
IV. 지수형 날씨보험

1. 지수형 날씨보험의 장단점

가. 장점

- 앞서 소개된 바와 같이 전통적 날씨보험은 날씨변화에 따른 재무적 손실을 실손보상하는 보험상품임.
 - 그 결과 보험금 지급을 위해서는 재무적 손실이 입증되어야 함.
- 전통형 날씨보험은 보험의 기본원리에 해당하는 실손보험의 특징으로 인해 상품개발 및 보급에 있어 여러 가지 단점이 있음.
 - 날씨에 따른 재무손실 분포의 추정이 용이하지 않아 보험료 산출이 어려우며, 이를 위해서는 많은 데이터와 경험이 필요함.
 - 실손보험의 특성상 역선택과 도덕적 해이 가능성이 상존하며, 날씨와 재무손실 간 인과관계 증명도 어려워 손해사정이 쉽지 않음.
 - 이러한 역선택과 도덕적 해이 가능성, 손해사정의 어려움 등으로 보험료가 지수형 날씨보험에 비해 상대적으로 고액이라 할 수 있음.
- 한편, 지수형 날씨보험의 경우 날씨변화를 지수화 함으로써 사전에 정한 지수와 실제 관측결과 간 차이에 따라 보험금을 지급하는 상품임.
 - 지수형 날씨보험은 특정 기간 동안 특정 지역에서 발생하는 기온, 강우량, 강설량 등 측정 가능한 날씨변화를 대상으로 함.
 - 날씨지수의 종류로는 기온, 강우량, 강설량, 일사량 등 다양한 지수가

있으며, 가입자의 특성에 따라 여러 가지 날씨지수를 혼합한 지수도 사용 가능함.

- 전술한 바와 같이 날씨변화에 대한 사건 발생 자체가 동 상품거래의 조건이며, 동 사건 발생이 재무적 손실을 주었는지는 중요하지 않음.
 - － 단, 보험의 원리인 실손보상 원칙에 따라 과도한 보상이 이루어지지 않도록 하여야 함.
- 그 결과 전통적 날씨보험과는 달리 역선택과 도덕적 해이 가능성이 없으며, 손해사정도 필요 없는 장점이 있음.
- 이러한 장점으로 비슷한 정도의 보장을 제공하는 경우 지수형 날씨보험의 보험료가 전통형 날씨보험에 비해 상대적으로 낮을 가능성이 높음.

〈표 IV-1〉 전통적 날씨보험 對 지수형 날씨보험

구분	전통적 날씨보험	지수형 날씨보험
대상위험	날씨로 인한 손해	-
보상형태	실손보상	지수변동에 의한 정액보상
보상기준	보험사고로 인한 실손	Trigger Event
손해사정	필요	불필요
가입주체	피보험 이익이 있는 자	-

- 또한, 지수형 날씨보험을 통해 농작물재해보험, 풍수해보험 등도 활성화가 가능할 것임.
 - － 미국의 지수형 농작물보험은 대재해 재물손해를 담보하는 신종날씨보험상품의 좋은 사례임.

■ 한편, 장내 파생상품에 비해 고객의 다양한 니즈에 적합한 맞춤형 상품 설계가 가능한 장점이 있음.

- 날씨지수와 재무적 손실 간 상관관계를 반영한 상품설계도 가능함.

- 고객의 다양한 니즈를 반영한 상품설계는 보험회사가 타 금융업권에 비해 비교우위에 있다고 볼 수 있음.
- 장내 파생상품시장의 형성은 상당한 시간이 필요할 것으로 판단됨.
- 금융지식이 상대적으로 부족한 일반 경제주체의 경우 지수형 날씨보험이 더 적합할 수 있으며, 보험회사의 판매조직을 통한 해당 경제주체에 대한 접근성도 동 상품이 더 높음.
- 파생상품거래는 날씨리스크를 비롯한 금융 전반에 걸쳐 상당한 전문 지식이 필요함.

나. 단점

- 실제 손해액과 날씨지수에 근거한 지급보험금 간 차이(basis risk)가 발생할 수 있음.
 - 실제 손해액과 손해 발생 시 지급되는 보험금의 상관관계를 더 정확하게 반영할 수 있도록 지수를 개발해야 함.
- 날씨지수 및 상품개발, 그리고 이를 위한 인적·물적 인프라 확보 등 초기 비용으로 타 금융상품에 비해 보험료가 높게 책정될 수 있음.
- 신뢰성 있고 상품의 목적에 적합한 지수개발이 쉽지 않음.
 - 날씨로 인한 재무손실 분포의 추정이 어려워 지수개발이 어려우며, 이를 위해 충분한 인적·물적 인프라가 확보되어야 함.
- 신뢰할 수 있는 날씨정보를 제공할 수 있는 기관이 필요함.
 - 그러나 우리나라의 경우 지수형 날씨보험의 원활한 도입을 위한 필수적 인프라가 이미 구축되어 있는 편임.
 - 우리나라 기상청은 총 548개⁷⁾의 기상관측소와 1904년⁸⁾ 이후에 해당하

는 기상 관측 데이터를 확보하고 있어 지수형 날씨보험을 도입하는데 필수적인 인프라를 갖추고 있음.

- 일반 보험상품에 비해 지수형 보험상품은 이해하기 더 어려울 수 있음.
 - 지수형 날씨보험 상품은 새로운 구조의 보험상품에 해당됨.
- (지수형) 날씨보험은 일정한 지역 내에서의 리스크 풀링이 쉽지 않음.
 - 따라서 원수보험회사는 재보험이나 자본시장을 적극적으로 활용할 필요가 있음.

2. 지수형 날씨보험의 예

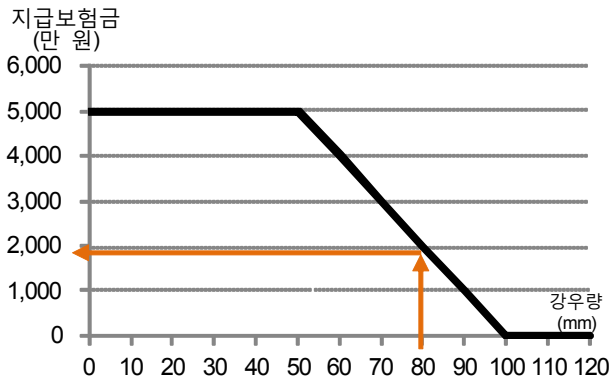
- 지수형 날씨보험의 구조를 간단한 예시를 통해 살펴보면 다음과 같음.
 - 6~8월 강우량을 기준으로 해당 기간 내에 가뭄으로 인한 재무적 손실을 담보하는 지수형 날씨보험을 가정함.
 - 실제 강우량이 100mm 이하일 때, 1mm당 100만 원을 지급함.
 - 예를 들어, 실제 강수량이 80mm라면 지급보험금은 $(100-80) \times 100 = 2,000$ 만 원임.
 - 한편, 보험금지급 한도지수를 50mm으로 설정할 경우 실제 강수량이 50mm 이하일지라도 강수량이 50mm인 것으로 간주하여 해당 보험금이 지급됨.
 - 가령, 실제 강수량이 30mm인 경우 지급보험금은 $\min[(100-30), (100-50)] \times 100 = 5,000$ 만 원임.

7) 유인관측소 51개, 무인 자동 관측소 26개, 완전 무인 방재 목적 관측소 471개.

8) 그러나 수도권 등 일부 지역에 해당하며, 1973년 이후부터는 전국 대부분 지역에 대한 시별 관측 데이터를 보유 중임.

- 보험가입금액은 최대지급보험금인 (보험금지급 기준지수-보험금지급 한도지수) × 지수당 지급액 = 5,000만 원임.
- 보험금지급 한도지수를 설정하는 이유는 극단적인 지수가 나타날 경우 보험회사의 부담이 너무 커질 뿐 아니라 실제 피해에 비해 너무 과도한 보상이 이루어질 수 있기 때문임.
- 이러한 지수형 날씨보험의 경우 실제 강우량에 따른 지급보험금의 분포는 다음과 같음.

〈그림 IV-1〉 지수형 날씨보험 지급보험금의 분포



가. 강우량 보험(Rain Insurance)

- 강우량 보험은 야외에서 진행되는 행사, 영화 제작, 판촉행사 등이 우천으로 인해 입은 피해를 보상함.
- 강우량을 지수로 사용하는 방법으로 누적 강우량을 사용하는 방법과 비가 오지 않는 시간을 이용하는 방법 두 가지가 있음.
 - Rain Accumulation 방식은 보험가입자가 선택한 강우량만큼 선택된 기간 동안 비가 오면 보험금을 지급하는 방식임.
 - 이 방식은 보험가입자가 보험의 보호를 받을 수 있는 강우량과 그 기간

을 정할 수 있음.

- Rain-Free Hours 방식은 사전에 정한 비가 오지 않는 시간 동안 비가 오는 경우를 보장하기 위한 것임.
- 예를 들어, 보험계약자가 12시간에 해당하는 관측시간을 가지고 있고, 사전에 정한 비가 오지 않는 시간이 6시간이며, 해당 12시간 동안 비가 오지 않는 시간이 6시간 미만이라면 보험회사는 보험계약자에게 보험금을 지급하여야 함.

나. 강설량 보험(Snow Insurance)

- 강설량 보험은 강설로 인해 취소되는 행사 또는 예상보다 저조한 참여율을 보인 행사, 너무 많거나 너무 적은 강설로 인해 영향을 받는 산업, 그리고 제작업으로 인해 재정적 피해를 보는 자치단체 등이 입은 피해를 보상함.
- 강설량을 지수로 사용하는 방법은 강우량 보험과 비슷하게 누적 강설량을 사용하는 방법과 눈이 오지 않는 시간을 이용하는 방법이 있음.
 - Per Inch 방식은 보험가입자가 선택한 강설량보다 초과해서 눈이 올 경우 초과된 강설량 인치(inch)당 일정액을 보험금으로 지급하는 방식임.
 - 예를 들어, 사전에 설정된 강설량이 48인치이며, 해당 겨울 동안 48인치를 초과한 강설량을 기록한 경우 1인치당 사전에 결정된 보험금을 지급함.
 - Per Storm 방식은 겨울 동안 눈폭풍(snow storm)이 사전에 선택한 개수보다 많이 나타날 경우 보험금을 지급하는 방식임.

다. 기온 보험(Temperature insurance)

- 기온 보험은 주로 야외 행사, 농업, 평상적 기온에서 너무 높거나 낮은 기온이

나타날 경우 재무적 손실을 입는 보험가입자들을 보호함.

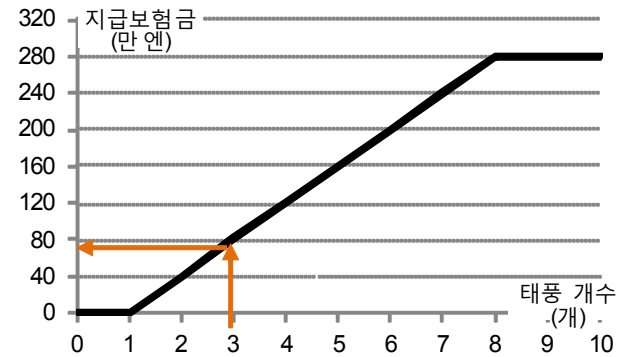
- 기온을 지수로 사용하는 방법으로 최고와 최저기온을 기준으로 하는 방법이 있음.
 - 최고기온을 사용하는 방식은 보험가입자가 정한 날의 최고기온이 사전에 정한 기온을 넘어 서면 보상을 하는 방식임.
 - 반면, 최저기온을 사용하는 방식은 보험가입자가 정한 날의 최저기온이 사전에 정한 기온보다 낮으면 보상을 하는 방식임.

라. 태풍 보험(Typhoon Insurance)

- 일본 동경해상일동화재보험은 2002년부터 태풍지수보험⁹⁾을 개발하여 판매하고 있음.
 - 동 상품은 “태풍이 접근하면 손님이 줄어 매출이 감소하고, 방재 비용 등의 비용이 증가한다.”라는 법인 고객의 위험 분산 요구에 맞추어 개발된 상품임.
- 태풍지수보험은 소정의 계약 비용을 지불하고 관찰기간 동안 해당지역에 나타난 태풍의 개수가 계약 시 정해 놓은 개수를 초과할 경우 사전에 약정된 보상금을 지불하는 상품임.
 - 동 상품의 경우 태풍 통과 개수 스트라이크 값은 1개, 단위가격은 40만 엔, 지급한도는 280만 엔임.
 - 예를 들어, 2004년에 태풍이 4개가 지나갔을 경우 지급되는 보험금은 $(4-1) \times 40\text{만 엔} = 120\text{만 엔}$ 임.
 - 보험금지급 한도지수는 8개임.

9) 동 상품이 일본에서 사용되고 있는 상품명은 “태풍 금융 파생상품”임. 지수형 날씨보험을 보험회사에서 판매하는 파생상품으로 해석할 수 있으므로 태풍지수보험으로 표기함 (<http://www.tokiomarine-nichido.co.jp/hojin/risk/typhoon>).

〈그림 IV-2〉 태풍지수보험의 지급보험금



자료: 동경해상일동화재보험.

■ 태풍이 어떤 지역을 어떤 경로로 통과하는지, 그로 인해 어떤 손실을 입는지는 고객에 따라 다르므로 보험가입자가 태풍의 접근 및 통과 판정 방법으로 Area 방식과 Gate 방식 중 한 가지를 선택할 수 있게 함.

- Area 방식은 전국의 도도부현 좌석을 중심으로 반경 150Km에 해당하는 통과영역을 설정하고 해당 지역을 통과하는 태풍 개수를 측정하는 방식임.
- 반면, Gate 방식은 일본 열도 또는 연해에 두 지점을 연결하는 약 300km의 게이트를 설정하고 해당 게이트를 통과하는 태풍 개수를 측정하는 방식임.

3. 지수형 날씨보험의 가격결정 방법

■ 지수형 날씨보험 순보험료 가격결정 방법으로 Burn analysis, 시뮬레이션 방법 등이 있음.

■ Burn analysis는 해당 기간의 날씨지수 분포가 과거 수년간 날씨지수 자료의 집합을 모집단으로 하는 분포를 따른다고 가정하여 보험료를 산출하는 방법임.

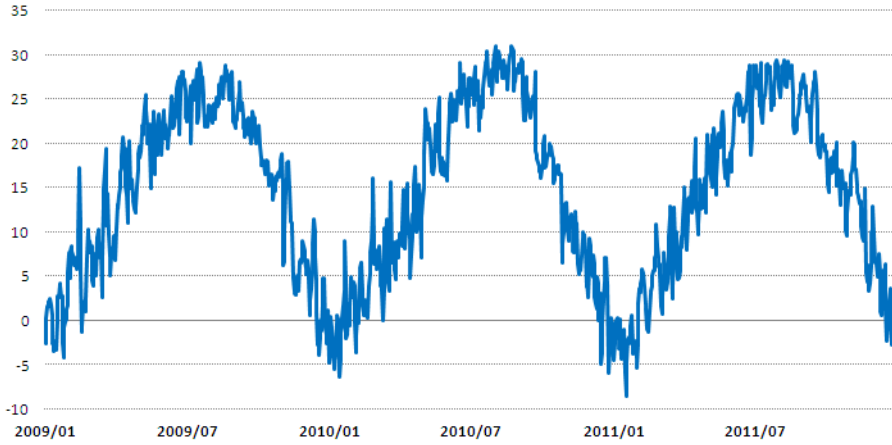
- 가장 쉬운 방법이나 최근 기후변화 패턴 또는 측정지점의 상태변화를 반영하지 못하는 단점이 있음.

- 시뮬레이션 방법은 기초자산(온도, 강우량 등)의 움직임을 잘 나타낼 수 있는 통계적 모형을 설정하고 과거 자료를 이용하여 계수를 추정함.
 - 상기 모형과 추정한 계수를 이용하여 시뮬레이션을 한 결과를 통해 날씨 지수 분포를 추정하고 보험료를 계산함.
 - 시뮬레이션에 쓰일 확률과정(random process)의 선택은 매우 중요할 뿐 아니라 결과에 미치는 영향도 상당함.

4. 지수형 날씨보험 순보험료의 가격결정 예시

- 2012년 3/4분기 서울의 CDD를 기초자산으로 하는 지수형 날씨보험의 순보험료를 시뮬레이션 방법으로 산출함.
 - CDD가 보험금지급 기준지수 이하일 때 지수당 100만 원을 지급함.
 - － 예를 들어, 보험금지급 기준지수가 450이고 실제지수가 400인 경우 $(450-400) \times 100 = 5,000$ 만 원을 지급함.
 - 보험가입금액(최대지급보험금)은 (보험금지급 기준지수 - 보험금지급 한도지수) $\times$ 지수당 지급액임.
 - － 가령, 보험금지급 기준지수가 450이고 보험금지급 한도지수가 350인 경우 보험가입금액은 $(450-350) \times 100 = 1$ 억 원임.
- 우리나라 기온은 계절성, 연(年)주기성, 자기상관성 등의 특징이 있음.
 - 우리나라 기온은 계절성과 연(年)주기성이 있으며, 자기상관성이 강함.
 - － 즉, 특정일 기온은 특정일 이전 수일간의 기온에 강한 영향을 받음.
 - 기온의 변동성도 계절성과 주기성이 있음.
 - － 여름보다 겨울에 기온변화가 심함.

〈그림 IV-3〉 서울지역 일평균 온도(2009~2011년)



■ 이러한 특징을 반영한 모형으로 Campbell and Diebold 모형이 있음.

- 잘 알려진 모형인 Cao-Wei 모형을 개선한 모형이며, 자세한 내용은 Campbell and Diebold(2004) 참조하기 바람.

■ Campbell and Diebold의 GARCH (1,1) 모형

$$T_t = Trend_t + Seasonal_t + \sum_{l=1}^L \rho_{l-1} T_{l-1} + \sigma_t \epsilon_t$$

$$Trend_t = \beta_0 + \beta_1 t$$

$$Seasonal_t = \sum_{p=1}^P \left(\delta_{c,p} \cos\left(2\pi p \frac{d(t)}{365}\right) + \delta_{s,p} \sin\left(2\pi p \frac{d(t)}{365}\right) \right)$$

$$\sigma_t^2 = Season\ of\ \sigma_t^2 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \sigma_{t-1}^2$$

$$Season\ of\ \sigma_t^2 = \sum_{q=1}^Q \left(\gamma_{c,q} \cos\left(2\pi q \frac{d(t)}{365}\right) + \gamma_{s,q} \sin\left(2\pi q \frac{d(t)}{365}\right) \right)$$

$$\epsilon \sim N(0,1), L = 25, P = 3, Q = 3$$

- $Trend_t$ 는 시간의 흐름에 따른 장기간의 온도 변화 추이를 반영함.
- $Seasonal_t$ 는 기온의 계절성과 연(年)주기성을 반영함.
- $\sum_{l=1}^L \rho_{l-1} T_{l-1}$ 는 기온의 자기상관성을 반영함.
- $Seasonal\ of\ \sigma_t^2$ 는 기온의 변동성이 계절적 주기성을 가짐을 나타냄.
 - 여름보다 겨울이 기온의 변화가 큼.
- $\alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \sigma_{t-1}^2$ 는 기온의 변동성이 자기상관성을 가짐을 반영함.

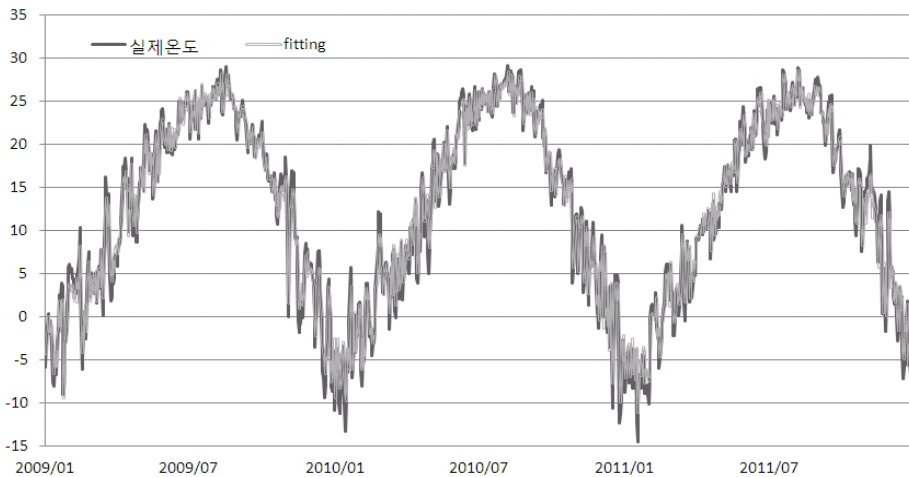
■ 모수 추정을 위한 데이터는 1992~2011년 서울 일평균 온도를 사용하며, 추정 방법은 Gaussian Quasi Maximum Likelihood¹⁰⁾를 사용함.

■ 모수 추정 결과

β_0	β_1	$\delta_{c,1}$	$\delta_{s,1}$	$\delta_{c,2}$	$\delta_{s,2}$
3,210594	0.000025	-3.438461	-0.925773	-0.345305	0.096833
$\delta_{c,3}$	$\delta_{s,3}$	ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4
-0.001022	-0.114576	0.891528	-0.300810	0.102239	-0.020042
ρ_5	ρ_6	ρ_7	ρ_8	ρ_9	ρ_{10}
0.008751	0.016884	-0.023845	0.017101	-0.015663	0.020932
ρ_{11}	ρ_{12}	ρ_{13}	ρ_{14}	ρ_{15}	ρ_{16}
-0.028883	0.022980	0.017101	-0.009268	0.013063	-0.009757
ρ_{17}	ρ_{18}	ρ_{19}	ρ_{20}	ρ_{21}	ρ_{22}
0.024067	-0.035454	0.002130	0.030947	-0.017505	0.010082
ρ_{23}	ρ_{24}	ρ_{25}	$\gamma_{c,1}$	$\gamma_{s,1}$	$\gamma_{c,2}$
0.016055	-0.007312	-0.000189	0.027295	-0.080204	-0.054155
$\gamma_{s,2}$	$\gamma_{c,3}$	$\gamma_{s,1}$	α_1	α_2	
-0.039499	-0.082354	-0.031971	0.002372	0.998970	

10) 자세한 내용은 Bollerslev and Wooldridge(1992) 참조하기 바람.

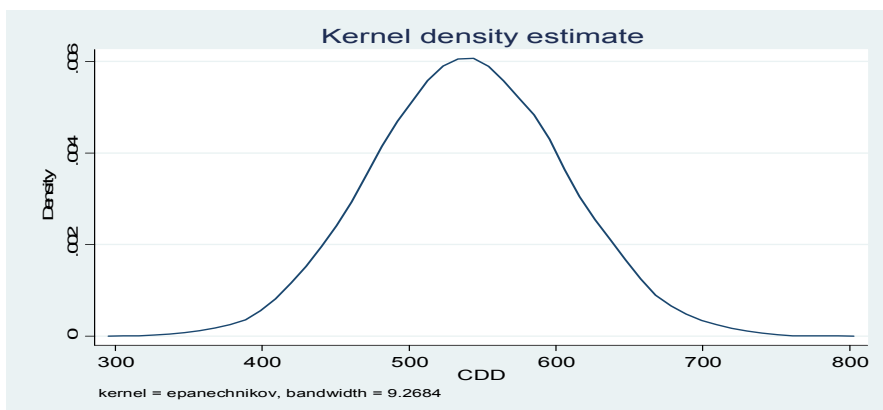
〈그림 IV-4〉 실제온도와 추정(fitted)온도



■ CDD¹¹⁾ 분포 추정 결과(시뮬레이션: 10,000회 시행)

- 추정한 모수를 이용하여 1년에 해당하는 일별 평균온도를 생성함.
- 생성한 일별 평균온도를 이용하여 3/4분기 CDD를 구함.
- 상기 두 과정을 10,000번 시행하여 CDD의 분포를 구함.
- 구해진 CDD 분포의 평균은 540.47, 표준편차는 64.98로 나타남.

〈그림 IV-5〉 서울 CDD 분포 추정



11) CDD의 정의는 본 보고서의 10페이지를 참조하기 바람.

■ 순보험료 산출 결과(날씨지수 6~9월 서울 CDD)

- 앞서 추정한 CDD 분포를 이용하여 주어진 조건에 따라 예상 지급보험금의 평균값을 구함.
- 세 가지 경우로 구분하여 보험료를 계산하였으며, 동 보험료는 안전할증과 사업비를 고려하지 않은 순보험료임.
- Case 1과 Case 2의 보험료 차이가 적은 것은 CDD지수가 350~400일 확률이 작기 때문임.

〈표 IV-2〉 순보험료 산출결과

구분	Case 1	Case 2	Case 3
보험금지급 기준지수	450	450	400
보험금지급 한도지수	350	400	350
지수당 지급액	100만 원	100만 원	100만 원
보험가입금액(최대지급보험금)	1억 원	5,000만 원	5,000만 원
순보험료(예상지급보험금의 평균)	230만 원	200만 원	29만 원