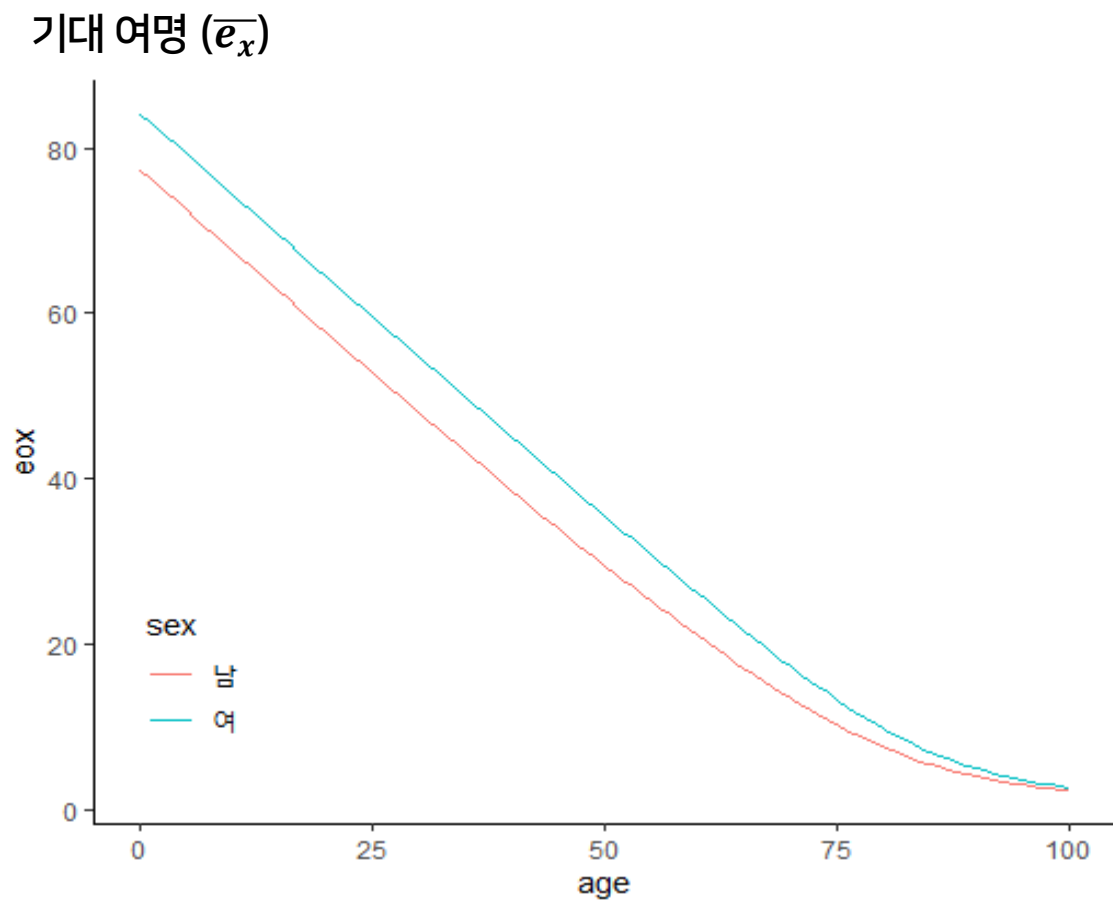
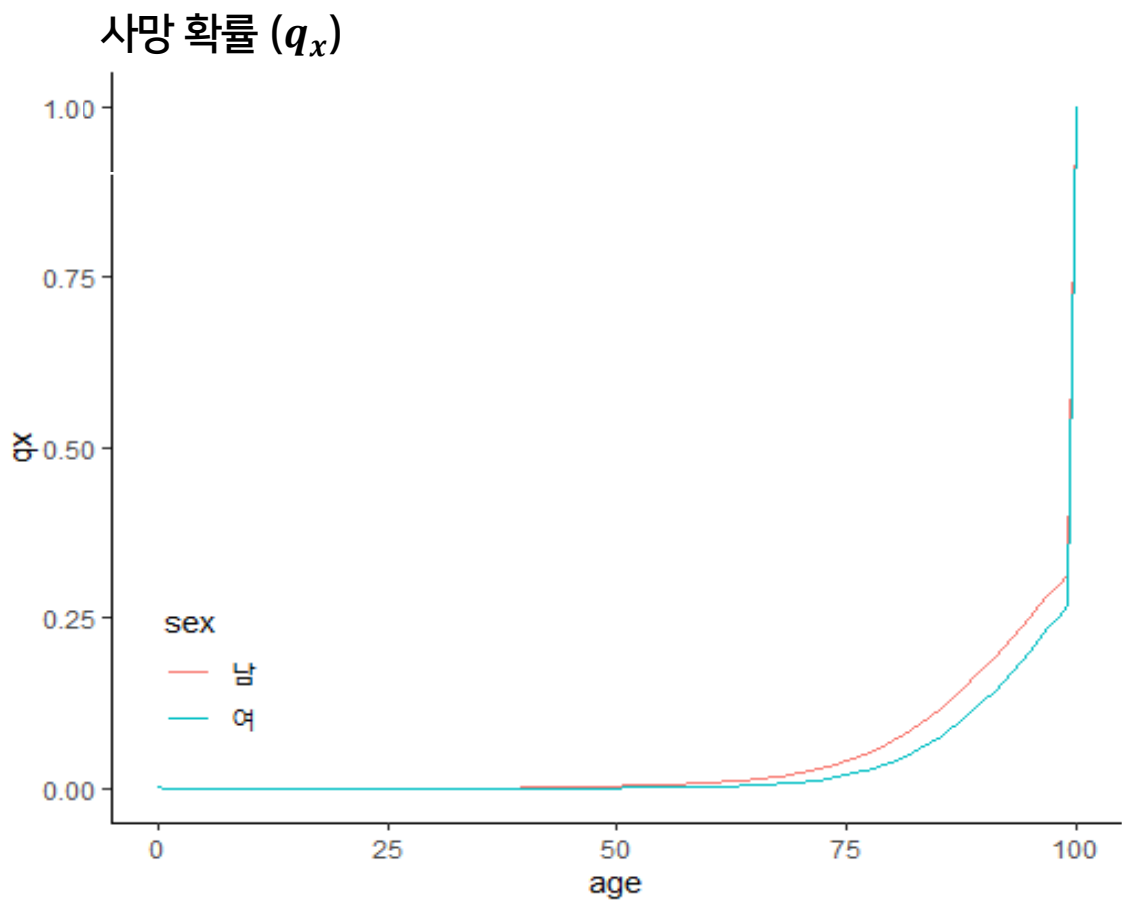


생존자 수 (l_x)



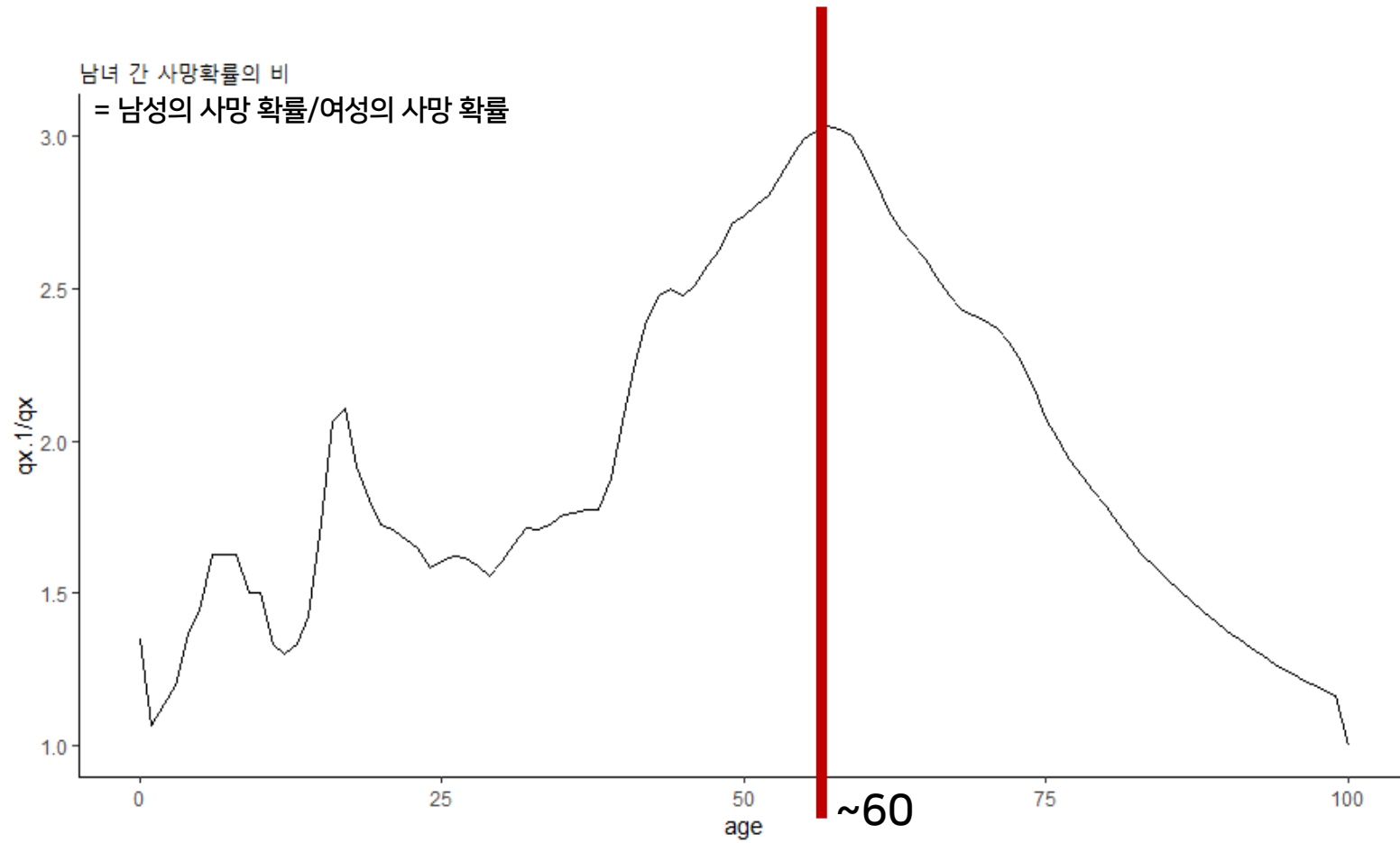
02 생명표 의미 분석

a) 2010년 생명표에서 $l_x, d_x, q_x, \overline{e}_x$ 의 시계열도표를 성별로 같은 도표에 겹쳐서 그려보고 남녀간 차이를 비교분석해 보시오. $x = 0, 1, \dots, 100$



02 생명표 의미 분석

b) 남녀간 사망확률의 비의 시계열 도표를 그려보고 그 의미를 설명하시오.

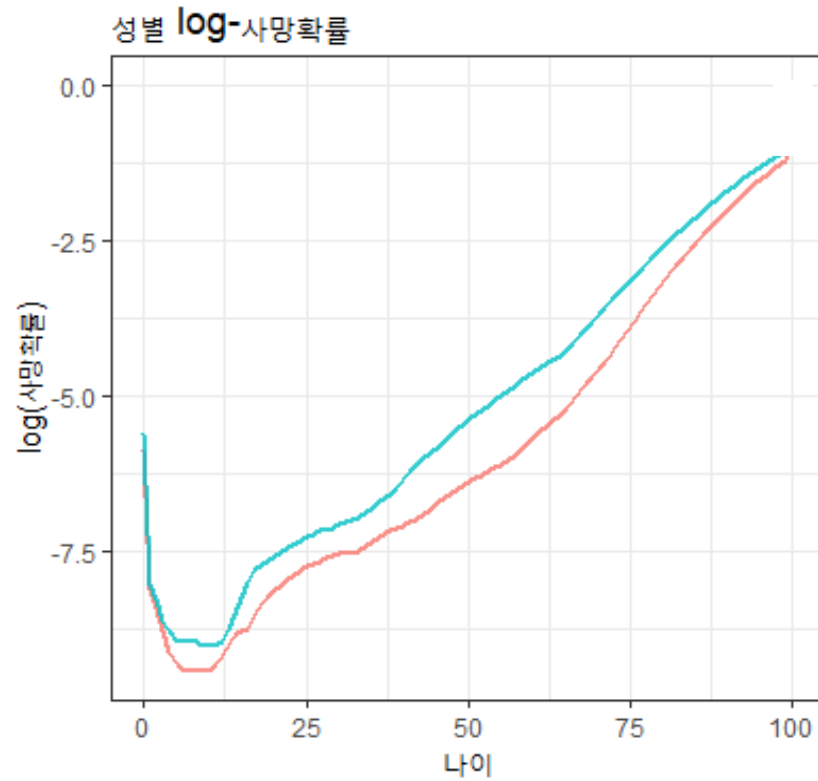


남성의 사망 확률/여성의 사망 확률 > 1 \longleftrightarrow 남성의 사망 확률 > 여성의 사망 확률

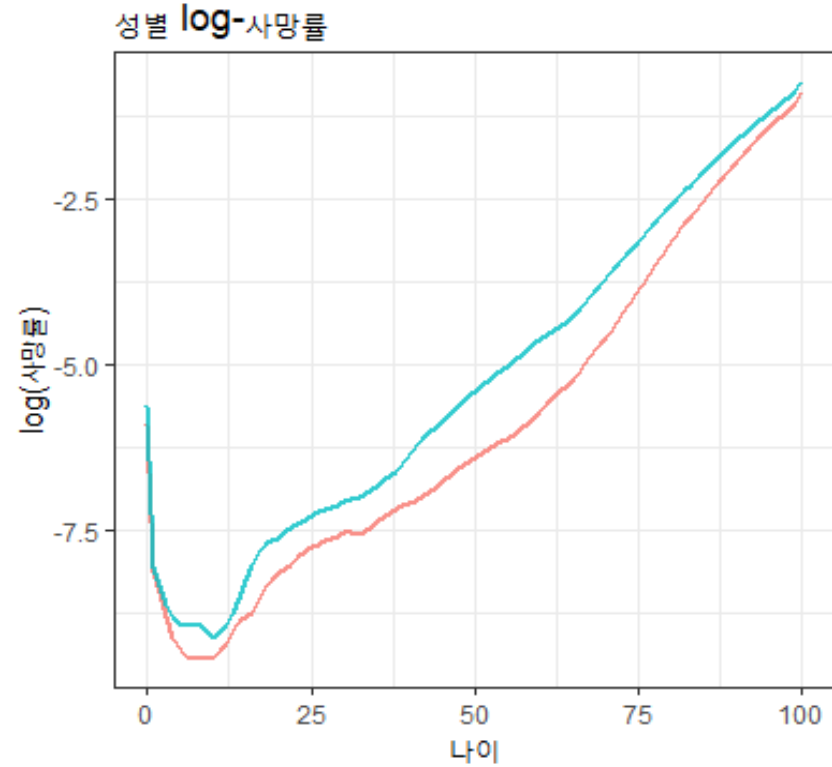
02 생명표 의미 분석

c) 남녀별 log-사망확률 및 log-사망률의 시계열 도표를 성별로 겹쳐서 그려보고 의미를 설명하시오.

Log 사망 확률



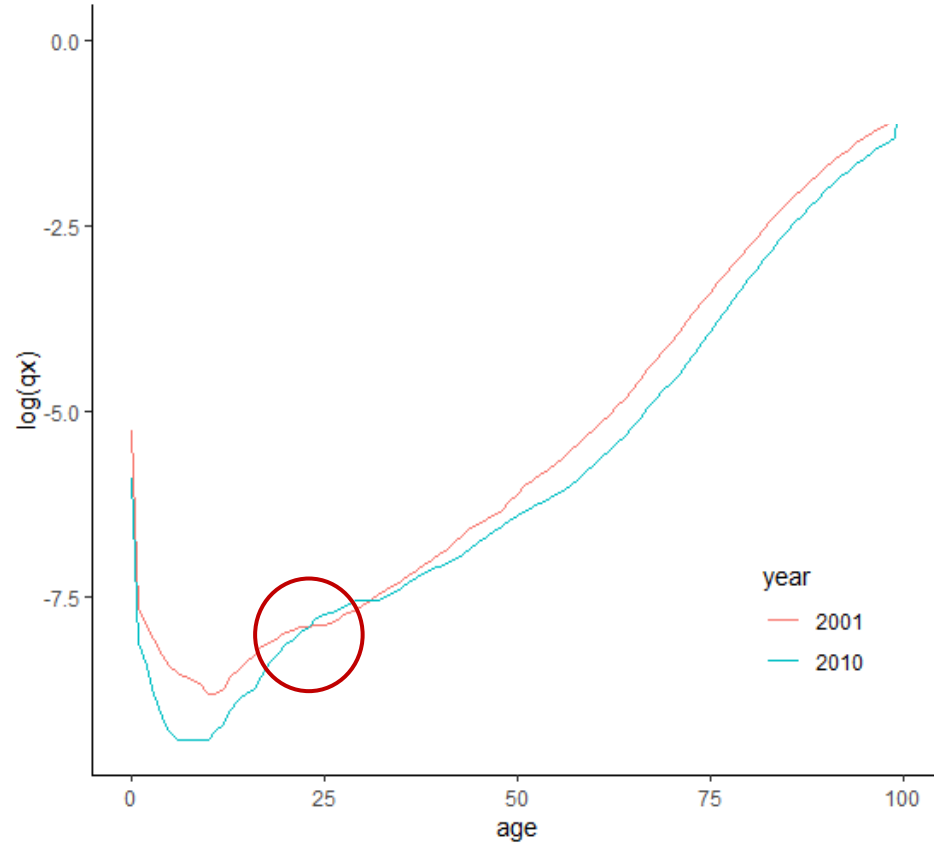
Log 사망률 ($m_x = q_x / (1 - \frac{q_x}{2})$)



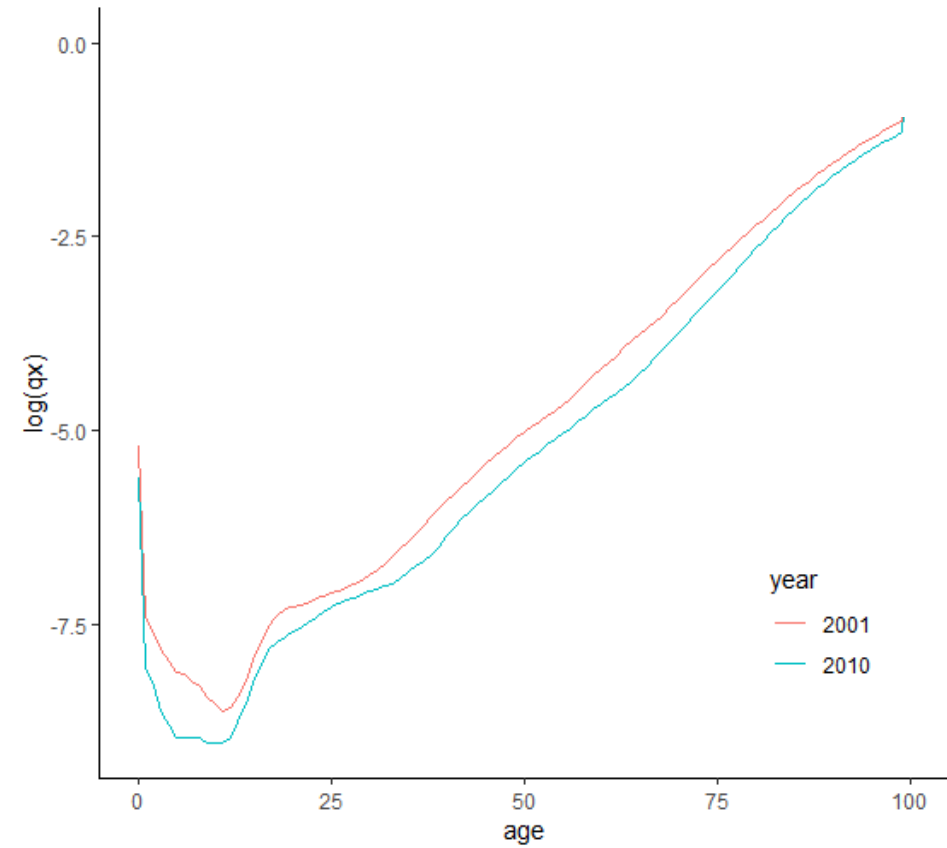
02 생명표 의미 분석

d) 2001년 및 2010년의 생명표에서 남녀별 log-사망확률 $\ln q_x$ 의 시계열 도표를 겹쳐서 그려보고 10년간 남녀별 사망률의 변화추이를 설명하시오.

여성 log 사망 확률

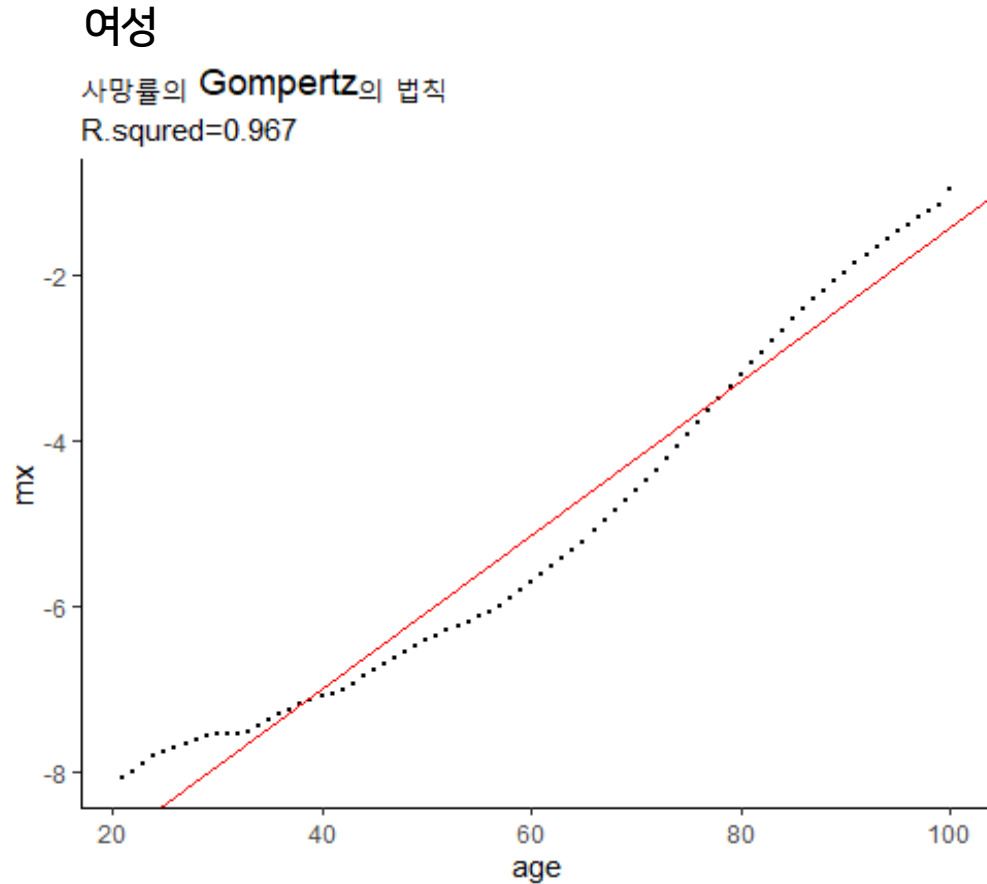


남성 log 사망 확률

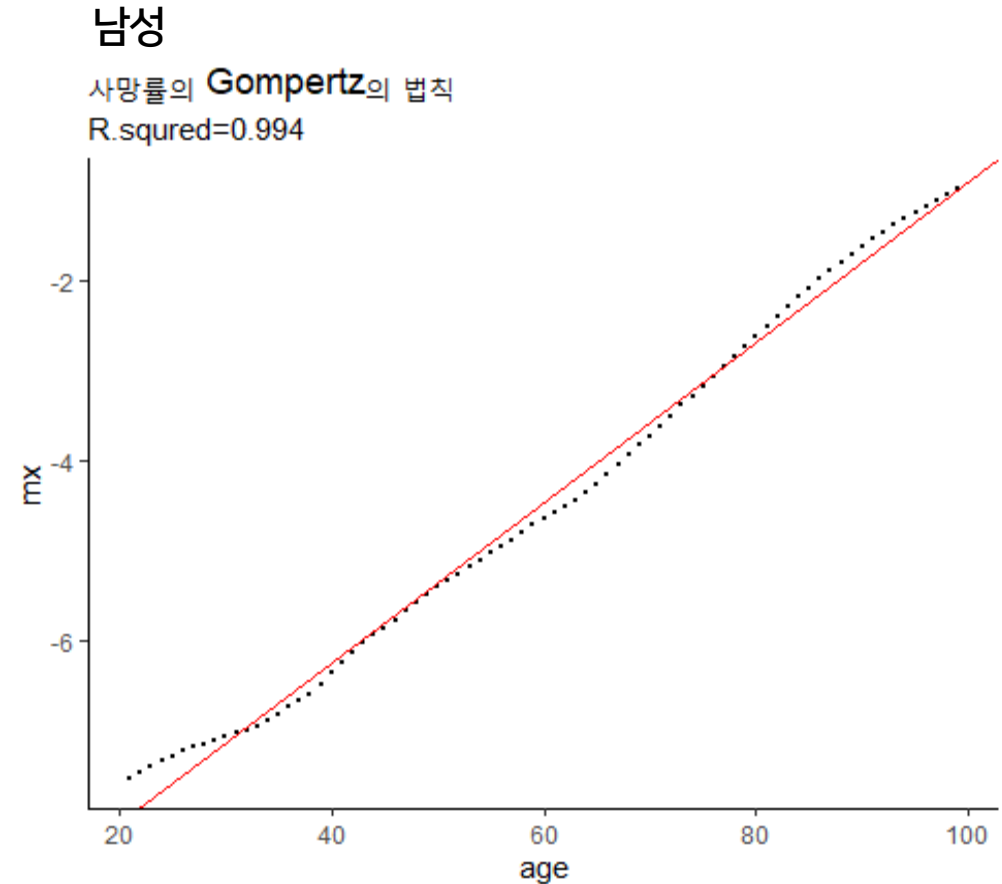


02 생명표 의미 분석

e) 사망률에 대한 Gompertz의 법칙이 성립하는지 남녀별로 살펴보고, 각 경우 회귀모형을 이용해 (a, b) 값을 추정하고 그 의미를 설명하시오.



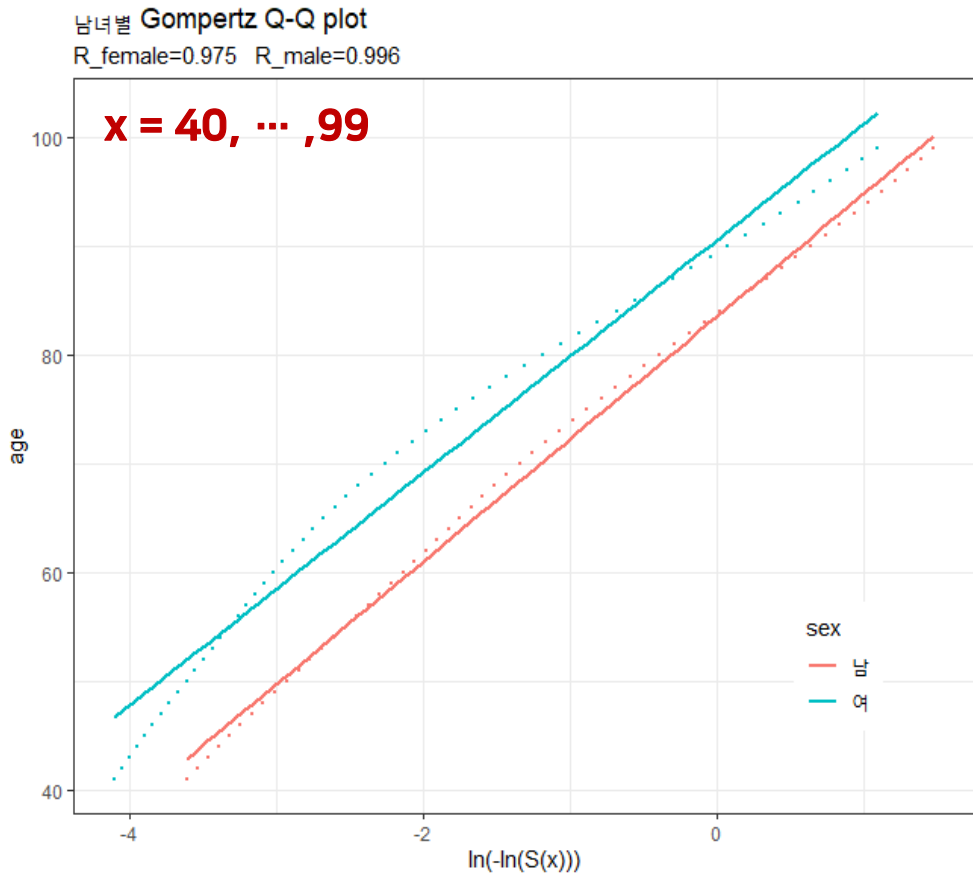
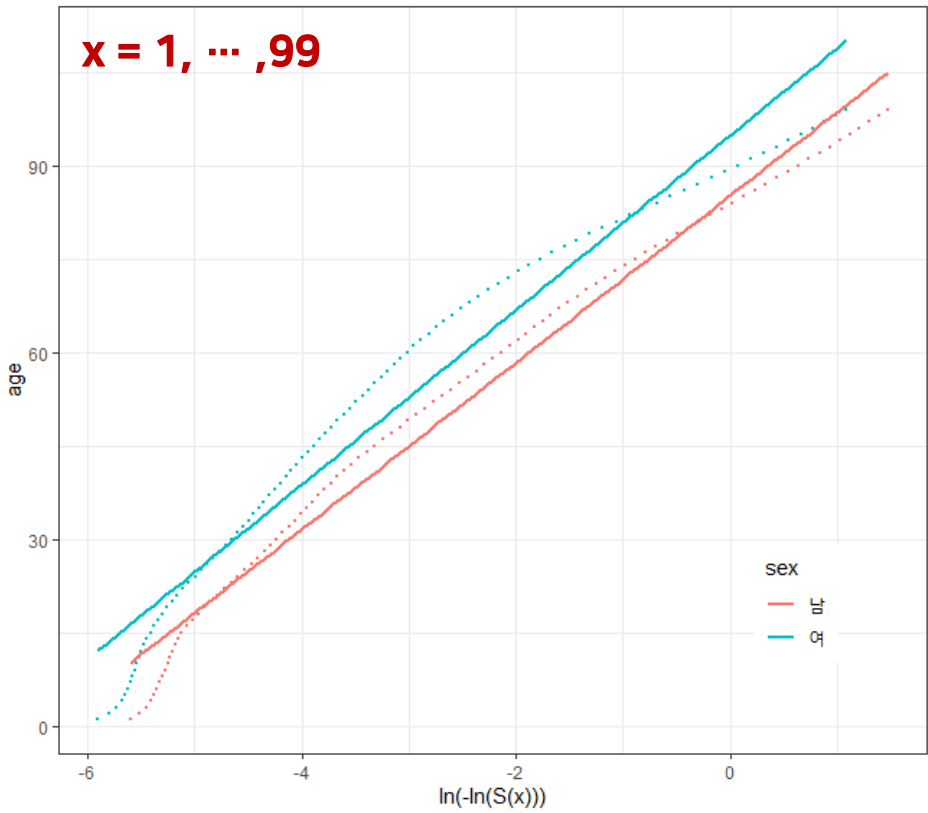
$$a = -10.722, b = 0.093$$



$$a = -9.818, b = 0.089$$

02 생명표 의미 분석

f) 남녀별 Gompertz Q-Q plot을 겹쳐서 그려보고 직선에 가까운 부분에 대해 선형회귀분석으로 해당 모수를 각각 추정해보시오. ($x > 40, b = \frac{1}{\sigma} ; a = \ln b - \mu/\sigma$)



	여성	남성
(μ, σ)	(90.623, 10.670)	(83.607, 11.268)
e번 (a, b)	(-10.841, 0.093)	(-9.842, 0.089)
f번 (a, b)	(-10.701, 0.092)	(-9.816, 0.089)

02 생명표 의미 분석

g) 최대 수명 계산

i) $\ln q_{\bar{x}} = a + b\bar{x} = 0$ 을 이용해 남녀의 한계 수명을 각각 구해보시오.

	(a, b)	\bar{x}
여성	(-10.716, 0.093)	116세
남성	(-9.794, 0.088)	111세

ii) f) 결과를 이용해 남녀 최대수명을 각각 구하고 위에서 구한 한계수명과 현재까지 확인된 최대 수명값과 비교해 그 타당성을 검토하시오.

추정 최대 수명

n	여자 $\overline{x_{(n)}}$	남자 $\overline{x_{(n)}}$
10만	117세	111세
50만	118세	113세
100만	119세	113세
1억	122세	116세
60억	124세	119세

최대 수명 관측치(2020)

여자	남자
122세	131세

03 생명보험료 계산

a) 보험금의 현재가의 기댓값을 계산하시오.

연령	여자 보험금의 현재가의 기댓값		남자 보험금의 현재가의 기댓값
20	15,717,939 원	<	19,808,212 원
25	18,069,006 원	<	22,721,867 원
30	20,742,683 원	<	26,034,961 원
35	23,819,163 원	<	29,826,188 원
40	27,328,564 원	<	34,110,806 원
45	31,329,922 원	<	38,805,314 원
50	35,843,969 원	<	43,900,575 원
55	40,942,669 원	<	49,398,585 원
60	46,702,261 원	<	55,318,554 원
65	53,067,525 원	<	61,663,636 원

여성 수명 > 남성 수명

여성 보험금 현재가 기댓값 < 남성 보험금 현재가 기댓값

03 생명보험료 계산

b) 사망 시점까지 매월 초 일정보험료를 총 $(T_{(m)} + 1)$ 회 연속 납부할 경우 누적 보험료의 현재가는 $p_x^{(m)} * Y$ 라 주어지고 그 기대값을 $p_x^{(m)} * E(Y)$ 로 쓴다.
 $E(Y) = a_x^{(m)}$ 를 계산하시오.

										배수
x	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
여성	28.555	27.760	26.855	25.814	24.627	23.273	21.746	20.021	18.073	15.919
남성	27.171	26.186	25.065	23.782	22.333	20.744	19.021	17.161	15.158	13.011

c) $x = 20, 25, \dots, 60, 65$ 일 때 보험사의 순수입 = 누적보험료수입 - 사망시 지출보험금(Δ)의 기댓값 $E[\Delta] = 0$ 조건을 만족하는 월초납 적정보험료: $p_x^{(m)}/m$ 을 계산하시오.(단위 원)

										단위: 원(W)
x	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
여성	45,870	54,242	64,366	76,893	92,475	112,181	137,357	170,413	215,343	277,793
남성	60,751	72,310	86,559	104,512	127,283	155,887	192,338	239,884	304,126	394,939

04 Shiny Application

생명보험료 자동계산 Application 개발

생명보험료 계산

가입자 정보

성별

☐ man

☒ woman

나이

상품 정보

연이자율(%)

납입만기(년)

지급만기(년)

지급만기 m년 이전 사망 시
지급 보험금(만원)

Go!

생명보험료 결과

고객님의 적정 월납 보험료는 2.17 만원 입니다.

연금보험료 계산

가입자 정보

성별

☐ man

☒ woman

나이

상품 정보

연이자율(%)

납입만기(년)

지급개시 시점(=은퇴시점)

매달 연금 수령액(만원)

Go!

연금보험료 결과

고객님의 적정 월납 연금보험료는 11.61 만원 입니다.