

■ 論 文 ■

# 경찰서별 도로교통사고 관리를 위한 품질기능전개의 적용

QFD Applied to Road Traffic Accident Management by Police Station

**손 소 영**

(연세대학교 기전공학부 부교수)

**최 흥**

(연세대학교 기전공학부)

---

## 목 차

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| I. 서론                                    | 2. 교통사고에서의 품질기능전개(QFD)의 적용 |
| II. 교통사고다발지점                             | IV. 결론                     |
| III. 품질 기능 전개(QFD)를 이용한 3개 경찰서별 사고 유형 비교 | 참고문헌                       |
| 1. 품질기능전개(QFD)의 적용                       |                            |

---

## 요 약

도로교통사고의 관리는 경찰서의 주요한 업무중의 하나이다. 이를 위해 각 관할경찰서는 교통사고발생 시 사고기록을 하며 기록된 자료는 통계적 분석의 근거로 사용되게 된다. 대부분의 사고통계분석 결과는 거시적인 수준에서의 효율적인 교통관리계획과 교통안전정책을 확립하는데 적용되어 왔다. 본 연구에서는 각 관할경찰서가 지역적 특성에 따른 구체적인 교통사고 예방정책을 시행할 수 있도록 품질기능전개(QFD)를 적용하였다. 사고다발지점을 찾기 위해 군집분석을 사용하였으며, QFD의 입력자료로 사용하기 위하여 각 관할지역별로 다양한 형태의 도로교통사고를 위한 포아송 회귀분석을 하였다. 본 연구의 결과는 지역마다 특징적으로 발생하는 다양한 형태의 도로교통사고 감소에 기여할 것으로 기대된다.

---

## 1. 서론

우리 나라의 산업발전과 더불어 증가된 교통량은 환경문제와 함께 많은 문제를 야기하고 있다. 지난 92년부터 조금씩 줄었던 교통사고 사망자가 95년 이후 다시 크게 늘어나기 시작해 96년 한해 26만5천 52건의 교통사고가 발생했고 그 중 1만2천6백53명은 사망자로 전년대비 22.6% 증가를 기록하고 있다. 이처럼 높은 교통사고 증가율은 강한 사회적 위기감을 일으키고 있으며, 막대한 규모의 사회·경제적 손실을 초래하고 있다.

교통사고감소 대책을 세우기 위해서는 증가된 교통량 이외에 교통사고 발생원인과 관련된 특성을 규명하는 일이 우선되어야 한다. 이를 위해 도로시설구조, 교통이용실태, 기후조건, 운전자 특성, 차량 특성 등 다양한 자료의 과학적이며 종합적인 조사 분석이 필요하다.(교통안전진흥공단, 1985) 교통사고의 원인 규명을 위해서는 계획된 실험이 필요하나 막대한 비용이 들 수 있다. 반면에 사고 예측모형을 위해서는 기존에 모아진 사고자료를 이용할 수 있다. 예측모형의 정확도를 위해 필수 불가결한 것은 교통사고 관련 자료의 품질로, 이러한 자료의 수집절차, 형식, 내용 그리고 분석방법의 적절한 선택의 중요성이 강조된다.

현재 우리 나라의 경우 교통사고에 관한 자료는 다음과 같은 과정을 통해 수집되고 있다. 우선 교통사고가 발생하면 간단한 현장 조사 후 정확한 원인조사 와 민·형사상의 책임을 규명하기 위하여 사고조사보고서가 관할 경찰서 책임 하에 작성된다. 이를 바탕으로 교통사고 데이터베이스의 근간이 되는 통계원표가 작성된다.(교통실무편람, 1996) 통계원표에 기재되는 사고기록정보는 대부분 각 사고 당 범주형 변수로 기록된다. 이렇게 수작업 된 통계원표는 경찰서 관리시스템으로 온라인 입력되어 연간 교통사고통계 집계 및 분석 등에 사용된다. 이러한 교통사고통계 분석의 주요한 목적은 교통사고 다발지점 규명과 사고를 줄이는데 있다.(신용균, 1992), (오윤성·고양선, 1992) 그러나 통계원표에는 사고 지점의 종·횡축만이 기록되므로 위도, 경도에 대한 지리정보시스템이 구축되지 않은 현 상태에서 사고다발지점에 대한 분석을 위해 통계원표의 정보가 활용되고 있지 못한 실정이다. 사고감소대책 마련 역시 지역구분이 없이 거시 수준(Macro Level)에서 수행되고 있어서

사고담당 단위 기구인 경찰서간의 운용의 특성화에 피드백(feedback) 정보를 충분히 제공해 주지는 못하는 실정이다.

본 연구에서는 경찰서별 교통사고 자료를 이용하여, 관할 경찰서 내의 교통사고다발지점을 선정하고, 지역별 사고 감소를 위해 주력해야 할 교통사고 관련 인자를 규명하는 모형을 개발하고자 한다. 이를 위해 교통량이 유사한 서울 지역의 3개 경찰서의 96년 교통사고자료 11564건(S경찰서(2200건), C경찰서(3596건), P경찰서(5768건))을 이용하여 군집분석(Cluster Analysis), 포아송 회귀분석(Poisson Regression) 등 통계적인 기법과 품질기능전개(QFD)와 같은 품질공학기법을 적용하고자 한다. 적용된 기법들을 바탕으로 각 경찰서간의 비교 분석을 통해 지역별 특성에 적합한 피드백 정보를 제공함으로써, 지역에 따른 정책 차별화를 꾀하여 교통사고 감소의 효율성을 증진하는 데에 기여하고자 한다.

제 2장에서는 본 연구에서 실행한 교통사고다발지점 규명을 위한 군집분석 및 포아송 회귀분석을 소개하고 그 결과를 제시한다. 제 3장에서는 2장의 통계 분석 결과를 품질기능전개에 적용하여 경찰서간 교통사고원인을 비교, 분석한다. 마지막으로 제 4장에서는 본 연구의 분석 결과를 요약, 정리하여 결론을 유도한다.

## II. 교통사고다발지점 분석

교통사고다발지점이란 특별시의 경우 특정지역의 반경 30m이내인 지점에서 연간교통사고건수가 10건 이상인 지점을 지칭한다.(도로교통안전백서, 1996) 교통사고 다발지점 선정은 특정지역의 도로 환경적 사고 유발 요인을 개선하여 효과적으로 사고를 감소시킬 수 있는 중요한 과제이다. 따라서 교통사고 다발지점의 선정방법과 관리방법에 대하여 기존 연구의 고찰과 선정된 다발지점과 관련된 요인을 분석하는 것은 중요한 의미를 갖는다.

먼저 사고다발지점분석과 관련된 연구들을 살펴보면, 이광희(1994)는 1988~1991년까지의 자료를 이용하여 교통사고다발지점(386개) 상의 사고특성을 7개의 주성분으로 나누어서 각 지점들의 주성분들로서 표현되는 특성이 어느 정도인가를 측정하는 주성분 분석법을 사용하였다. 황금주(1991)는 교통사고

다발지점이 주로 커브길이나 도로회전지점이라는 점에 착안하여 도로의 평면 곡률 설계의 기본원칙과 교통공학적인 기법을 도입한 개선방안을 제시하였다. 분석 방법은 도로의 물리적 요인 중에서도 도로구조에 해당하는 평면선형을 중심으로 분석하여 선형이 불합리함으로써 교통사고를 유발시키는 지점을 선정하였다. 정인교(1993)는 교통사고 다발지점의 선정문제를 해결하기 위해 교차로, 횡단보도, 커브길 등 위험지역에 지점코드를 붙여 직접 교통사고보고서를 이용, 사고지점 위치를 재입력시키는 방법 및 기준 좌표점으로부터 사고지점의 좌표값을 계산, 보다 정확한 사고 위치값이 전산 입력 및 처리할 수 있는 방법을 제시하였다.

본 연구에서는 이러한 교통사고다발지점의 선정 및 분석을 위해, 사고발생위치인 종·횡측 좌표를 이용하여 군집분석을 실시하였다. 일반적으로 군집분석(Cluster Analysis)은 대상들이 지니고 있는 다양한 특성의 유사성을 바탕으로 하여 동질적인 군집(Cluster)으로 묶어 구분함으로써 동일 군집 내에 속해 있는 공통된 특성들을 조사하는 경우에 사용된다. 본 연구에서는 여러 가지 군집분석 중 두 군집사이의 거리로 두 군집의 중심간의 거리를 사용하는 센트로이드(Centroid)방법을 이용하였다. 또한 적절한 군집의 수를 결정하기 위한 판정기준으로는 입방 군집요인방법(Cubic Clustering Criterion)(김기영·전명식, 1994)을 적용하였다. 그 결과 각 경찰서의 관할 지역 당 약 350개가 적절한 군집의 개수로 판명되었는데, 이와 더불어 사용한 기준은 다음과 같다.

- 군집의 개수가 적으면 한 군집내의 자료분산이 크므로 특징적인 원인을 규명할 수 없다.
- 군집의 개수가 적은 경우에는 한 군집의 반경이 30m를 초과하는 경우가 많다
- 군집의 개수가 많으면 같은 지역도 여러 개의 군집으로 분류될 수 있다.

한편 C경찰서 및 P경찰서의 경우 종·횡측의 좌표가 행정구역을 지나치게 벗어나는 자료가 있어, 분석의 정확성을 위해 이는 잘못 기록된 것으로 간주하여 군집분석 시 아웃라이어(Outlier)로 판단, 분석에서 제외시켰다. 본 연구의 군집분석을 통하여 얻어진 총 350개의 군집 중 S경찰서의 경우, 현재 적용하고 있는 다발지점의 정의에 의하여 모두 67개의 교통사고

다발지점이 발견되었다. 군집분석시 각 군집의 크기를 제어할 수 없으므로, 군집반경과 각 군집면적은 식(1) 및 식(2)를 이용하여 구하였다.

$$\text{면적 } A = \pi r^2 + 1 \tag{1}$$

$$\text{군집반경 } r = \frac{\sqrt{(X17_{\max} - X17_{\min})^2 + (X18_{\max} - X18_{\min})^2}}{2} \tag{2}$$

여기서 식(1)의 군집면적에 1을 더하는 이유는, 분석한 결과 군집이 한 지점(하나의 종·횡측 좌표)만을 포함하는 경우에, 공식대로 구하면 군집면적이 0이 되는 경우를 보상하기 위해서이다. 또한 식(2)에서  $X17_{\max}$  과  $X18_{\max}$  은 각 군집별로 통계원표상에서 종·횡측 좌표를 나타내는 항목의 최대치를,  $X17_{\min}$  과  $X18_{\min}$  은 종·횡측의 최소치를 의미한다.

S경찰서에서 발견된 사고다발지점과 관련된 도로를 살펴보면, 총 67개의 다발지점 중 노선번호 36과 147에 각각 20회와 13회 나타나 가장 많은 빈도수를 기록했다. 그러나 단순히 종·횡측으로는 사고지점위치를 확인하는데 어려움이 있으므로, 이러한 문제점을 해결하기 위한 개선책으로 통계원표에 종·횡측 값만을 기입하는 것 외에 교차로 번호와 교차로부터의 거리등을 기록하는 방식이 요망된다.

다음으로 사고지역 군집분석 시 지역별 특성변수도 군집별로 최빈치 수준을 대표치로 정리하여 식(3) 및 식(4)와 같이 각 사고내용별(사망, 중상, 경상, 물적 피해 사고) 사고 수에 대한 포아송 회귀분석을 위해 이용하도록 하였다.(Sohn 1996ab, 1994ab)

$$Y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i; A_i) \tag{3}$$

$$\ln \lambda_i = -\ln A_i + (\alpha_{11} mx11_i + \alpha_{12} mx12_i + \dots + \alpha_{1k1} mx1k1_i + \dots + \alpha_{1n1} mx1n1_i) + \dots + (\alpha_{p1} mxp1_i + \alpha_{p2} mxp2_i + \dots + \alpha_{p, kp} mxpkp_i + \dots + \alpha_{pn} mxpn_p) \tag{4}$$

여기서,

i : 군집번호

$Y_i$  : 군집 i의 연간 사고발생건수

- $\lambda_i$  : 군집 i의 단위면적 당 연간 평균 사고발생건수  
 $A_i$  : 군집 i의 면적  
 $x_j$  : j번째 특성변수 ( $j=1, 2, \dots, p$ )  
 $n_j$  : 특성변수  $x_j$ 의 수준의 개수  
 $k_j$  : 특성변수  $x_j$ 의 k번째 수준 ( $k_j=1, 2, \dots, n_j$ )  
 $mxjkj_i$  : 1, if 군집 i에서 수준  $k_j$ 가 특성변수  $x_j$ 의 최빈치 수준  
 0, Otherwise.  
 $a_{j,kj}$  : 특성변수  $x_j$ 의 최빈치 수준  $k_j$ 와 관련된 사고수의 로그(log)기대치

다음 장에서는 이와 같은 포아송 회귀분석을 통해서 얻어진 계수인  $a_{j,kj}$  중, 유의수준 5% 수준을 만족하는 특성변수의  $a_{j,kj}$  추정치 들만을 다음의 III장에서 제시할 품질기능전개의 입력값으로 이용함으로써 교통사고의 품질대용특성으로 전환하고자 한다.

### III. 품질 기능 전개(QFD)를 이용한 3개 경찰서별 사고 유형 비교

본 장에서는 각 경찰서간의 사고발생건수와 사고발생원인의 비교를 통해 각 경찰서에서의 교통사고 감소에 대한 개선책을 제시하기 위한 목적으로 품질공학에서 쓰이는 품질기능전개(QFD:Quality Function Deployment)를 적용하였다.

#### 1. 품질기능전개(QFD)의 적용

품질기능전개의 의미를 파악하기 위해서는 다음의 몇 가지 용어에 대한 정의가 선행되어야 한다. '품질기능전개(Quality Function Deployment)'란 고객 만족을 위해 고객의 요구품질을 대용특성으로 전환하여 완성품의 설계품질을 정해, 이것을 각 기능 부품의 품질이나 공정의 요소에 이르기까지 이들간의 관련을 계통적으로 전개해 나가는 것을 의미한다 (박성현, 1995). 이러한 QFD를 작성하기 위해서는 QFD의 구조에 관한 이해와 병행하여 그 절차를 익혀야 한다. 먼저 주지해야 할 것은 QFD의 작성은 이론적으로 체계화되었다기보다 실전을 바탕으로 한 경험에서 얻어진 것이므로 정식 연구 후 적용대상의 특성

및 실태에 맞는 방법을 발전시키는 것이 중요하다. <그림 1>은 일반적인 QFD 매트릭스의 형태이며, 이러한 QFD의 작성 방법은 다음과 같다.

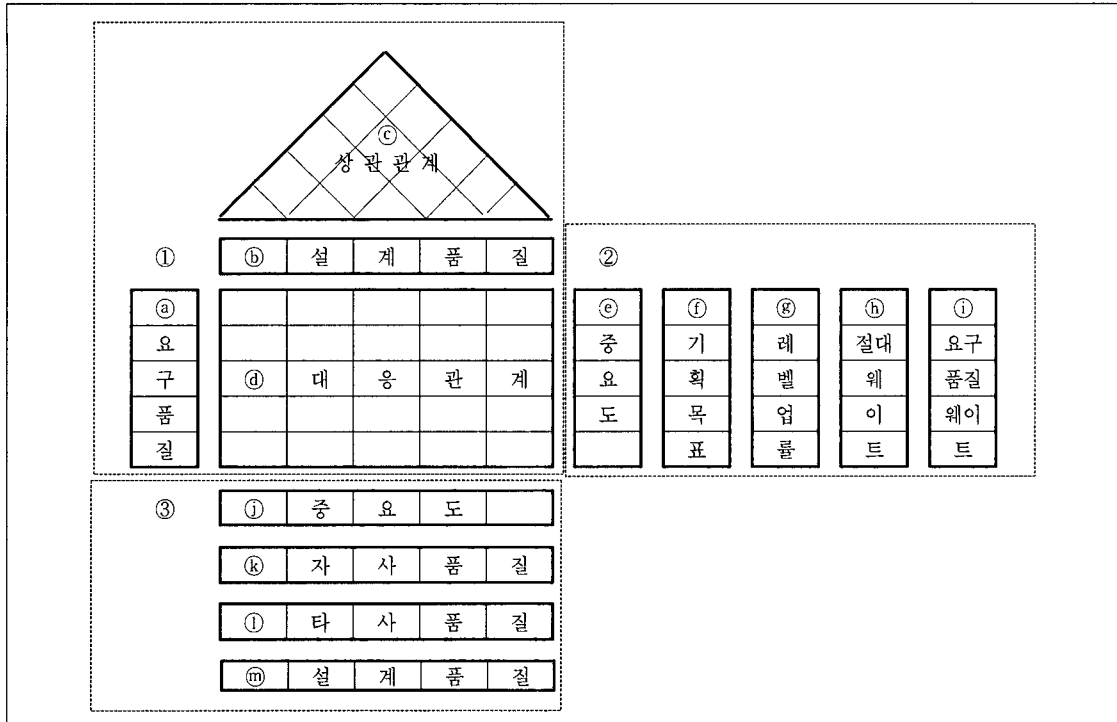
먼저 품질표의 작성은 요구품질전개표와 품질요소전개표의 매트릭스 결합으로 이루어진 표에 관계의 강도를 측정된 대응관계를 표시함으로써 완성된다. 이렇게 함으로써 품질표는 사용자의 요구를 대용특성으로 변환하고 품질설계를 할 수 있다.

품질표가 작성되면 품질전개단계를 발전시킬 수 있다. 이는 각각의 요구품질과 품질요소마다 타사와 자사간의 비교분석을 실시하고 가중치를 결정하며, 요구품질의 경우에는 기획품질, 설계품질요소의 경우에는 설계품질을 구체적으로 설정하는 단계로 이루어져 있다. 이 때 설계품질요소의 가중치는 요구품질요소의 가중치를 반영하여 결정됨으로써, 이 두 갈래의 전개는 상호 연관되어 있다. 이상과 같은 여러 단계를 거쳐 QFD가 완성되며, 이는 각 생산 단계에서의 서브 시스템의 QFD 세부설계와 직접적인 연관관계를 갖는다.

QFD는 주로 신제품의 설계(Halbleib et al., 1993) 시 주로 이용되나, 최근에는 광범위한 분야로 확산, 적용되고 있다. 신제품 설계 외의 다른 분야에 QFD를 적용한 사례로는, 서비스의 향상(Trappy et al., 1995)이나 소프트웨어의 개발 및 사업계획(Crowe Cheng, 1995), 재건공학(Rehabilitation Engineering) (Logan Radcliff, 1997), 교육 과정에 관한 QFD 등을 들 수 있다.

#### 2. 교통사고에서의 품질기능전개(QFD)의 적용

다른 하나의 응용분야로 각 경찰서별로 교통사고의 형태별 발생 감소라는 목적품을 달성하기 위해 각 경찰서별 활동 사항을 제시하기 위한 QFD를 설명하고자 한다. QFD의 원활한 적용을 위하여 먼저 생산자, 생산자 또는 서비스제공자로부터 얻을 수 있는 산출물의 형태, 그리고 이러한 산출물을 이용하게 될 최종고객에 대하여 구체화시킬 필요가 있다. 본 연구에서 대상으로 삼아야 할 생산자는 연구의 실용화 가능성 등을 고려할 때 각 관할 경찰서로 정의할 수 있으며, 이들이 제공하게 되는 산출물은 교통사고 감소를 위한 교통안전을 위한 서비스 행위로 규정할 수 있다. 그리고 고객은 해당 구역에서 차량 및 도로 환경을



〈그림 1〉 일반적인 QFD의 형태

직·간접적으로 이용하는 사람들이므로 특정화시키기 어려우며, 포괄적으로 국민적 개념으로 확대 해석할 수 있다. 일반적으로 서비스업에서는 데이터의 정량화나 무형의 산출물에 대한 어려움으로 인해 품질관리를 추진하기 어렵다고 하지만 서비스업일지라도 사용자의 지향에 따라서 서비스의 품질을 명확히 하고 해당 서비스의 기획품질 및 설계품질을 설정하며 이에 의한 품질보증활동을 해야 한다는 생각은 이미 널리 보급되어 있는 실정이다. 그러므로 이러한 관점에서 QFD는 매우 효과적인 기법이며, 본 연구 또한 이러한 점에 연구의 의의를 두고 있다. 이를 위한 구체적인 작업을 다음과 같이 상세히 열거하였다.

- ① 교통사고의 감소를 위해 추진해야 할 QFD 작성의 첫 번째 단계는 우선 가장 적합한 변수 선정에 의한 요구품질전개표와 설계품질요소전개표를 작성한 다음 각 요소들간의 대응관계를 맺어주는 작업이다. 여기서 본 연구는 요소간 관계의 강도를 포아손 회귀분석을 통해 설정하여 대응관계의 형태로 결합해 줌에 있어 과학적이고 합리적인 방법으로 정량화를 시도한 것을 또 하나의 연구 의의

로 삼고 있다. 교통서비스의 최종고객인 시민들은 각 형태별 교통사고의 감소를 통한 전체교통사고의 감소를 잠재적인 욕구로서 원한다고 볼 수 있으므로, 우선 요구품질의 요소로는 교통사고를 사고피해의 심각성에 의해 분류하여 사망, 중상, 경상, 그리고 물적피해(이하 물피) 사고로 삼을 수 있다. 대응관계를 정량화하기 위해서 먼저 사망, 중상, 경상, 물피 사고 지점을 군집 분석하여 찾는다. 다음으로 그 지점에서 발생한 사고수준을 종속변수로 설정하고, 인위적 제어가 가능한 변수(본 연구의 경우 도로 형태, 지형, 차도 폭, 신호기, 용도별, 난폭 운전, 음주운전, 보호장구)들을 설명변수로 선정하여, 식(3) 및 (4)과 같은 포아손 회귀분석을 하였다. 이 여덟 가지 변수를 품질요소로서 이용한 이유는, 첫째 이들간의 상관관계가 독립에 가깝고, 둘째 이들을 포함해서 도로 선형, 교차로 유무, 지형, 통행 목적, 사고 직전 속도, 차도 폭, 특수사고, 신호기, 노면 상태, 사고 유형, 난폭 운전 등 많은 변수들의 다양한 조합을 통해서 포아손 회귀분석을 한 결과 교통사고 내용과 통계적으로 유의한 연관이 있으며, 셋째 실제

도로교통안전에 관련하여 분야별 관할청 등을 통해 통제가 가능하고 안전 교육을 위해 사용할 수 있는 항목으로 볼 수 있기 때문이다. 포아손 회귀 분석 시 절편을 제외했기 때문에 결과치로 나오는 계수들은 각 변수의 수준별 사고수의 로그 변환치를 의미한다. 그러므로 통계적으로 유의한 양의 값을 가질 때는 사고가 단위 균집면적 당 1건 이상 발생하는 것을 의미하고, 음의 값을 가질 때는 1건 미만임을 뜻한다. 이 때 모든 변수들이 범주형이므로, 개개의 범주형 변수마다 각각의 회귀분석 결과의 추정된 계수들의 최대값과 최소값의 차이는 해당변수의 사고수에 미치는 영향을 대변해 준다. 따라서 이를 상해 정도와 변수간의 상호 관계를 나타내 주는 수치로 생각할 수 있다. 또한 이러한 각 변수의 자연 지수의 최대·최소 차가 사고 발생에 미치는 영향의 차이를 분명하게 드러내기 위해서, 최대값과 최소값의 평균치를 구해 최대·최소 차의 범위 값에 곱한다. 이렇게 구한 값을 각 범주형 변수(품질요소)와 상해 정도(요구 품질)의 관련정도로 간주하여, QFD 상관 관계 매트릭스의 해당기입란에 기재하였다. 이 때 II장에서 언급한 바와 같이, 포아손 회귀분석을 통해서 얻어진 계수인  $a_{i,k}$  중, 유의수준 5% 수준을 만족하는 특성변수의  $a_{i,k}$  추정치 들만을 활용하였다. 예를 들어 <표 1>에서 볼 수 있듯이 S경찰서의 경우, 사고 형태 중 '중상사고'에 대한 설명 변수의 하나인 '도로형태'의 포아손 회귀계수를 바탕으로 추정한 사고수의 최대값은  $e^{3.8717}=48.02$ , 최소값은  $e^{1.6710}=5.317$ 이므로, 최대·최소값의 차는  $48.02-5.317=42.703$ 이고, 또한 최대값과 최소값의 평균치는  $(48.02+5.317)/2=26.66$ 이므로 QFD 매트릭스의 관련 정도는  $42.703 \times 26.66 \approx 1139$ 가 됨을 알 수 있다. 이 때 각 범주별로 회귀계수추정 시 유의수준이 0.1 이상인 것은 계수가 0인 것으로 처리하였다. 또한 사망 사고는 총 교통사고 11534건 중 109건에 지나지 않아 범주형 변수의 집합에 포아손 회귀분석 시 통계적으로 유의한 결과치를 얻는 것이 거의 불가능하였다.

② 원래 QFD우측에 있는 자사 품질 평가와 타사 품질 비교에 해당하는 항목에는 각각의 경찰서별로 사망자수, 중상자수, 경상자수, 물피 사고 발생건수를

기입하고 감소 목표는 각 수준에서의 최소치를 고려하여 이보다 더 작은 정수로 정하고, 레벨다운은 현재 수준에서 감소목표를 달성하기 위한 감소치를 각각의 사망, 중상, 경상, 물피의 현재 수준치로 나눈 값을 퍼센트로 나타내 주었다. 예를 들어, S경찰서에서의 사망자 수가 29명이고 감소 목표가 20명일 때 레벨다운은 현재 수준의 31%가 되는 것이다. QFD의 작성에서 요구품질의 중요도는 이수범·심재익(1998)의 연구를 인용하여 사고 심각도에 따른 교통사고비용을 기준으로 산정하였다. 즉 1996년 교통사고자료를 이용하여 추정한 전체 교통사고비용 약 10조9천8백억원 중, 사고등급별로 추정한 교통사고비용의 비율을 해당 사고등급의 가중치로 삼았다. 그 결과 사망, 중상, 경상, 물피사고(부상신고사고 포함)의 순으로 34.7, 50.1, 10.0, 5.2의 가중치를 적용하였다.

③ 절대웨이트를 구하기 위해서 먼저 식(4)와 같이 각 경찰서별로 현재수준에서 감소목표를 달성하기 위한 감소치를 각각의 사망, 중상, 경상, 물피의 현재 수준치로 나눈 값을  $L_k$ (k=사망, 중상, 경상, 물피)라 하면, 각각의 경찰서별로 L사망, L중상, L경상, L물피의 값이 구해지게 되고, 최종적으로 절대웨이트값은 식(5)에 의해 계산된다.

$$L_k = (\text{자사수준}_k - \text{감소목표}_k) / \text{자사수준}_k \quad (4)$$

$$\text{절대웨이트}_k = L_k \times \text{중요도}_k \quad (5)$$

(단, k=사망, 중상, 경상, 물피)

예를 들어 S경찰서의 경우, <표 1>에서와 같이  $L_k = L_{\text{사망}} = \frac{9}{29} \approx 0.31$ 이고, 중요도사망=34.7이므로 절대웨이트사망=0.31×34.7=10.757이 됨을 알 수 있다.

④ 요구품질웨이트는 절대 웨이트의 백분율 값을 적어준다. S경찰서의 경우 사망사고에 대한 요구품질웨이트는  $\frac{10.757}{(10.757 + 9.519 + 2.000 + 2.132)} \times 100 = 44.07$ 의 값을 가지게 된다.

⑤ QFD 하단의 중요도는 교통 사고의 원인을 설명할 수

있는 인자를 가지고 각 경찰서별로 인자별 중요도를 알아보기 위해서 쓰인다. 이 때 중요도는 포아손 회귀 분석을 한 결과치를 이용하여 구한 QFD 상관 관계 매트릭스에 기재한 대응관계 값들을 각각 도로 형태, 지형, 차도 폭, 용도별, 난폭 운전, 음주운전, 보호장구 별 요구품질웨이트와 곱한 다음 이들을 모두 더해 준 값으로 삼는다. 예를 들어 S경찰서의 '도로형태' 인자에 대한 중요도는 식(6)을 통해 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{중요도}_{\text{도로형태}} &= \sum_k \text{대응관계}_k \times \text{요구품질웨이트}_k \\ &= 0 \times 44.07 + 1139 \times 39.99 + 0 \\ &\quad \times 8.19 + 0.5 \times 8.73 = 45553 \quad (6) \end{aligned}$$

이와 같은 방법을 통해 구한 중요도 값을 통해 우선적으로 통제해야 할 사고인자를 선정 할 수 있으며, 분석 결과 S경찰서는 도로형태, C경찰서와 P경찰서는 차의 용도가 가장 큰 중요도 값을 갖는 것으로 나타났다.

⑥ QFD 하단의 각 경찰서간의 비교란에는 각 경찰서의 관할 지역에서 발생한 교통 사고 중 도로형태, 차도폭, 지형, 신호기, 용도별, 난폭운전, 음주운전, 보호장구 등의 원인으로 발생한 교통사고를 다시 각각의 변수들의 수준별로 분류하는, 즉 각 설명변수의 수준별 교통사고 발생건수를 기입하였고, 기획목표에서는 가장 많은 사고발생건수

〈표 1〉 각 경찰서별 QFD(S경찰서)

	도로 형태		차도폭		지형		신호기		용도별		난폭운전		음주운전		보호장구 <sup>2)</sup>		중요도	S 경찰서	C 경찰서	P 경찰서	감소 목표	레벨 다운	절대 웨이트	요구 품질 웨이트		
	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도										
사망	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34.7	29	43	46	20	31%	10.757	44.07		
중상	1139	11.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50.1	616	1154	1801	500	19%	9.519	39.99		
경상	0	122.24	0	0	0	0	0.50	0	114.24	0.68	10.0	1003	1916	1874	800	20%	2.000	8.19								
몰피	0.49	0.49	0	0	0.10	0	19.11	6.97	5.2	847	1040	2742	500	41%	2.132	8.73										
중요도	45553	1469	0	0	4	0	1102	67	〈항목별 통계원표 분류〉																	
S 경찰서	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도
	0	1	0	1	1	100	1	8	1	2	5	96	2	1	0	2	12	21	12	18	0	25	0	2	12	18
C 경찰서	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도
	0	1	0	1	1	100	1	10	1	3	0	93	0	1	0	2	12	21	12	18	0	27	0	1	0	1
P 경찰서	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도	수준	빈도
	0	3	0	3	1	42	1	59	1	5	3	9	2	3	1	2	19	39	99	5	2	0	18	0	19	
기획 목표	14	6	1	5	41	5	11	2																		

2) '보호 장구' 항목의 각 경찰서별 비교란에서 상단은 1당 발생건수, 하단은 2당 발생건수를 나타냄.  
 3) '난폭 운전자' 항목에서 '난폭운전자'란 특정그룹에의 소속 여부를 불문하고 난폭운전자로 파악되고 있는 사람을 말함

<표 2> 각 경찰서별 QFD(C경찰서)

	도로 형태	차도 폭	지형	신호기	용도별	난폭 운전	음주 운전	보호 장구	중요도	S 경찰서	C 경찰서	P 경찰서	감소 목표	레벨 다운	절대 웨이트	요구 품질 웨이트
사망	0	0	0	0	0	0	0	0	34.7	29	43	46	20	53%	18.391	33.11
중상	825.88	0.38	0	0.22	11612.2	3604.89	0	377.83	50.1	616	1154	1801	500	57%	28.557	51.49
경상	100233	0.45	0	2023.95	0.50	0	0	5153.64	10.0	1003	1916	1874	800	58%	5.8	10.45
물피	16498.9	0.54	0	0	477467	0	0	0	5.2	847	1040	2742	500	52%	2.704	4.87
중요도	1170309	27	0	21162	2923182	185616	0	73310								
기획목표	14	5	1	5	41	6	11	1								

<표 3> 각 경찰서별 QFD(P경찰서)

	도로 형태	차도 폭	지형	신호기	용도별	난폭 운전	음주 운전	보호 장구	중요도	S 경찰서	C 경찰서	P 경찰서	감소 목표	레벨 다운	절대 웨이트	요구 품질 웨이트
사망	0	0	0	0	0	0	0	0	34.7	29	43	46	20	57%	19.779	30.07
중상	0.50	0.06	0.50	0	184914	0	0.50	8.87	50.1	616	1154	1801	500	72%	36.072	54.79
경상	67.99	0.04	421.44	0	0.50	0	0.477	2.556	10.0	1003	1916	1874	800	57%	5.7	8.65
물피	0.50	0.50	4482.68	0	39.18	0	0.50	0.295	5.2	847	1040	2742	500	82%	4.264	6.47
중요도	619	7	32675	0	10131696	0	35	510								
기획목표	14	6	2	1	41	6	11	19								

를 기록하는 수준을 추출하여 그 결과를 토대로 각 경찰서의 관할 지역의 취약점 및 사고다발원인을 규명하였다.

그 결과 얻어진 각 경찰서별 QFD는 <표 1>, <표 2>, <표 3>와 같으며, 참고로 <표 1>에 나오는 S경찰서의 QFD하단의 '자사 및 타사간 비교란'은 타 경찰서의 경우와 중복되므로 <표 2>, <표 3>에서는 생략하였다. 또한 요구품질의 성격이 다분히 감소지향적이므로 기획목표 대신 '감소목표'를, 레벨업률 대신 '레벨다운' 값을 구하였다. 마지막으로 설계품질은 항목별 중점감소목표수준이라는 의미의 적합성을 고려하여 '기획목표'로 설정하였다.

이상과 같은 3개 경찰서의 QFD를 통해 나온 결과를 분석해 보면 다음과 같다. 우선 4개의 요구품질요소 중 S경찰서의 사망사고의 요구품질웨이트가 가장 큰 것으로 나타났고, C경찰서 및 P경찰서는 중상사고의 요구품질웨이트가 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 요구품질웨이트를 반영하여 결정되는 설계품질요소의 중요도는 S경찰서의 경우는 도로형태가, 그리고

C경찰서 및 P경찰서의 경우는 용도별 차종의 중요도가 가장 큰 것으로 나타났다. 그 외에, 레벨다운값을 통해 파악이 가능한 각 사고유형별 감소분은 전체적으로 P경찰서가 큰 것으로 나타났다. 다음으로 이렇게 작성한 QFD를 이용하여 각 경찰서의 사고다발원인을 규명하고 경찰서간의 비교를 통해 각 경찰서의 취약점을 상호 지적하여 더욱 관심을 가져야 할 사고발생원인을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 기획목표의 설정을 위해 각 경찰서에서 사고발생원인별로 가장 높은 사고 발생치를 기록한 수준을 보면 <표 4>와 같다. 다음으로 경찰서들간의 비교를 위해 정리한 동일한 원인의 수준별 사고발생건수는 <표 5>에 나타난 바와 같다.

<표 4> 및 <표 5>의 내용을 정리하여 각 경찰서별 특징을 분석해 보면 다음과 같다. 먼저 S경찰서는 8개의 사고원인 중 도로형태가 가장 중요하고 폭이 20m이상 되는 차도와 신호기 시설이 없는 지역, 그리고 난폭 운행에서 다른 경찰서보다 더 많은 사고발생 수를 기록하고 있으므로 이에 대한 대책을 강구해야 할 것이다. C경찰서는 차의 용도가 가장 중요한



〈표 4〉 원인별 최대사고발생 기록 수준 및 우선 순위<sup>4)</sup>

	도로형태	차도폭	지형	신호기	용도별	난폭 운전	음주운전	보호장구
S경찰서	단일로	20m이상	인구밀집지역	시설 없음	승용차	난폭운전자 이외 난폭운행 중	정상운행	3점식 좌석안전띠착용
우선 순위	(1)	(2)	(6)	(6)	(5)	(6)	(3)	(4)
C경찰서	단일로	13m이상	인구밀집지역	시설 없음	승용차	난폭운전자 이외 통상운행 중	정상운행	2점식 좌석안전띠착용
우선 순위	(2)	(6)	(7)	(5)	(1)	(3)	(7)	(4)
P경찰서	단일로	20m이상	시가지	신호기점등	승용차	난폭운전자 이외 통상운행 중	정상운행	좌석안전띠 착용불명
우선 순위	(3)	(6)	(2)	(7)	(1)	(7)	(5)	(4)

〈표 5〉 동일한 원인의 수준별 사고발생건수

	도로형태		차도폭		지형		신호기		용도별		난폭운전		음주운전		보호장구	
	단일로	>13m	>20m	인구밀집 지역	기타 시가지	시설없음	점등	승용차	난폭 운행	통상 운행	정상운행	좌석안전띠 착용	착용 불명			
S경찰서	91건	23건	37건	10건	0건	92건	8건	75건	96건	0건	93건	77건	0건			
C경찰서	98건	33건	10건	10건	0건	87건	10 건	76건	0건	93 건	95건	95건	0건			
P경찰서	83건	26건	32건	42건	48건	41건	59 건	58건	0건	89 건	98건	0건	93건			

원인이며 단일로와 승용차의 사고 발생건수, 그리고 좌석안전띠를 착용한 상태에서의 사고 발생건수가 타 경찰서보다 많으므로 이러한 요인에 대해서 더 많은 관심을 가지고 사고 방지를 하는데 노력해야 한다. 마지막으로 P경찰서는 역시 차의 용도가 가장 중요한 사고발생원인이며 정상 운행 시, 시가지 전역에 걸쳐, 좌석안전띠 착용이 불분명한 교통사고가 많으므로 이러한 요인을 고려해서 교통사고 감소정책을 추진해야 할 것이다.

#### IV. 결론

본 연구는 3개 경찰서의 교통사고자료를 토대로 센트로이드(Centroid)방법을 이용한 군집 분석을 통해 사고다발지점을 선정하였으며, 군집 당 변하는 사고 수를 잠재적으로 관련된 변수들에 대해 포아송 회귀분석을 하여 그 현상을 파악하고자 했다. 얻어진 통계분석 결과를 경찰서별 품질기능전개(QFD)에 적용하여 사고특성을 비교, 분석함으로써 각 경찰서별 피드백정보를 제공함으로써 지역특성을 고려한 사고 감소 정책을 제시했다.

추후 연구를 위해 고려될 수 있는 확장분야는 다음과 같다. 군집분석의 경우 센트로이드 방법외에 군집을 위한 여타 다른 기준방식이 사용될 수 있으며, 사고발생지역의 변화를 고려한 민감도분석(Sensitivity Analysis)도 필요하리라 여겨진다. 또한 포아송 회귀분석의 경우 사고기대치의 임의변동(Random Variation)을 고려한 Random Effects Model로의 확장이 가능하다. 그러나 이러한 확장이 QFD에 미치는 영향은 크지 않으리라 기대된다.

#### 참고문헌

1. 경찰청, "교통실무편람", 1996.
2. 경찰청, "도로교통안전백서", 1996
3. 교통안전진흥공단, "교통사고 조사기술 및 체제의 합리적 개선방안", 1985.
4. 김기영·전명식, "SAS 군집분석", 자유아카데미, p.24, 25, 28, 29, 1994.
5. 박성현, "다구찌 방법과 통계적 공정관리를 중심으로 한 품질공학", 민영사, p.68, 1995.
6. 신용균, "사망사고 요인분석", 대한교통안전연구

- 논집 제11권. 1992.
7. 오윤성 · 고양선, "대형교통사고 영향요인의 판별 모델 구축에 관한 연구", 대한교통학회지, 제 10 권 3호. pp.173~180. 1992.
  8. 이광희, "교통사고 다발지점의 유형화와 그 대안에 관한 연구", 부산대 석사논문, 1994.
  9. 이수범, 심재익, "교통사고 등급별 사고비용 추정", 대한교통학회지 제16권 제1호, pp.59~75, 1998.
  10. 정인교, "교통사고 다발지점 선정전산화 방안", 인하대 석사논문, 1993.
  11. 황금주, "교통사고 다발지점의 개선방안에 관한 연구", 충남대 석사논문, 1991.
  12. Charles V. Trappey, Amy J. C. Trappey and S. J. Hwang, "A Computerized Quality Function Deployment Approach for Retail Services" Computer Ind. Engineering Vol. 30. No. 4. pp.611~622. 1996.
  13. D. L. Rosman, M. W. Knuiiman, G. A. Ryan, "An Evaluation of Road Crash Injury Severity Measuring," Accident Analysis & Prevention, Vol. 28, No. 2, pp.163~170, 1996.
  14. G. D. Logan and D. F. Radcliffe, "Potential for Use of a House of Quality Matrix Technique in Rehabilitation Engineering", IEEE Transaction on Rehabilitation Engineering, Vol. 5. No 1. March 1997.
  15. L. Halbleib, P. Wormington, W. Cieslak, H. Street, "Application of Quality Function Deployment to the Design of a Lithium Battery", IEEE Transactions on Components, Hybrid, and Manufacturing Technology, Vol. 16, No. 8, December 1993.
  16. S. Y. Sohn, "Empirical Bayesian Estimation for the Traffic Intensity Parameter in M/M/1 Queues with Covariates, Queueing Systems: Theory and Applications, Vol. 22, No. 3&4, pp.384~401, 1996b.
  17. S. Y. Sohn, "Influence of A Prior Distribution for Traffic Intensity Estimation with Covariates," Journal of Statistical Computation and Simulation, Vol. 55, No. 3, Oct., pp.169~180, 1990b.
  18. S. Y. Sohn, "An Investigation of the Statistical Relationship between the 345 kv Transmission Line Length and the Outage Rate," International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, Vol. 1, No. 1, pp.85~94, 1994a.
  19. S. Y. Sohn, "A Comparative Study of Four Estimators for Analyzing the Random Event Rate of Poisson Process," Journal of Statistical Computation and Simulation, Vol. 49, No. 1-2, pp.1~10, Feb., 1994b.
  20. T. J. Crow and C. C. Cheng, "Using Quality Function Deployment in Manufacturing Strategic Planning", International Journal of Operations & Product Management, Vol. 16, No. 4, pp.35~48, 1996.