Ⅱ. 자동차보험 요율산출 방법[1)]

1. 자동차보험 요율산출의 의미

가. 계리학적 의미[2)]

특정 집단에 해당하는 자동차 보험료를 산출한다는 것은 해당 집단의 사고빈도분포와 사고심도분포를 모두 감안한 평균 위험보험료를 산출한다는 것을 의미한다.

보험기간이 1년인 집단위험모델(collective model)을 가정해보자. 그리고 현재 자동차보험 요율체계가 가입경력, 할인할증, 성, 연령등과 같은 요율구분요소로 나누어지지 않은 단일요율체계라고 가정하자. 이 경우 자동차보험에서 지급되는 총 보험금은 다음과 같은 식(Ⅱ-1)로 나타낼 수 있다.

$$S = X_1 + \ldots\ldots + X_N \qquad (\text{Ⅱ-1})$$

이 식은 사고건수 변수 N과 사고건수별 지급된 보험금 X의 복합분포(compound distribution)식이다. 식(Ⅱ-1)에서 $X_1, X_2, \ldots\ldots, X_N$이 사고확률변수인 N과 독립적인 iid확률변수라고 가정하고, 사고확률변수 N이 포아송분포를 따른다고 가정해보자. 이 경우 식(Ⅱ-1)은 복합포아송 분포가 된다. 사고확률변수 N은 포아송 분포이외에 음이항 분포 등을 따를 수 있다.

이때 식(Ⅱ-1)의 기본 성질, 즉 평균과 분산 등은 다음과 같이 계산될 수 있다.

---

1) 본 장의 내용은 저자의 자동차보험 요율산출 경험을 바탕으로 서술된 것이다.

2) “Boland,P.J.(1993), 『Statistical and Probabilistic Method in Actuarial Science』, Chapman & Hall/CRC, 2007 및 Bjorn Sundt, 『An Introduction to Non-Life Insurance Mathematics』, Karlsruhe”의 내용을 참조하여 서술하였다.

$$\begin{aligned} E(S) &= E_N(E(S/N)) \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} E(X_1 + \ldots + X_n / N = n) P(N = n) \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} [nE(X)] P(N = n) \\ &= E(X) \sum_{n=0}^{\infty} nP(N = n) \\ &= E(X)E(N) \end{aligned} \tag{Ⅱ-2}$$

식(Ⅱ-2)에서처럼 집단위험(collective risk)은 사고빈도($E(N)$)와 사고심도($E(X)$)의 함수로 구성된다는 것을 알 수 있다.

즉, 일반적으로 자동차보험 요율산출은 식(Ⅱ-2)를 이용하여 평균위험보험료를 산출하는 과정이다. 그런데 자동차보험의 위험보험료를 식(Ⅱ-2) 만으로 확정할 수 있는가에 대해서는 의문이 생긴다. 왜냐하면 평균 위험보험료값은 동일하지만 위험집단들 간에는 분산에 차이가 발생하기 때문이다. 위험집단의 분산이 크다는 것은 위험도가 높다는 의미인데, 식(Ⅱ-2)로 산출한 평균값으로 보험료를 결정하는 것은 요율결정상 위험이 내재되는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 다음의 식(Ⅱ-3)과 같이 분산을 산출하여, 요율산출에 적용한다.

$$\begin{aligned} Var(S) &= Var_N(E(S/N)) + E_N(V(S/N)) \\ &= Var_N(E(X) \cdot N) + E_N(N \cdot Var(X)) \\ &= E^2(X)\, Var(N) + Var(X)E(N) \end{aligned} \tag{Ⅱ-3}$$

식(Ⅱ-2)와 식(Ⅱ-3)으로 산출된 평균과 분산을 이용하여 자동차보험 요율은 다음 3가지 원칙중 하나로 산출된다.

$H(X)$를 비음의 순보험료라고 한다면,

첫째, '평균값의 원칙'에 따라 $H_1(S) = (1+a)E(S)$이고, 여기서 $a > 0$이다.

둘째, '표준분산원칙'에 따라 $H_2(S) = E(S) + b\sqrt{Var(S)}$이고, 여기서

$b>0$ 이다.

셋째, '분산원칙'에 따라 $H_3(S)=E(S)+c\,Var(S)$ 이고, 여기서 $c>0$ 이다.

첫 번째 평균값의 원칙은 위험분포는 단지 평균이라는 하나의 모수만 필요하다는 단순한 개념이다. 그래서 이 원칙은 동일한 평균을 갖는 집단은 동일한 보험료가 적용된다는 단점이 있다. 즉 앞서 언급한 위험, 즉 분산을 감안하지 않는 요율산출 원칙이다.

반면에 둘째와 셋째 요율산출원칙은 보험료에 위험이 반영되어진 것이며, 분산이 크면 위험도가 더 크다는 의미이므로 동일한 평균값이라 하더라도 그 위험도만큼 다른 보험료가 적용되어야 한다는 것을 의미한다.

현재 우리나라 자동차보험산업에서 사용되는 요율산출 방법은 순보험료 산출의 3가지 원칙 중 첫 번째인 '평균값의 원칙'이 적용되고 있다.

나. 실무적 의미

앞서 가.절의 계리학적 의미에서 살펴본 바와 같이 자동차보험요율산출은 특정위험집단별 사고빈도와 사고심도를 이용한 평균위험보험료를 산출하는 과정이다. 평균위험보험료를 산출하는 방법은 식(Ⅱ-1)에 따라 사고빈도 및 사고심도의 통계분포를 사용하여 수리적으로 계산할 수 도 있으나, 실제 자동차보험 통계자료는 이러한 분포로 설명하지 못하는 경우가 발생한다. 또한 분포를 사용하여 요율을 산출하는 방법은 너무 복잡하여 통계 모형을 이해하는 일부 사람만이 가능한 것이다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 실무적으로 개발된 요율산출방법이 순보험료법, 손해율법이다. 이 방법은 실무적으로 사용이 용이할 뿐 아니라, 분포를 가정하지 않았지만 앞서 분포를 이용하여 유도된 요율산출방법과 동일한 비모수적 방법이다.

손해보험 실무에서 널리 활용되고 있는 요율산출방법은 판단법, 손해율법, 순보험료법 3가지가 있다. 이중 손해율법 및 순보험료법이 요율산출방법으로 가장 널리 이용된다. 손해율법의 요율산출결과와 순보험료의 요율산출결과는 동일[3)]하므로, 요율을 산출・조정하는 상황에 부합되게 손해율법

3) Casualty Actuarial Society(2001),pp.90~91

과 순보험료법을 번갈아가면서 적용한다.

그리고 보험료 산출분야는 크게 '기본보험료를 산출하는 분야'와 '요율상대도(위험상대도)를 산출하는 분야'로 나눌 수 있다. 손해율법과 순보험료법 두 가지 요율산출분야에 모두 적용될 수 있는 방법이다. 그러므로 요율산출자는 모든 요율산출분야에서 두 가지 방법을 상황에 맞도록 변형하여 적용하고 있다.

손해율법과 순보험료법은 기본적으로 분모와 분자의 비율관계로 요율을 조정하는 방법이다. 두 방법은 분자는 동일한데 분모가 서로 다른 비율이다. 따라서 비율의 특성을 인식하고 산출하고자하는 요율의 종류에 따라 동 방법 중 하나를 선택하여 사용하면 된다. 즉, 자동차보험의 예를 보면, 두 방법의 분자는 손해액으로 동일하지만, 손해율법에서 분모는 경과보험료인데 반해 순보험료법에서는 평균유효대수이다. 경과보험료는 각 계약자의 특성에 맞게 적용된 보험료이다. 즉 계약자의 모든 특성이 보험료에 녹아있는 개념이다. 따라서 손해율법에서는 계약자의 특성이 포함된 손해액의 특성에 부합되고, 총경과보험료에서 손해액이 차지하는 비율이 일정수준을 유지되도록 경과보험료를 조정함으로써 요율 조정요인을 산출한다. 반면에 순보험료법에서 분모는 평균유효대수이다. 평균유효대수는 각 자동차의 대수를 의미하므로, 이 자료에는 계약자의 위험특성이 없다. 따라서 순보험료법으로 요율을 산출하는 방법은 계약자의 특성별로 만들어진 손해액을 해당 위험특성에 포함된 자동차대수, 즉 평균유효대수로 나누어 계약자 특성별로 위

◦ 손해율 방법 : $R=\dfrac{L(1+G)}{E(1-V-Q)}$

- $P=\dfrac{L}{E}$=> $L=EP$이고, $G=\dfrac{EF}{L}=\dfrac{F}{P}$ 이다.
- 여기서, R은 산출하고자 하는 요율, L은 경험손해액, E는 경험기간의 노출위험단위, G는 보험료에 연동되지 않는 손해액대비 비용 비율을 말한다.

◦ 순보험료 방법 : $R=\dfrac{EP[1+(F/P)]}{E(1-V-Q)}$ 또는 $R=\dfrac{P+F}{1-V-Q}$가 된다.

- 순보험료 방법의 식은 P와 G를 손해율 방법의 식에 대입하여 유도한 것이다.
- 여기서, R은 위험단위당 요율, P는 순보험료, F는 위험단위당 고정사업비, V는 변동사업비율, Q는 이익률이다.

험도를 산출하는 것이다.

이러한 손해율법과 순보험료법의 특성으로 인하여 손해율법은 기존보험료가 주어진 상황에서 기본보험료 등을 어느 정도 조정할 것인가를 판단하는데 사용된다. 순보험료법은 기존보험료를 새로 산출하거나 전혀 새로운 위험에 대한 보험료를 산출하는데 사용된다.

손해율법과 순보험료법의 실무적 산출계산식을 보면 다음과 같다. 손해율법은 실제손해율과 예정손해율을 비교하여 차이가 있는 경우 그 차이만큼 요율을 조정하는 방법인데, 이때 손해율을 결정할 때 사용되는 변수는 손해액과 경과보험료 이외에 예정사업비율, 대리점수수료율 및 이익률 등이다. 이러한 요인들을 어떤 조합으로 반영할 것인가에 따라 손해율법의 요율조정요인이 변한다.

이 방법은 새로운 보험요율을 산출하는 방법이 아니며, 기존 보험료를 현재의 실적손해율에 맞도록 조정하는 방법이다. 손해율법에 의한 요율조정요인 산식은 다음 3가지 방식이 있다.

$$\text{i)}\ \text{조정요인} = \frac{\text{실적손해율}}{\text{예정손해율}} - 1 = \frac{\text{실적손해율}}{1 - \text{예정사업비율} - \text{예정이익률}} - 1 \qquad (\text{Ⅱ-4})$$

예정손해율에 비하여 실적손해율이 변화된 정도를 조정요인으로 요율을 조정하는 방법이며, 사업비를 적용보험료의 일정비율로 항상 유지시키는 방법이다. 즉 사업비율이 30%라면 적용보험료의 30%가 사업비로 항상 사용되는 방법이다.

$$\begin{aligned}\text{ii)}\ \text{조정요인} &= \frac{\text{실적손해율} + \text{실적사업비율}}{\text{예정손해율} + \text{예정사업비율}} - 1 \\ &= \frac{\text{실적손해율} + \text{실적사업비율}}{1 - \text{예정이익률}} - 1 \qquad (\text{Ⅱ-5})\end{aligned}$$

실적손해율과 실적사업비율을 예정손해율과 예정사업비율로 나눈 값으로 실적사업비규모를 반영하는 계산식으로, 이익률은 영업보험료의 일정 비율

로 유지된다.

$$\text{iii) 조정요인} = \frac{\text{실적손해율} + \text{고정사업비율}}{1 - \text{변동사업비율} - \text{이익율}} - 1 \qquad (\text{Ⅱ-6})$$

조정인 iii)방식은 사업비율 중 변동사업비(대리점수수료율과 같이 영업보험료로서 일정비율로 나타나는 사업비)와 이익률은 영업보험료의 일정비율로 유지하고 고정사업비는 실제금액을 반영하는 산식이다.

손해율법이 기존 보험요율을 현재 손해율 수준으로 조정하는 방법인 반면 순보험료법은 현재의 위험도에 맞는 요율을 새로 산출하는 방법이다. 순보험료는 아래의 산식에서와 같이 전체손해액을 위험단위로 나누어 산출하며, 자동차보험에서 위험단위는 일반적으로 평균유효대수를 사용하고 있다.

$$\text{순보험료} = \frac{\text{손해액}}{\text{위험단위수}} \qquad (\text{Ⅱ7})$$

순보험료법을 분해해 보면, 사고빈도(사고건수÷평균유효대수)와 사고심도(손해액÷사고건수)로 나누어진다. 이 방식은 앞서 식(Ⅱ-2)에서 유도한 평균보험료 산출식과 동일한 방법이다.

2. 자동차보험 요율산출 방법

가. 요율산출절차

실무적인 측면에서 보면 자동차보험에서 요율산출은 1) 통계의 집적 및 추출, 2) 기본보험료 산출, 2) 요율상대도 산출, 4) 보상한도 확대 등 제도를 반영하는 절차에 따라 이루어진다.

요율산출 절차 중에서 기본보험료 산출은 보험종목별, 담보별, 차종별로 대당보험료를 산출 또는 적용하는 과정이다. 새로운 위험요인의 보험료를

산출하는 것이라면 순보험료법을 적용하지만, 기존의 위험요인의 기본보험료를 조정하는 것이라면 손해율법 및 순보험료법을 모두 적용할 수 있다. 앞의 '손해율법과 순보험료법'에서 설명한 요율조정요인 산출 계산식에 따라 보험종목별, 담보별, 차종별로 요율조정요인을 산출하고, 산출된 조정요인을 기존의 기본보험료에 적용하는 방법으로 기본보험료를 조정한다. 기본보험료 조정은 '첫째, 통계자료의 추출 및 정리', '둘째, 기초자료에 손해액진전계수(LDF)반영', '셋째, 기초자료에 각종 추세(사고발생률, 1사고당 손해액, 가입경력요율, 할인할증률, 기타 특약적용률)를 반영', '넷째, 지급기준 변경 등 제도변화 반영', '다섯째, 요율조정요인 산출'의 단계를 거쳐 이루어진다.

요율상대도 산출은 기본보험료가 조정이 된 이후, 위험집단별로 위험을 세분화하는 과정이다. 위험의 세분화는 위험도에 영향을 주는 각종 요인인 성별(현재 미적용), 연령, 지역(현재 미적용), 가입경력, 할인할증률 등의 기준에 따라 이루어진다. 이들 요율상대도 산출에 적용되는 변수이외에도 기본보험료 산출에 적용되는 변수 중에서 차종, 담보 등을 요율상대도 산출의 변수로 포함시킬 수 있다. 요율상대도 산출에 사용되는 변수의 범위는 요율산출자(actuary)가 임의로 정하여 사용할 수 있다. 그러나 기본보험료산출의 변수범위를 보험종목, 담보, 차종 수준에서 산출하는 것이 현재 우리나라의 요율산출 관례이다. 위험세분화 방법은 단변량방법과 다변량방법이 있다. 단변량방법은 예를 들면 성과 같이 단일변수별 순보험료 및 손해율로 요율상대도를 산출하는 것이다. 이 방법은 단일 변수만으로 위험도를 산출하는 것이므로 변수들 사이의 상호작용 효과를 측정할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 단변량 방법의 문제점을 극복하기 위하여 다변량 방법의 요율상대도 산출방법이 개발되어 왔다. 전통적으로 사용되고 있는 다변량 방법으로는 Bailey and Simon Method, Bailey's Minimum Bias Method, Least Square Method 등이 있다. 이들 방법은 단변량 방법보다 더 정교한 요율상대도를 산출할 수 있지만, 다소 기계적인 방법이다. 이러한 방법을 보완하기 위하여 개발된 것이 앞으로 소개할 통계적 모형(회귀분석 또는 일반화 선형모형 등)을 활용하는 방법이다.

요율산출방법의 마지막 단계는 보상한도 확대 등 제도개선 내용을 요율에 반영하는 것이다. 보상한도 확대는 대인배상Ⅰ의 보상한도(현재는 사망 기준으로 1억으로 되어 있음)를 법률에 따라 기존 보다 더 높이는 것을 의미한다. 대인배상Ⅰ의 보상한도를 기존보다 높인다는 것은 대인배상Ⅰ의 보상한도를 높이는 수준만큼 기존 대인배상Ⅰ의 보험료를 인상한다는 의미이고, 또 이에 비례하여 대인배상Ⅱ의 보험료를 인하한다는 것을 의미한다. 보상한도확대를 보험료에 반영하는 방법으로는 통계분포(로그노말분포, 감마분포, 파레토분포 등)를 사용하여 보상한도확대 효과를 추정하는 방법이 있고, 한도타절이라는 비모수적이면서 실무적인 방법이 있다.

요율조정에 최종적으로 반영해야 하는 기타 제도 변경으로는 지급기준[4]의 항목 변경에 따른 효과를 기본보험료를 조정한 이후에 반영하는 것이다. 이와 더불어 앞 단계의 요율상대도 산출로 전체보험료 수준의 변화가 발생할 경우, 변화가 되기 이전단계로 환산하는 작업을 해야 한다. 이 작업을 요율산출에서는 Off-Balance조정이라고 한다. Off-Balance 조정효과도 기본보험료가 산출된 이후 최종적인 단계에 반영된다.

이상의 요율산출 단계에서 일반화선형모형(GLM)을 적용할 수 있는 분야는 주로 요율상대도 산출 단계이다. 이외에도 일반화선형모형(GLM)을 적용할 수 있는 요율산출 분야는 손해액 진전계수(Loss Development Factor)를 구하는 곳이다. 손해액 진전계수(LDF)는 기본보험료 산출에서 정확한 지급준비금을 추정하는데 사용된다. 손해액 진전계수(LDF)산출에서 독립변수는 사고발생기간과 진전기간으로 하고 종속변수를 지급보험금으로 하여 일반화선형모형을 적용할 수 있다(wright, 1993). 이외에도 일반화 선형모형에서 요율상대도 값이 아닌 위험세분 집단별 사고발생률 추정값과 1사고당손해액 추정값을 산출할 수 있다. 위험세분 집단별 사고발생률 추정값과 1사고당 손해액 추정값을 곱하여 위험세분집단별 위험보험료를 산출할 수 있다.

---

4) 일부 지급기준 항목은 기본보험료 조정단계에 반영되기도 하고, 일부는 기본보험료를 조정한 이후 최종적으로 반영되기도 한다. 그러나 지급기준 변경은 향후 자동차사고 시 반드시 지급되어야 하는 보험금 변경항목이므로 의미적으로 볼 때 기본보험료를 조정한 이후 최종적으로 반영하는 것이 요율산출의 의미에 더 적합한 것으로 판단된다.

이처럼 일반화 선형모형은 자동차보험의 여러 분야에 다양하게 적용될 수 있다. 본 연구보고서에서는 일반화선형모형을 적용할 수 있는 자동차보험 여러 요율산출 분야 중에서 가장 중요한 분야인 요율변수들의 위험상대도 산출 분야로 연구대상을 한정하였다. 일반화 선형모형을 적용할 수 있는 모든 분야를 대상으로 연구를 범위를 확대하면 연구의 범위가 너무 넓어져 연구내용이 중복되는 결과가 발생할 수 있기 때문이다. 또한 요율상대도 분야로 연구범위를 한정하더라도, 동 방법을 충분히 이해할 경우 다른 분야로 연구결과를 쉽게 확장할 수 있을 수 있을 것으로 생각된다.

나. 통계의 집적 및 추출

1) 통계수집방법

자동차보험 요율산출에서 가장 중요한 것 중의 하나는 좋은 자료를 확보하는 것이다. 즉 쓸모없는 자료를 이용하면 아무리 정교한 수리모델을 이용하더라도 그 결과는 의미가 없기 때문이다.

자동차보험 요율산출에 사용되는 자동차보험의 자료는 크게 계약자료와 사고자료로 나눌 수 있다. 계약자료에는 현행 자동차보험 요율체계에 따른 계약자의 정보가 기록되어 있다. 즉 피보험자의 주민등록번호, 성별, 차종, 특약의 가입여부 등 가능한 모든 계약정보가 등록되어 있다. 사고자료에는 피해자, 피해물건, 지급보험금 및 지급준비금 등에 대한 정보가 기록되어 있다.

자동차보험 자료의 대부분은 계약체결 시 또는 사고 시 결정된 것이지만 지급준비금과 같이 향후에 결정되는 것도 있다. 피보험자 또는 보험가입자의 위험도 평가에서 중요한 종속변수인 손해액에 영향을 미치는 지급보험금 및 지급준비금은 담보종목에 따라 사고당시 결정되는 것과 시간이 경과함에 따라 점진적으로 결정되는 것이 있다. 그러므로 담보별 속성에 대한 충분한 이해가 필요하다.

자동차보험 통계자료는 계약자료와 사고자료의 통계기간의 일치여부, 사고

및 계약의 발생기간 등에 따라 사고년도기준 자료(Accident Year Data), 보험년도기준 자료(Policy Year Data) 및 역년 기준자료로 구분된다. 이중 자동차보험 요율 산출 및 분석에 이용되는 자료는 사고년도기준 자료(Accident Year Data), 보험년도기준 자료(Policy Year Data)이며 자료의 집적을 위하여 널리 사용되는 자료는 역년 기준 자료(Calendar Year Data)이다.

사고년도기준 자료는 통계기간을 1년 즉, 12개월이라고 하면, 동 기간 안에 발생한 계약통계(보험료)와 이 기간에 발생한 사고건수 및 해당 사고로 지급된 보험금 통계이다. 다시 말하면 사고년도기준 자료의 집적방법은 특정한 기간에 발생한 사고와 그 사고로 인한 손해액 및 보험료를 결정하는 방법이다. 이 사고년도 기준자료(Accident Year Data)는 손해액과 보험료를 일치시키는데 적합한 방법이다. 즉, 사고년도기준 자료(Accident Year Data)는 사고년도에 수입된 보험료로 그 기간 동안 발생한 사고에 대하여 보험금을 지급하는 것으로 계약과 사고의 위험노출을 정확히 일치시키는 방법으로 집적된 것이기 때문이다. 이때 사고년도(Accident Year)의 손해액을 경과보험료로 나눈 값을 Accident Year Loss Ratio라고 한다.

반면에 보험년도 기준자료(Policy Year Data)는 통계기간 1년 즉, 12개월 단위기간동안 체결된 보험계약의 보험료와 그 보험계약에 따라 지급된 보험금 및 위험단위가 기록된 것이다. 예를 들면 2008년 보험년도 기준자료(Policy Year Data)는 2008년 1월 1일부터 2008년 12월 31일 사이에 유효한 보험계약의 손해액, 보험료 및 평균유효대수 등이다. 이 방식은 특정기간동안에 체결된 보험계약에 주안점을 두어 이들 계약의 손해액과 보험료에 대한 자료를 수집하는 것이다. 즉, 해당 통계기간에 계약을 체결하고, 그 체결된 계약으로부터 발생한 사고자료를 수집하는 것이 보험년도 기준(Policy Year Basis) 자료수집 방법이다. 그러므로 이 방식으로 모든 통계 결과를 집적하기 위해서는 보험년도가 통계기간을 1년이라고 가정하면 총 24개월의 보험기간이 필요하다. 이 방식은 계약 자료와 손해액 자료가 정확히 일치한다는 장점은 있으나, 통계기간을 1년으로 가정하면 과거 2년 전부터 1년 전까지 체결된 과거 계약의 통계라는 점이 단점이다.

역년기준자료(Calendar Year Data)는 회계적 기준에 의한 자료수집방법

이다. 보험계약의 유효기간 또는 사고 날짜에 관계없이 통계기간을 1년이라고 가정하면, 통계기간인 12개월 동안 발생한 보험료와 손해액 자료를 집적하는 방법이다. 그러므로 역년기준(Calendar Year)보험료는 역년기준 동안 수입보험료에서 미실현지급보험금의 변동액을 제외한 금액이다. 이 역년기준자료(Calendar Year Data)는 과거에 발생한 사고인데 보험금지급이 지연되어 집적하고자 하는 통계기간 중에 보험금이 지급된 경우의 자료도 포함된다. 반면에 보험료통계는 통계기간 중 실현된 통계가 된다. 따라서 동 통계수집방법은 보험료와 손해액이 일치하지 않는다. 이 방법은 회계적 관점에서 보험료규모와 보험금 수준을 평가하는데 유용한 것이지만, '보험료와 손해액이 일치되어야 정확한 보험료를 산출할 수 있다'는 요율산출자의 입장에서는 적합한 통계가 아니다.

이러한 통계자료의 특성 때문에, 요율산출자 입장에서는 Calendar Year 자료 보다는 사고년도기준 자료(Accident Year Data) 또는 보험년도기준 자료(Policy Year Data)자료를 사용한다.

2) 자동차보험 통계집적

보험회사에 집적된 자동차보험 통계는 요율요소 구분기준에 따라 집적되어 있다. 즉 보험종목은 개인용(플러스 개인용 포함), 업무용(플러스 업무용 포함), 영업용으로 구분된다. 담보는 각 보험종목별로 대인배상Ⅰ 및 대인배상Ⅱ, 대물배상, 자기신체사고, 무보험차상해, 자기차량손해로 구분된다. 차종은 '자동차관리법에 의한 자동차', '군수품관리법에 의한 차량', '원동기장치자전거', '건설기계관리법의 적용을 받는 건설기계', '농업기계화촉진법에 의한 농업기계'로 구분된다. 이러한 큰 분류기준에 따라 계약관련 통계 및 사고관련 통계가 집적된다.

계약관련 통계에는 자동차보험계약 가입 시 적용되는 요소인 차종, 피보험자, 가입경력요율, 할인할증적용률[5] 각종 특약 및 특별요율의 부가여부

5) 2007년 9월1일 부터는 할인할증 적용률 대신 할인할증 등급기준으로 자료가 관리되고 있다.

등에 관한 분류기준 및 평균유효대수, 수입보험료, 경과보험료 등의 자료가 포함된다. 사고관련 통계에는 사고건수, 지급보험금, 지급준비금, 사망 및 부상여부, 전손 및 분손 여부 등의 자료가 포함된다.

3) 분석통계 추출

분석통계는 앞서 살펴본 통계특성을 이해한 이후 분석하고자 하는 목적에 맞게 통계를 추출하여야 한다. 예를 들면 기본보험료를 산출하는 경우에는 보험종목, 담보별, 차종별로 계약자료와 손해액 자료를 추출한다. 통계추출의 기준은 Calendar Accident Year Basis이다. 요율상대도 산출은 보험종목별, 담보별, 차종별 계약자료와 손해자료를 추출하되, 계약자료에는 각종 계약조건이 포함된다. 즉 성, 연령, 할인할증, 가입경력, 운전자 한정특약에 가입여부 등이 포함된다. 통계추출 기준은 Calendar Accident Year Basis나 보험년도기준 자료(Policy Year Data) 두 가지 모두 가능하다. 제도개선을 반영하는 경우에는 제도개선의 효과가 반영되도록 통계를 추출하여야 한다. 보상한도확대를 예로 들면, 일정 통계기간 중에 발생한 사고자료 중 완전히 종결된 자료를 대상으로 통계를 추출한다. 추출 기준은 지급된 보험금기준으로 일정금액 이하 및 초과 보험금과 해당 사고건수 자료를 추출한다.

다. 기본보험료 산출

‘요율산출에 부합된 통계 추출’, ‘통계를 현행 수준으로 조정(On- Level)’, ‘손해액 진전계수(Loss Development Factor) 반영’, ‘사고빈도 및 심도 추이 산출・반영’, ‘손해율법 또는 순보험료법으로 요율조정요인 산출 또는 보험료 산출’의 과정을 밟아 기본보험료가 산출(또는 조정)된다.

기본보험료 산출의 첫째 단계는 ‘요율산출에 부합된 통계추출’이다. 기본보험료산출에 사용되는 통계는 사고년도기준 자료(Accident Year Data)이다. 가장 최근년도가 포함된 1년간의 통계기간으로 사고년도(Accident Year)기준으로 통계를 추출한다. 그런데 자동차보험은 향후 특정한 시점부터 1년간 적용되는데, 추출된 통계는 과거 1년 또는 2내지 3년의 통계이다.

즉 추출통계와 적용기간이 일치하지 않게 된다. 따라서 추출된 통계를 향후 적용되어야할 보험기간의 제도에 부합하도록 통계를 조정해주는 작업(On-Level)을 해야 한다. 통계를 적정수준으로 반영하도로 조정해주는 작업은 두 가지 방향에서 이루어진다. 하나는 보험요율제도 및 지급기준과 같은 보험금제도의 변화를 반영하는 것이다. 두 번째는 정확한 지급준비금을 추정하여 반영하는 것이다.

기본보험료 산출의 두 번째 단계는 '통계를 현행 수준으로 조정'하는 것이다. '보험요율제도 및 지급기준을 반영하는 방법'은 보험기간과 보험금지급흐름, 보험기간과 보험료수입흐름을 각 변으로 하는 사다리꼴 도형(Parallelogram Method)을 이용하여 수리적으로 계산하는 방법이 많이 활용된다. 이것은 과거 제도변화가 있었던 시점과 제도변화로 인한 효과가 사다리꼴 자료도형의 어느 부분에 영향을 주었는지 파악하고, 해당 영향정도가 향후 요율적용기간에 어떻게 영향을 줄 것인지 면적개념으로 계산하는 방법이다. 동 방법은 사다리꼴 면적을 이용하여 근사적으로 계산하는 방법이므로, 정확성은 다소 떨어지는 방법이다. 오늘날에는 컴퓨터가 발달하여 전산으로 개별 계약 및 사고건에 대하여 제도변화요인을 반영하는 보다 정확한 방법이 일부 활용되고 있다.

기본보험료산출의 세 번째 단계는 '손해액 진전계수(LDF)'의 산출(또는 반영)이다. 보험료를 산출할 때 손해액 추정에 필요한 손해액 진전계수를 산출하기 위해서는 지급준비금 추정이 필요하다. 이 지급준비금은 향후 지급될 보험금을 미리 적립한 것이다. 지급준비금에는 개별추산 지급준비금과 통계적 추산 지급준비금 두 가지가 있다. 개별추산 지급준비금은 손해사정사가 개별적 속성을 파악하여 적립하는 것이므로, 회사의 정책적 판단이 개입되며 사고특성에 적합한 준비금이 적립되지 않을 수 있다. 이러한 개별추산 지급준비금 적립방식을 보완하기 위하여 개발된 것이 통계적 추산 방법의 지급준비금 적립방식이다. 현재까지 통계적 추산 방식 지급준비금 방식으로는 사다리꼴방법(Chain Ladder Method, Average Payment Method 등)이 많이 사용되고 있다. 사다리꼴방법은 사고발생년도와 보험금이 지급된 진전기간별로 지급된 보험금 변화의 흐름을 파악하는 방법이다. 지급준

비금을 추정하는 사다리꼴 방법은 손해보험 분야에서 준비금을 파악하는데 널리 활용되고 있는 방법이다.

기본보험료 산출의 네 번째 단계는 '사고빈도 및 사고심도추이를 산출 및 적용'하는 것이다. 향후 자동차보험이 적용될 보험기간의 제도수준으로 통계가 조정이 된 이후, 기본보험료 산출은 미래의 손해액을 추정하기 위해 추세를 감안하여야 한다. 추세를 반영하는 방법으로는 사고빈도 및 사고심도의 추세를 고려하여 향후 적용될 보험기간 동안 사고빈도 및 사고심도가 어떤 수준이 될지를 판단하기 위해 단순 회귀식이 많이 사용된다. 이러한 작업은 보험종목, 담보 및 차종별로 이루어진다. 과거 추출된 통계를 미래 적용될 통계수준으로 조정(On-Level)하고, 사고빈도 및 사고심도 등 보험금의 수준에 영향을 주는 추세요인을 반영하면 기본보험료를 산출할 바탕이 마련된 것이다.

기본보험료산출의 마지막 단계는 '순보험료법 또는 손해율법으로 요율조정요인을 산출하거나 순보험료를 산출'하는 것이다. 자동차보험에서는 차종별 기본보험료에 각종 요율요소를 곱하는 방법으로 요율이 적용된다. 이러한 요율적용의 행태로 인해 자동차보험 요율산출의 기준은 기본보험료 산출이다. 기본보험료는 손해율법 또는 순보험료법으로 보험종목별, 담보별, 차종별로 산출되고 있다.

라. 요율상대도 산출

현재 자동차보험에서는 기명피보험자 연령그룹, 가입경력, 할인할증요율, 교통법규위반 경력요율, 24세운전자연령특약과 같은 운전자 연령한정특약 및 가족운전한정특약과 같은 운전자 한정특약 등을 포함하여 요율상대도 산출방법으로 보험료를 산출하고 있다.

자동차보험에서 이들 요율변수별 요율상대도는 주로 곱셈의 원칙[6]에 따

6) 현재 우리나라 자동차보험제도에서는 대부분의 요율변수가 곱(×)의 법칙으로 적용되지만, 가입자특성요율인 보험가입경력요율과 교통법규위반 경력요율의 경우와 우량할인・불량할증요율과 특별할증은'합(+)'의 법칙에 따라 산출・적용되고 있다.'Ⅳ. 일반화선형모형을 이용한 실증분석의 1. 모형적용기준'에서 요율변수

라 산출되고 실제 적용되고 있다. 즉 모든 요율요소를 곱하면 세부위험집단별 위험도에 맞는 보험료가 결정되는 구조이다. 이러한 곱셈의 원칙은 아래에서 설명한 자료 분류와 이들 자료를 설명하는 방식에 대한 철학에 근거하여 만들어진 것이다. 즉 우리나라 자동차보험은 위험집단들이 상호 작용(교차분류)하는 부분의 종속변수(사고빈도 및 사고심도)를 위험집단의 분류기준의 곱으로 설명할 수 있다는 철학에 따라 요율제도가 만들어진 것이다. 이러한 우리나라 자동차보험 요율체계를 볼 때 아래에서 소개되는 요율상대도 산출방식 중 우리나라의 요율체계에 부합하는 모형은 '승산모형'이다.

승산모형으로 우리나라 요율체계를 분리하여 보면, 요율상대도 산출방법이 제한적으로 적용된다는 것을 알 수 있다. 즉 연령그룹 및 가입경력과 같이 일부 요율요소에 제한적으로 상대도 산출방법이 적용되고 있는 것이다. 이처럼 제한적으로 요율상대도 산출 방법을 적용하고 있는 이유는 '과거 요율산출의 관성', '모든 변수를 포함하여 요율상대도를 산출할 수 있는 컴퓨터의 물리적 한계' 때문이다. 이러한 한계를 극복한다면, 현재 우리나라 요율체계에서 대부분의 요인을 단일 통계모형에 포함시켜 요율상대도를 산출할 수 있다. 즉 보험종목, 담보, 차종, 연령, 가입경력, 할인할증, 운전자한정특약 등의 대부분의 요율요소를 모두 모형에 포함시켜 요율상대도를 산출할 수 있다. 일반화선형모형(GLM)으로는 대부분의 변수를 하나의 모형에 포함시켜 요율상대도를 산출할 수 있으므로, 과거 요율상대도산출방법의 한계를 극복할 수 있는 통계모형이라고 말할 수 있다.

본 장에서는 과거 전통적으로 사용되었던 요율상대도의 개념과 방법들에 대하여 설명하고, 일반화선형모형을 활용한 요율산출방법은 다음 장에서 보다 구체적으로 설명하도록 하겠다.

1) 요율상대도 자료형태

변수의 선택과 위험집단 분류에 따라 자료를 분류하면 아래 <표Ⅱ-1>과 같은 교차분류자료(Cross-classified Data)의 형태가 된다. 예시는 변수가 2

적용방법을 보다 세부적으로 다룰 것이다.

개인 경우의 교차분류자료이며, 변수의 수가 늘어나면 교차분류자료의 형태도 2차, 3차…의 형태가 된다.

교차분류자료에서 A와 B는 앞의 위험변수 선택방법에 의해 선택된 변수이며, 분류 I와 J는 위험집단분류방법에 의하여 분류한 위험집단의 개수이다. 그리고 셀 (i, j)은 두 변수 A와 B의 위험집단 i, j에 의하여 결정된 보험금관련 자료이며, 이 자료는 승산모형과 가산모형으로 각각 표현될 수 있다.

<표 Ⅱ-1> 요율상대도 자료형태

B \ A	1	…	j	…	J
1					
:					
i			(i, j)		
:					
I					

자료 : Casualty Actuarial Society(1990), pp.89~113

위험도의 산출은 보험금관련자료 (i, j)를 설명할 수 있도록 각 변수 A, B의 각 집단 I 및 J의 상대적 위험도를 산출하는 것이다. 이때 변수의 개수에 따라 단순(One-Way)위험상대도, 다중(Multiple)위험상대도로 구분할 수 있다.

단순(One-way)위험상대도의 계산은 위험구분자료(손해율 또는 위험보험료)를 이용하여 해당 위험집단의 위험계수를 전체대비 상대값으로 산출하는 것으로 산출방법이 용이하나, 보험금관련 자료가 단순히 1개 변수의 작용으로 나온 것이므로 설명력이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 따라서 실제 위험상대도를 계산할 때에는 다중(Multiple)위험상대도 계산법을 주로 이용하

고 있다.

위험계수의 공정한 배분을 위하여 이용되는 상대도 분석은 단순(One-Way)위험상대도 계산과 다중(Multiple)위험상대도 계산으로 구분될 수 있다. 단순위험상대도 계산은 독립변수들의 선형결합으로 또는 곱셈으로 종속변수를 설명하는 것이 아니라, 각각의 독립변수별로 위험도를 계산하는 방법이다. 각 변수별로 위험도를 계산하기 때문에 이러한 방법은 '단변량 위험상대도 산출'이라고도 한다. 단순(One-Way)위험상대도 계산은 분석절차가 간편하나 결과가 크게 왜곡될 수 있어서, 미국 ISO의 경우 등 대부분의 나라에서는 다중(Multiple)위험상대도 계산방법을 사용하고 있다.

이에 반하여 다중위험상대도 산출방법은 종속변수(사고발생률 또는 1사고당 손해액)를 독립변수의 선형결합으로 설명하는 것, 즉 여러 독립변수를 동시에 고려하여 위험상대도를 산출하는 방법이다. 여러 독립변수를 동시에 고려하기 때문에 독립변수 간 상호작용효과 등을 모두 파악할 수 있는 장점이 있다. 이러한 다중위험상대도 산출방법으로는 전통적인 방법과 최근에 자동차보험 요율산출에 사용되고 있는 통계적 방법이 있다. 전통적인 다중위험상대도 산출방법으로는 Bailey and Simon Method, Least Square Method, Marginal Total, Maximum Likelihood Method 등이 있다. 이러한 방법들은 독립변수를 다중으로 고려하여 요율을 산출한다는 점에 있어서 단순위험상대도 산출방법보다 진일보된 방법이다. 그러나 이러한 방법은 독립변수와 종속변수의 관계를 계산식에 따라 산술적, 기계적으로 위험상대도를 산출하는 방법이라는 한계점이 있다. 즉 각 변수의 통계적 유의성이 감안되어 있지 않다. 예를 들면 전통적인 방법으로 가입경력이 1년차인 그룹의 위험도가 1.3으로 산출되었다고 하자. 그런데 1년차인 그룹의 자동차대수가 통계적으로 유의하지 않은 수준이라면, 이 집단의 위험도를 1.3이라고 인정하기 어렵다. 그런데 전통적인 방법으로는 기계적으로 해당 그룹의 위험도가 계산되기 때문에 계산된 값을 그대로 인정할 수밖에 없다. 이러한 전통적 방법의 단점에도 불구하고, 현재 우리나라 자동차보험의 요율산출에서는 전통적인 방법이 주로 사용되고 있다.

2) 전통적인 요율상대도 산출방법

전통적인 다중요율상대도 산출방법은 ‘최소 편의 방법(Minimum Bias Procedure)’이라고 한다. 이 방법은 1960년대에 개발되었으며, 현재까지 지속적으로 개선・연구되어 통계학 분야의 한 부분으로 발전하였다. 그런데 최소편의 방법 중 많은 것은 일반화선형모형(Generalized Linear Model)의 특별한 형태에 지나지 않는다.

일반화선형모형(GLM)은 다음 장에서 상세히 설명하도록 하고 본 장에서는 다중 요율상대도 모형의 개념을 이해하기 위해 최소편의 방법 중 널리 알려져 있는 'Bailey and Simon Method', 'Bailey' Minimum Bias Method', 'Least Square Method'등 일부만 소개하였다(Casualty Actuarial Society(1990)).

<Bailey and Simon Method>

전체위험도와 각 변수별 위험도의 총 값은 유사할 것이라는 가정 하에서 전체위험도와 모형에 의한 변수별 위험도 총 값의 편차(분산)를 최소화하도록 각 변수별 위험상대도를 계산하는 방법이다.

Bailey and Simon Method도 보험금관련 변수값이 어떻게 구성되어 있는지에 대한 가정에 따라 승산모형과 가산모형으로 구분된다. Bailey and Simon Method의 기본 가정을 3개 변수 x, y, z의 모형으로 표현하고, 상대도값 계산식을 보면 다음과 같다.

승산모형의 경우 :

$$\text{minimize} \quad Q = \sum_{i,j,k} \frac{n_{ijk}}{x_i y_j z_k} (\gamma_{ijk} - x_i y_j z_k)^2 \qquad (\text{Ⅱ-8})$$

가산모형의 경우 :

$$\text{minimize} \quad Q = \sum_{i,j,k} \frac{n_{ijk}}{x_i + y_j + z_k} (\gamma_{ijk} - (x_i + y_j + z_k))^2 \qquad (\text{Ⅱ-9})$$

즉, 실제 위험값(보험금관련 자료)과 이론적 가치값의 차이가 최소화되도록 하기 위한 이론적 가치들을 찾기 위하여 위의 통계모형을 각 변수 x, y, z에 대하여 미분을 하면, 다음과 같은 이론적 요율상대도 계산식이 산출된다.

승산모형의 경우 :

$$x_i = \sqrt{\frac{\sum_{jk} \frac{n_{ijk}\gamma_{ijk}^2}{y_j z_k}}{\sum_{jk} n_{ijk} y_j z_k}}, \quad y_j = \sqrt{\frac{\sum_{ik} \frac{n_{ijk}\gamma_{ijk}^2}{x_i z_k}}{\sum_{ik} n_{ijk} x_i z_k}}, \quad z_k = \sqrt{\frac{\sum_{ij} \frac{n_{ijk}\gamma_{ijk}^2}{x_i y_j}}{\sum_{ij} n_{ijk} x_i y_j}} \qquad (\text{Ⅱ-10})$$

가산모형의 경우 : 모형의 미분을 통하여 산출한 값을 Newton- Raphson 의 Iterative Process과정을 통하여 산출한다.

$$x_{i+[1]} = x_{i+[0]} + \frac{\sum_{jk} n_{ijk} (\frac{\gamma_{ijk}}{x_i + y_j + z_k})^2 - \sum_{jk} n_{ijk}}{2\sum_{jk} n_{ijk} (\frac{\gamma_{ijk}}{x_i + y_j + z_k})^2 (\frac{1}{x_i + y_j + z_k})} \qquad (\text{Ⅱ-11})$$

$$y_{i+[1]} = y_{i+[0]} + \frac{\sum_{jk} n_{ijk} (\frac{\gamma_{ijk}}{x_i + y_j + z_k})^2 - \sum_{jk} n_{ijk}}{2\sum_{jk} n_{ijk} (\frac{\gamma_{ijk}}{x_i + y_j + z_k})^2 (\frac{1}{x_i + y_j + z_k})} \qquad (\text{Ⅱ-12})$$

$$z_{i+[1]} = z_{i+[0]} + \frac{\sum_{jk} n_{ijk} (\frac{\gamma_{ijk}}{x_i + y_j + z_k})^2 - \sum_{jk} n_{ijk}}{2\sum_{jk} n_{ijk} (\frac{\gamma_{ijk}}{x_i + y_j + z_k})^2 (\frac{1}{x_i + y_j + z_k})} \qquad (Ⅱ\text{-}13)$$

위험상대도의 계산은 도출된 위험상대도 산식에 따라 이루어지고, 최적의 위험상대도는 값이 균형을 이루어 더 이상 변화가 없는 시점까지 위험상대도 계산과정을 계속적으로 반복함으로써 산출된다. 우선기초자료로 x_i, y_j, z_k의 1단계 상대도 값을 구한다. 이후 승산모형 또는 가산모형의 x_i, y_j, z_k의 계산공식에 따라 각 변수의 상대도 값이 수렴할 수 있게 계산이 반복되도록 한다. 이러한 계산의 반복과정을 거쳐서 x_i, y_j, z_k의 상대도 값이 수렴하는 수준을 최적 상대도 값으로 정한다. 이처럼 단계적으로 상대도의 최적값을 계산하는 과정 때문에 이러한 종류의 상대도 계산방식은 Iterative method라고 불린다.

<Bailey's Minimum Bias Method>

이 방법은 전체위험도는 각 변수별 위험도로 구성되어 있으므로, 전체위험도에서 모형에 의한 각 변수별 위험도를 차감한 값이 "0" 이 되도록 각 변수에 대한 위험상대도를 구하는 방법이다. 이때 전체위험도를 구성하는 변수들의 위험도가 '승산으로 이루어져 있느냐' 또는 '가산으로 이루어져 있느냐'에 따라 승산모형과 가산모형으로 구분할 수 있다.

Bailey' Minimum Bias Model의 가정을 모형화하면 다음과 같다.

승산모형의 경우 :

$$\sum_{ik} n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i \times y_j \times z_k) = 0,\ \sum_{jk} n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i \times y_j \times z_k) = 0,$$

$$\sum_{ij} n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i \times y_j \times z_k) = 0 \qquad (Ⅱ\text{-}14)$$

가산모형의 경우 :

$$\sum_{ik} n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i - y_j - z_k) = 0,\ \sum_{jk} n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i - y_j - z_k) = 0,$$

$$\sum_{ij} n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i - y_j - z_k) = 0 \qquad (\text{Ⅱ-15})$$

3개의 식을 각 변수에 대하여 정리하면, 다음과 같은 위험상대도값의 계산식이 얻어진다. Baily and Simon Method에서와 같이 최적 해는 계산식에 따라 위험 상대도 값이 균형이 되도록 계산을 반복함으로써 구해진다.

승산모형 :

$$x_i = \frac{\sum_{jk} n_{ijk}(\gamma_{ijk})}{\sum_{jk} n_{ijk} \times y_j \times z_k},\quad y_j = \frac{\sum_{ik} n_{ijk}(\gamma_{ijk})}{\sum_{ik} n_{ijk} \times x_i \times z_k},\quad z_k = \frac{\sum_{ij} n_{ijk}(\gamma_{ijk})}{\sum_{ij} n_{ijk} \times x_i \times y_j}$$

(Ⅱ-16)

가산모형 :

$$x_i = \sum_{jk} \frac{n_{ijk}(\gamma_{ijk} - y_j - z_k)}{\sum_{jk} n_{ijk}},\ y_j = \sum_{ik} \frac{n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i - z_k)}{\sum_{ik} n_{ijk}},$$

$$z_k = \sum_{ij} \frac{n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i - y_j)}{\sum_{ij} n_{ijk}} \qquad (\text{Ⅱ-17})$$

<Least Square Method>

'전체위험도는 각 변수에 대한 위험도 값과 에러 값으로 구성되어 있다'는 가정 하에서 에러 값을 최소화하여 변수별 위험상대도를 구하는 방법이다. 이 방법은 앞서 살펴본 Bailey and Simon Method와 이론적 가정에 큰 차이가 없고, 에러 값에 곱하는 가중치 차이만 있을 뿐이다. 따라서 이론적 가정을 모형화하여 보면 다음과 같다.

승산모형의 경우 :

$$\text{Minimize } SSE = \sum_{ijk} n_{ijk} e_{ijk}^2 = \sum_{ijk} n_{ijk} (\gamma_{ijk} - x_i y_j z_k)^2 \qquad (\text{Ⅱ-18})$$

가산모형의 경우 :

$$\text{Minimize } SSE = \sum_{ijk} n_{ijk} e_{ijk}^2 = \sum_{ijk} n_{ijk} (\gamma_{ijk} - x_i - y_j - z_k)^2 \qquad (\text{Ⅱ-19})$$

모형의 각 변수에 대하여 미분하여 '0'로 놓아 구한 각 변수에 대한 해가 위험상대도가 되며, 그 계산결과는 다음과 같다.

승산모형의 경우 :

$$x_i = \frac{\sum_{jk} n_{ijk} \gamma_{ijk} y_j z_k}{\sum_{jk} n_{ijk} (y_j)^2 (z_k)^2}, \quad y_i = \frac{\sum_{ik} n_{ijk} \gamma_{ijk} x_i z_k}{\sum_{ik} n_{ijk} (x_i)^2 (z_k)^2},$$

$$z_k = \frac{\sum_{ij} n_{ijk} \gamma_{ijk} x_i y_j}{\sum_{ij} n_{ijk} (x_i)^2 (y_j)^2} \qquad (\text{Ⅱ-20})$$

가산모형의 경우 :

$$x_i = \sum_i \frac{n_{ijk}(\gamma_{ijk} - y_j - z_k)}{\sum_{jk} n_{ijk}}, \quad y_j = \sum_j \frac{n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i - z_k)}{\sum_{ik} n_{ijk}},$$

$$z_k = \sum_k \frac{n_{ijk}(\gamma_{ijk} - x_i - y_j)}{\sum_{ij} n_{ijk}} \qquad (\text{Ⅱ-20})$$

Least Square Method의 경우에도 이전의 모형과 동일하게 각 변수에 대한 최적 위험상대도는 에러 값의 통계량이 최소가 되는 시점, 또는 위험상대도가 균형에 도달하는 시점까지의 계산식에 따른 계산을 계속적으로 반복함으로써 이루어진다. 앞서 소개된 상대도 계산방식에서와 동일하게 Iterative한 절차에 따라 상대도 값이 계산된다.

3) 전통적 요율상대도 산출방법의 문제점

전통적 요율상대도 산출방법은 자료의 분포와 관계없이 요율상대도를 산출한다는 것이다. 즉 기계적인 요율산출방법이 되므로, 모형이 적합 되었는지 여부, 자료와 통계분포의 적합성 여부, 변수 및 모형의 통계적 유의성 등을 확인하지 못한다. 그러므로 전통적인 방법으로 요율상대도를 산출한 값이 통계적으로 진정한 의미의 요율상대도인지 확신하기 어렵다.

과거에 사용되던 기계적 방식의 요율상대도 산출방식의 단점을 극복하기 위해 전통적 회귀분석(OLS) 방법을 사용할 수 있다. 전통적 회귀분석방법은 종속변수의 분포를 정규분포로 가정한 방법이다. 이 방식에서는 종속변수로 사고발생률과 1사고당 손해액을 사용한다. 사고발생률과 1사고당 손해액이 정규분포를 따른다는 가정 하에서 모형을 설정하는 것이다. 전통적 회귀분석방식을 사용하는 경우에는 과거의 기계적 방식의 요율산출방법에서 지적된 '모형의 적합성', '변수의 유의성' 등을 통계적으로 확인하지 못한다는 단점을 극복할 수 있다.

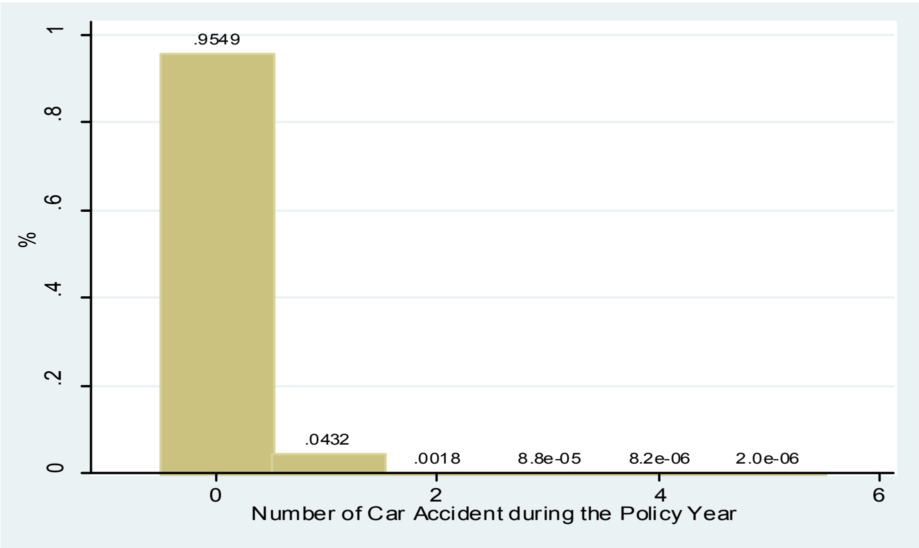
그러나 이러한 전통적 회귀분석을 사용하는 경우 생각해 보아야 할 문제점이 있다. 즉, 기존의 회귀분석 방법의 경우에도 자료의 특성과 모형을 일치시키는데 다소 문제가 있다.

<그림 Ⅱ-1>~<그림 Ⅱ-4>에서 보듯이 자동차사고 빈도와 심도는 지수형태의 분포를 따르기 때문에 정규분포를 가정한 최소자승법은 위험요소를 판별할 수 있는 분석방법은 될 수 있겠지만 위험요소별 상대위험도를 측정하여 정확한 보험요율을 결정해야 하는 데에는 적절한 분석방법이 될 수 없다.

자동차보험에서는 사고 종류별로 발생하는 인적비용과 물적비용을 보험으로 담보하기 위하여 대인배상I, 대인배상Ⅱ, 대물배상, 자기신체사고, 자기차량손해 및 무보험차상해 담보를 만들었다. 이들 담보의 사고분포를 보면, <그림Ⅱ-1>은 대인배상I에 해당하는 사고빈도이며 <그림Ⅱ-2>는 대물배상담보에 해당하는 사고빈도를 보여주는 히스토그램이다. 그리고 <그림Ⅱ-3>와 <그림Ⅱ-4>는 각각 대인배상I에 해당하는 사고심도와 대물배상담보에 해당하는 사고심도를 보여준다.[7)]

이들 히스토그램을 볼 때 자동차보험 사고담보의 모든 분포가 정규분포를 따르지 않는다는 것을 쉽게 알 수 있다. 이러한 결과는 전통적 회귀분석 방법을 사용하여 위험상대도를 산출할 경우 부정확한 요율상대도값으로 귀결될 수 있다는 것을 입증한다.

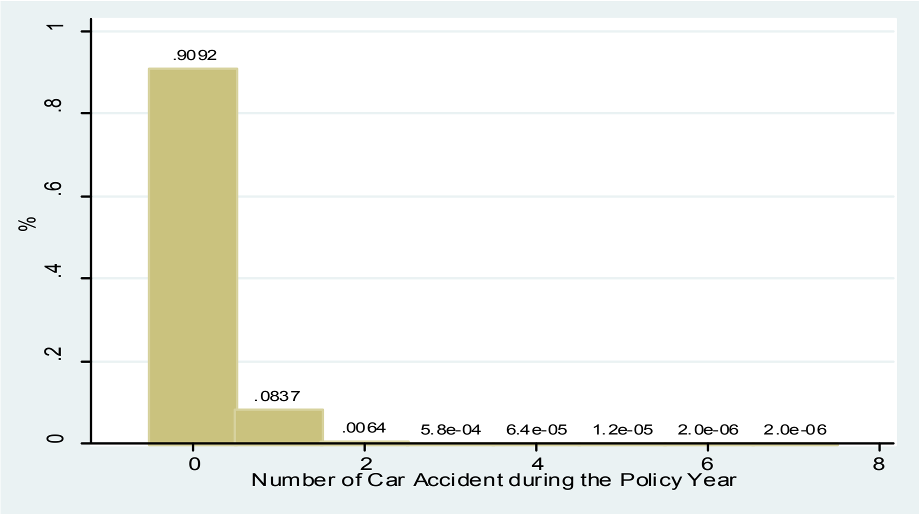
<그림 Ⅱ-1> 대인배상I의 사고빈도



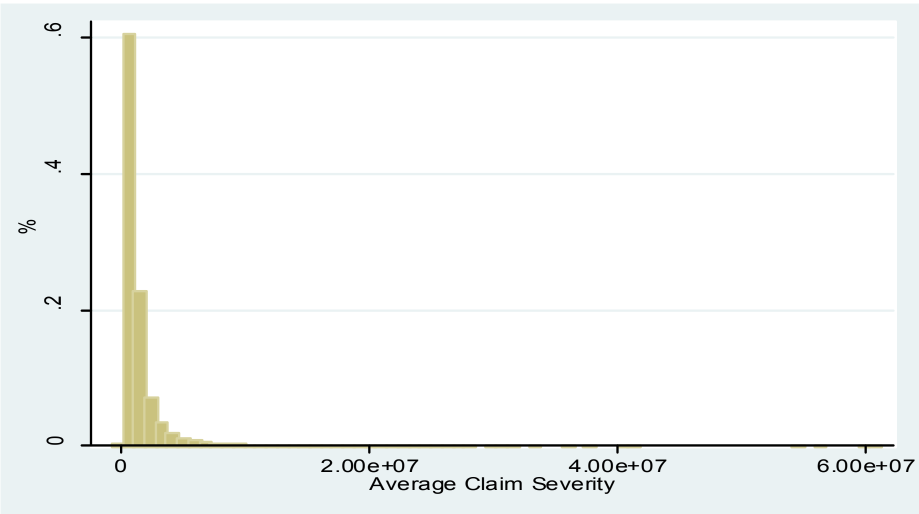
---

7) 편의상 네 개만을 본 연구에 제시하였으며 다른 담보에 해당하는 사고빈도 및 사고심도의 히스토그램은 요청에 따라 이용 가능하다.

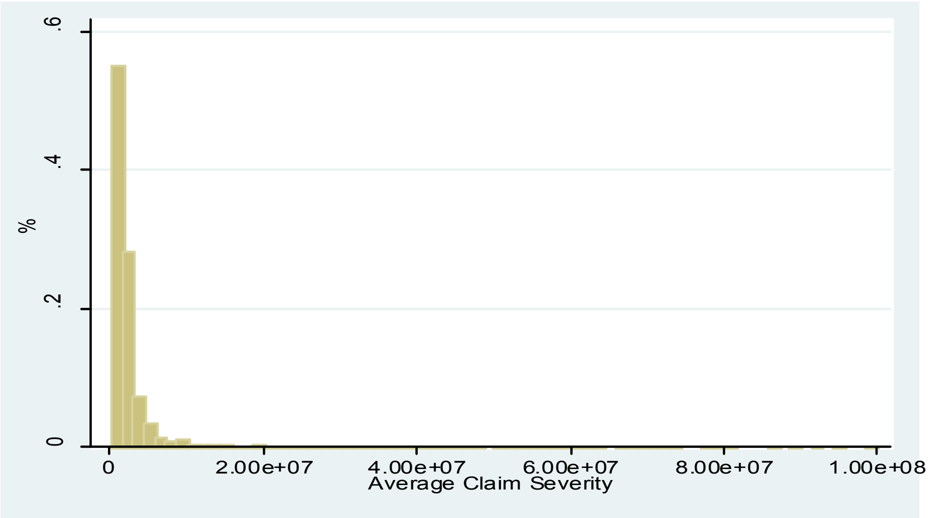
<그림 Ⅱ-2> 대물배상의 사고빈도



<그림 Ⅱ-3> 대인배상I의 사고심도



<그림 Ⅱ-4> 대물배상의 사고심도



일반화선형모형(GLM)은 종속변수의 분포를 정규분포 하나로 가정하고 위험변수들의 상대위험도를 추정하는 최소자승법과 달리 종속변수의 분포가 지수집단(Exponential Family) 위주의 다양한 확률분포를 다루기 때문에 자동차 보험요율분석에 적합한 실증분석 모델이라고 하겠다. 자동차보험 연구에 종속변수로써 가장 빈번히 사용되는 변수인 사고빈도와 사고심도는 <그림II-1>~<그림II-4>에서 보는 바와 같이 지수분포 형태를 취한다.

사고빈도와 사고심도 변수는 서로 상이한 특성을 가지고 있기도 하지만 비슷한 특성을 공유하기도 한다. 공통점은 <그림II-1>~<그림II-4>에서처럼 두 종속변수가 지수분포라는 큰 틀에서 같은 형태의 확률분포를 가지고 있다는 것이며 다른 점은 두 종속변수의 연속성 여부이다. 사고빈도는 연속변수가 아닌 건수변수(Count Variable)이고 사고심도는 연속변수(Continuous Variable)이며, 변수의 연속성 여부에 따라 적용되는 일반화선형모델들이 다르다.