택시 운수업체의 교통안전수준 영향요인분석: 운전자의 근무 및 복지 환경을 중심으로

조은솔¹ · 박지원² · 이설영³ · 오철^{4*} · 최병호⁵

¹한양대학교 교통·물류공학과 석사과정, ²한양대학교 교통·물류공학과 박사과정,

³한양대학교 교통·물류공학과 박사, ⁴한양대학교 교통·물류공학과 교수,

⁵한국교통안전공단 경기남부본부 안전관리처장

Analysis of Factors Affecting The Traffic Safety Level of Taxi Company: Focused on Driver's Work and Welfare Environments

CHO, Eunsol¹ · PARK, Jiwon² · LEE, Seolyoung³ · OH, Cheol^{4*} · CHOE, Byongho⁵

¹Master Course, Transportation and Logistics Engineering, Hanyang University, Gyeonggi 15588, Korea

²Ph.D. Course, Transportation and Logistics Engineering, Hanyang University, Gyeonggi 15588, Korea

³Ph.D. Transportation and Logistics Engineering, Hanyang University, Gyeonggi 15588, Korea

⁴Professor, Transportation and Logistics Engineering, Hanyang University, Gyeonggi 15588, Korea

⁵Head, Safety Management, Korea Transportation Safety Authority, Gyeonggi 16431, Korea

*Corresponding author: cheolo@hanyang.ac.kr

Abstract

Unlike existing studies dealing with factors affecting crash occurrences, this study attempted to analyze underlying factors related to driver's human factors. In general, it is known that human factors leading to the crash occurrence include drowsiness, aggressiveness, and inattention etc. This study mainly focused on underlying factors resulting in such human factors that have been widely addressed to date in the area of traffic safety. Crash investigation systems focus on the road geometry, road environment factor and the driver's risk driving behavior, human factor. However, less efforts have been made in collecting data related to internal factors of crashes that affect driving behavior. For example, the internal factors include taxi driver's health characteristics, living conditions and taxi company's working environment. The purpose of this study is to derive the factors of taxi company's safety level and to propose a new direction for taxi safety consulting. In-depth interviews with commercial taxi drivers and managers of taxi companies were conducted to collect survey data to represent internal factors associated with driver's working and welfare environments. In addition to a multiple linear regression, a binomial logistic regression and a random forest analysis technique were adopted to derive underlying internal factors to be used to identify the level of traffic safety taxi companies. The results show that the identified contributing factors include weekly working hours, accident-involved vehicle management, privately-used hour, narrow space inside the vehicle, fatigue management, and the level of life satisfaction. The countermeasures for enhancing taxi safety were discussed in terms of improving working environment and welfare of taxi drivers.

Keywords: internal factors, in-depth interviews, taxi companies, taxi safety, working and welfare environment

J. Korean Soc. Transp.
Vol.38, No.4, pp.249-264, August 2020
<https://doi.org/10.7470/jkst.2020.38.4.249>

pISSN : 1229-1366
eISSN : 2234-4217

ARTICLE HISTORY

Received: 6 February 2020

Revised: 27 March 2020

Accepted: 31 July 2020

Copyright ©
Korean Society of Transportation

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

초록

현재 교통사고 원인조사 체계는 도로환경요인인 도로의 기하구조와 인적요인인 운수종사자의 위험운전 행동에 초점이 맞춰져 있다. 그러나 운전행태에 영향을 미치는 운수종사자의 건강특성, 생활환경 및 운수 업체의 근무환경과 같은 교통사고 내면적 요인에 관련된 자료수집에는 한계가 있다. 따라서 설문조사를 통한 내면적 항목의 수집 및 한국교통안전공단에서 운영하는 시스템을 통해 수집한 자료의 연계분석을 통하여 효과적인 운수안전 컨설팅을 지원하기 위한 법인택시 교통사고 원인조사 및 분석이 필요하다. 본 연구의 목적은 법인택시 운수업체 교통안전수준의 영향요인을 도출하고 이를 토대로 법인택시 운수안전 컨설팅의 새로운 방향을 제시하는 것이다. 이를 위하여 89개 법인택시 운수업체의 교통안전담당자 및 운수종사자를 대상으로 설문조사를 수행하여 안전복지 실태자료를 수집하였으며, 한국교통안전공단에서 운영하는 운수안전 컨설팅 지원 시스템과 운수종사자 관리 시스템을 활용하여 운수업체 및 운수종사자 정보를 수집하였다. 이렇게 수집된 자료를 다중선행 회귀분석, 이항 로지스틱 회귀분석, 랜덤 포레스트 분석에 적용하여 법인택시 운수업체 교통안전수준에 미치는 영향요인을 도출하였다. 분석 결과 운수업체의 근무환경 중 일주일 근로시간, 사고차량 관리정도, 개인용무 사용시간, 좁은 차량내부, 근무여건 관련 제도개선을 통한 피로관리, 지인유무, 여가활동, 생활만족도 등이 택시 운수업체의 교통안전수준에 영향을 미치는 요인으로 도출되었다. 이에 따라 운수종사자 교통안전과 복지를 기반으로 법인택시 안전 컨설팅의 새로운 방향을 제시하였으며 본 연구의 결과는 법인택시의 근무환경 및 복지환경의 개선을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

주요어: 내면적 요인, 법인택시 안전복지 실태조사, 법인택시 운수업체, 법인택시 교통안전, 근무복지환경

서론

TAAS 교통사고분석시스템의 교통사고 통계를 살펴보면 최근 10년간 비사업용 자동차 교통사고 발생건수 감소율은 약 49%인 반면, 사업용자동차 교통사고 발생건수 감소율은 약 42%로 상대적으로 감소율이 저조하다. 사업용 자동차 중 택시의 경우 2017년 대비 2018년에 택시 교통사고가 1.46%, 부상자수가 0.03% 증가하였으며 특히 법인택시의 경우 2018년 기준 차량용도별 교통사고 발생건수 점유율이 32.2%로 가장 큰 비중을 차지하였다. 법인택시의 안전성을 증진시키기 위해서는 법인택시 교통사고에 대한 심층적인 원인분석을 통한 실효성 있는 관리전략 및 정책을 마련할 필요가 있다.

교통사고의 3대 요인인 도로환경요인, 차량요인, 인적요인 중 전체 교통사고에서 인적요인이 관여하는 사고는 약 95%에 이르며 교통사고의 감소를 위해서는 인적요인에 대한 면밀한 검토와 개선 대책의 마련이 필요하다. 교통사고의 인적요인과 관련된 기존 연구에 따르면 운수종사자의 피로도는 브레이크 제어, 차선제어, 조향제어와 같은 주행능력에 영향을 미치며 특히 택시 운수종사자의 과속행위는 연령, 직업경험, 야간주행 및 휴식시간과 크게 관련이 있다고 하였다(Oltedal and Rundmo, 2006; Meng et al., 2019). 그러나 교통사고의 원인을 파악하고 예방대책을 마련하기 위한 현재의 교통사고 원인조사 체계는 사고발생의 주체인 운수종사자 및 운수업체보다 교통사고 발생 현장의 기하구조와 관련된 도로환경요인과 운수종사자의 위험운전행동에 관련된 인적요인에 주로 초점이 맞춰져 있다. 이러한 요인들의 원인조사를 기반으로 사고예방을 위한 개선안을 마련할 경우 운수종사자의 운전행태에 영향을 미치는 건강특성, 생활 환경, 운수업체의 근무환경과 같은 보다 근본적인 원인의 개선에 한계가 있다. 따라서 현재 교통사고 원인조사 시 수집되는 교통사고 현장의 도로 기하구조 및 위험운전행동에 관련된 항목뿐만 아니라 운수업체의 근무환경, 운수종사자의 건강요인이 포함된 내면적인 항목의 수집 및 원인분석이 필요하다. 또한 법인택시 교통사고의 예방을 위해서는 내면적인 요인에 영향을 미치는 법인택시 운수업체의 근무·복지환경을 개선하는 방향의 안전 컨설팅을 통한 효과적인 운수종사자의 안전 관리가 필요하다.

법인택시 운수업체 및 운수종사자의 특성과 교통안전의 관계에 대한 기존 연구에서는 운수종사자의 위험운전행동에 운수업체의 근무환경과 운수종사자의 건강특성이 미치는 영향요인을 분석하였다. 이를 통해 택시 운수종사자

의 건강 및 운행습관 개선을 통한 교통사고 위험 감소의 필요성을 제시하였다. 특히 택시의 경우 운수종사자의 개인 특성보다 운수업체의 특성이 운수종사자의 운행습관에 보다 유의한 것으로 나타났다(Chun, 2018). 따라서 법인택시 운수종사자의 내면적인 요인이 반영된 택시 운수업체의 특성자료를 활용한 영향요인의 도출이 필요하다.

본 연구는 법인택시 운수업체 교통안전수준에 영향을 미치는 요인을 도출함으로써 운수종사자의 건강요인 및 근무환경에 영향을 미치는 운수업체 근무·복지환경의 개선 필요성을 확인하고자 하였다. 이를 통해 법인택시 운수업체의 안전성을 향상시키기 위한 법인택시 안전 컨설팅의 새로운 방향을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 운수종사자 및 운수업체의 내면적인 자료의 분석을 위하여 법인택시 운수종사자 및 운수업체 교통안전담당자를 대상으로 법인택시 안전복지 실태조사를 수행하여 건강특성, 근무환경, 생활환경, 인적특성 자료를 수집하였다. 한국교통안전공단에서 운영하는 운수안전 컨설팅 지원 시스템과 운수종사자 관리 시스템을 통하여 법인택시 운수업체의 교통사고 자료 및 현황자료, 운수종사자의 이력정보를 수집하고 법인택시 안전복지 실태조사를 통하여 수집한 자료와 연계 분석하였다. 또한 다중선형 회귀분석, 이항 로지스틱 회귀분석, 랜덤 포레스트 분석 방법을 적용하여 법인택시 운수업체의 사고율에 영향을 미치는 요인을 도출하였다. 각 분석기법에서 도출된 영향요인을 종합적으로 검토하고 운수업체의 평균 사고율을 기준으로 두 그룹으로 분류하여 영향요인에 대한 특성분석을 수행하였다. 또한 마지막으로 본 연구에서 택시 운수업체의 교통안전을 증진시키기 위한 개선안 마련의 방향을 제시하고자 하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 택시 운수업체의 교통안전과 관련된 연구를 고찰하였다. 3장에서는 법인택시 안전복지 실태조사와 한국교통안전공단에서 운영하는 운수안전 컨설팅 지원 시스템을 통하여 자료를 수집하고 영향요인을 도출하는 방법론에 대하여 제시하였다. 4장에서는 법인택시 교통안전수준에 영향을 미치는 요인 분석 결과를 제시하였고 이를 기반으로 5장에서 결론과 향후 연구과제에 대하여 기술하였다.

기존문헌고찰

본 연구의 문헌 검토는 택시 운수업체의 안전특성과 운수종사자 안전복지 관련 연구로 분류하여 제시하였다. 기존 연구에서는 택시 교통사고에 영향을 미치는 택시 운수업체 및 운수종사자의 특성을 파악하기 위한 분석이 수행되었다. 또한 택시 교통사고 저감을 위한 개선 대책 마련 연구를 수행하였다. 마지막으로 본 연구의 기존 연구와의 차별성을 제시하였다.

1. 택시 운수업체 안전특성 관련 연구

기존에 수행된 운수업체의 교통사고 관련 연구에서는 운전자와 관련된 인적요인 외에는 운수종사자나 운수업체가 스스로 통제가 불가능한 도로 기하구조 요인, 날씨와 관련된 환경요인을 통해 분석을 실시하였다(Chun, 2015). 운수종사자와 운수업체의 특성을 내생변수로 하고 운행습관과 교통사고를 외생변수로 한 구조방정식 모형을 설계한 결과, 사업용자동차의 교통사고에 영향을 미치는 것은 운행습관과 운수업체 환경, 운수종사자의 특성인 것으로 나타났다. 사업용자동차 중 택시를 대상으로 택시 운수업체의 근무환경이 교통사고에 미치는 영향을 분석한 결과, 운수업체 특성은 운행습관에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다(Chun, 2018). 택시 운수업체의 근무환경과 운수종사자의 위험운전행동 및 교통사고의 상관관계를 분석한 결과 근무환경은 택시 운수종사자의 피로도와 무모하고 공격적인 행동을 증가시켜 택시 교통사고에 직접적일뿐만 아니라 간접적인 영향을 미치는 것을 확인하였다(Wang et al., 2019). 택시 교통사고 발생에 영향을 주는 요인의 한계효과 분석결과 택시 운수종사자의 운전경력과 해당 도시의 거주년수 증가에 따라 교통사고가 감소하는 경향이 있으나 연령 및 가족구성원수의 증가에 따라서는 교통사고가 증가됨을 보였다. 면허취소 운전자 및 승무부적격 운수종사자에 대한 총운전자의 비율인 부적격율이 교통사고 발생증가변화율의 큰 변화를 보였으며 이에 따라 운수업체의 운수종사자의 효율적인 관리가 필요함이 대두되었다(Jang and Jang, 2004). 교통사고의 발생에 대하여, 운수업체가 운수종사자들의 운전성향에 따른 교통사고

예방 및 저감을 위한 사내 안전교육을 진행할 필요가 있음을 제시하였다(Jang et al., 2008). 택시 교통사고의 원인 분석 결과 교통안전관리 측면에서는 관리자의 전문성 부족, 관리인력 부족, 관리시스템 부족, 운전자 관리 측면에서는 운전자 관리 방임, 운전자 운행습관 교정 실패가 도출되었고 운행관리 측면의 경우 1인1차제 운영, 비정규직 운용, 야간교대가 나타났다(Jee et al., 2011).

2. 택시 운수업체 운수종사자 안전복지 관련 연구

Vahedi et al.(2018)은 택시 운수종사자의 연령, 결혼 여부, 일일 통행 횟수 및 법규위반과 같은 여러 가지 변수가 택시 사고에 영향을 미친다는 것을 밝혀내었다. Youn et al.(2006)은 택시 교통사고에 있어 택시노동자의 다양한 인적요인이 교통사고에 미치는 영향을 파악하기 위해 직무요인, 정신건강요인, 연령요인, 건강습관요인, 수면요인으로 범주화하여 교통사고에 미치는 영향을 분석하였다. 직무요인과 정신건강요인, 건강습관 요인이 불안전운전행동을 매개로 교통사고에 간접적인 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 이중 택시 운수종사자의 건강요인과 관련된 연구가 많이 수행되었으며 샌프란시스코의 택시 운수종사자들을 설문조사한 결과 택시 운수종사자의 건강과 안전에 위협한 주요 요인으로 스트레스, 신체적 고통, 건강에 해로운 근무환경, 고용상태가 도출되었다(Burgel et al., 2012). 또한 택시 운수종사자의 요통에 영향을 미치는 요인으로 장시간 운전, 직무 스트레스, 직무 만족도가 도출되었다(Chen et al., 2005). Ko(2009)는 남성 택시 운수종사자의 일반적 특성, 근무관련 특성, 사회적지지, 건강상태, 건강 지각, 건강행위를 파악하고, 건강행위에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위하여 상관관계 연구를 수행하였다. 이직 의도, 운전피로, 근무교대와 같은 근무관련 특성을 구체적으로 검토하여 건강증진프로그램에 반영할 필요가 있으며 남성 택시 운수종사자의 질병관리와 건강증진은 운전피로, 근무교대와 같은 열악한 근무조건과 환경의 개선이 우선되어야 한다는 결론을 도출하였다. 택시 운수종사자들의 피로증상 및 자각적 증상에 대한 평가를 통해 근무환경의 여러 문제점을 도출해 내고, 이러한 문제점의 개선을 통하여 근로자의 질병발생을 예방할 필요가 있다(Sohn et al., 2004). 또한, 장시간 고강도의 근로환경으로 택시 운수종사자에 대한 처우가 열악한 상황이므로 이로 인한 피로발생을 방지하기 위하여 운수종사자의 근로여건의 개선이 필요하다(Song, 2014). 부산의 택시 운수종사자를 대상으로 설문조사한 결과 근로여건 개선을 위하여 간이침터, 다목적 힐링센터, 택시의 날 운영 등의 시책이 필요하다는 의견이 도출되었다(Lee, 2018).

3. 기존 연구와의 차별성

기존 택시 교통안전 관련 연구에서는 택시 운수종사자의 위험운전행동에 영향을 미치는 운수종사자와 운수업체의 특성을 분석하는 연구가 주를 이루었다. 운수종사자 및 운수업체의 내면적 특성에 따른 교통사고 영향요인에 관한 연구는 미흡하므로 본 연구에서는 내면적인 항목의 조사를 위해 법인택시 안전복지 실태조사를 통해 수집한 운수업체의 교통안전담당자와 운수종사자의 답변을 활용하였다. 한국교통안전공단에서 운영하는 시스템 자료와 법인택시 안전복지 실태조사 자료를 연계 분석한 결과 도출된 영향요인을 기반으로 새로운 방향의 법인택시 안전 컨설팅을 제시하였다. 기존에는 3E원칙인 교통안전교육(Education), 교통안전시설(Engineering), 교통단속(Enforcement)이 법인택시 교통사고 개선안 마련의 주된 방향이었다. 하지만 본 연구에서는 영향요인 도출 결과를 토대로 기존의 3E(Education, Engineering, Enforcement)원칙에 복지(Welfare)개념을 더한 '3E+1W'를 법인택시 안전 컨설팅의 새로운 방향으로 제시하였다.

분석방법론

1. 분석개요

본 연구에서는 법인택시 운수종사자와 운수업체를 대상으로 수행된 안전복지 실태조사 자료를 활용하여 법인택시 운수업체의 교통안전수준에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 다중 선형 회귀분석, 이항 로지스틱 회귀분석, 랜덤포레스트분석을 통하여 법인택시 운수업체의 교통안전수준 영향요인을 도출하였다. 법인택시 운수업체 사고율의 증감에 영향을 미치는 운수업체의 요인을 도출하기 위하여 다중선형 회귀분석을 수행하였다. 이항 로지스틱 회귀분석을 통해 사고율이 비교적 높은 그룹과 낮은 그룹에 영향을 미치는 운수업체의 요인을 도출하였다. 랜덤 포레스트 분석을 통해 독립변수가 사고율 그룹에 미치는 영향력을 확인하고 중요도 지수 상위 5개의 영향요인을 도출하였다. 각 분석기법을 통해 도출한 영향요인에 대하여 사고율을 기준으로 분류한 두 개의 운수업체 그룹의 비교분석을 수행하였다. 마지막으로 분석 결과에 기반하여 택시 안전건설팅의 새로운 방향을 제시하였다. 분석방법론을 포함한 연구의 흐름도는 Figure 1에 제시하였다.

Figure 1. Research procedure

2. 자료수집 및 분석자료 구축

1) 법인택시 안전복지 실태조사 자료수집

법인택시 안전복지 실태조사는 택시 운수업체의 안전 및 근무환경의 특성을 조사하여 건강특성, 근무환경, 생활환경, 인적특성과 관련된 변수로 활용하고 택시 교통사고 영향요인을 파악하기 위한 목적으로 진행되었다. 2018년

3분기에서 2019년 2분기 사이 교통수단안전점검 대상으로 선정된 136개 업체 중 운수업체 내부 사정 및 거절 등의 이유로 조사를 거부한 47개 운수업체를 제외한 89개 업체에 대하여 교통안전담당자 89명과 운수종사자 993명, 총 1,082명을 대상으로 법인택시 안전복지 실태조사가 완료되었다. 전체 89개 운수업체 중 서울특별시 소속 운수업체의 비율이 24.72%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 부산광역시(13.48%), 경기도(11.24%) 등의 순으로 법인택시 안전복지 실태조사를 진행한 법인택시 운수업체가 분포되어있다. 권역별로 살펴본 결과 수도권에 41.57%, 영남권에 33.71%, 중부권에 17.98%, 호남권에 5.62% 분포되어있다. Figure 2에 교통수단안전점검 대상 운수업체와 법인택시 안전복지 실태조사가 완료된 운수업체의 지역별 분포 비교와 전체 89개 운수업체 대비 지역별로 분포되어있는 운수업체의 비율을 제시하였다.

Figure 2. Regional characteristics of taxi companies

조사 문항은 기존 관련 연구 문헌 및 지표 검토 등을 통해 개발되었다. 법인택시 안전복지 실태조사 항목 예시를 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Categorizing survey data by taxi safety and welfare

	Traffic safety manager	Driver
Health characteristics	• Disease of the drivers • Rate of smokers • Execution of health care support program	• Mental stress from passenger • Usual fatigue • Retention of chronic disease
Working environment	• Ratio of employment forms • Accident vehicle management • Response level of violence from passenger	• Vehicle travel time per day • Job satisfaction • Factor affecting satisfaction
Living conditions	—	• Leisure activities • Living satisfaction • Cohabited person
Human characteristics	• Number of drivers • Age ratio of the company's drivers • Executive managing team's perception	• Age • Experience of accident aftereffect • Cause of traffic regulations violation

2) 시스템 기반 자료수집

택시 운수업체의 교통안전수준에 영향을 미치는 요인의 도출을 위한 변수로 활용하기 위하여 한국교통안전공단에서 운영하는 운수안전 컨설팅 지원 시스템(Consulting Oriented Safety Assistance System, COSAS)과 운수종사

자 관리 시스템을 활용하였다. 법인택시 안전복지 실태조사가 수행된 법인택시 운수업체의 운영현황 및 안전현황 자료와 운수종사자의 운전적성정밀검사자료 및 이직정보를 수집하였다. 시스템 기반의 자료 수집 항목을 Table 2에 제시하였다.

Table 2. Summary of data obtained from existing systems

Division	Collection items	Contents
Taxi company	• Number of accidents	• Number of accidents caused in recent three years
	• Safety level	• Based on accident by driver in the past year and total distance, industry and region of the company during that period, the accident relative to driving distance is calculated based on EPDO
	• Dangerous driving behavior score	• Score derived by attaching a high weight to dangerous driving behaviors that are highly correlated with traffic accidents
	• Safety evaluation index	• The number of accidents is 40%, the number of casualties is 60%, divided by the number of taxi, and multiplied by 10
	• Accident index	• To compare the frequency of accidents, the number of accidents is adjusted, divided by the number of cases held, and multiplied by 10
Taxi driver	• Number of DTG (digital tachograph) submission	• Number of vehicles to submit DTG data
	• Number of licenses	• Number of taxi licenses by company
	• Number of registrations	• Number of registered taxis by company
	• New test history (in-depth driver aptitude test)	• Test performed on all drivers who obtain the driver's license to operate a commercial vehicle
	• Special test history (in-depth driver aptitude test)	• Test carried out to find out if the person who caused the accident of severe personal injury or is recognized as being unable to drive safely for other reasons
	• Leaving taxi company history	• Driver transfer time and carrier data

3) 데이터 처리 및 택시 운수업체 안전특성 자료 구축

본 연구에서는 법인택시 안전복지 실태조사와 한국교통안전공단에서 운영하는 운수안전 컨설팅 지원 시스템 및 운수종사자 관리 시스템을 통하여 수집한 자료를 이용하여 택시 운수업체의 안전특성 자료를 구축하였다. 법인택시 안전복지 실태조사를 통하여 조사된 항목 중 세부 선택지가 2가지인 변수는 1과 0으로 코딩하였고 세부 선택지가 별도의 항목으로 나뉘질 경우 각 세부 항목을 하나의 독립된 변수로 구분하여 1과 0으로 코딩하였다. 또한 연속형 변수는 항목별 특성에 맞추어 가공하였다. 89개 법인택시 운수업체에 대하여 법인택시 안전복지 실태조사 수집 자료와 시스템 수집 자료를 매칭하였다. 수집한 운수종사자 자료를 가공하여 해당 업체 운수종사자 자료의 평균을 운수업체별 대푯값으로 활용하였다. 특히 시스템을 통하여 수집된 일부 자료에 대하여 별도의 처리 및 가공 단계를 수행하여 총 89개 운수업체에 대하여 426개의 항목을 수집하였다. 수집된 426개 항목 중 데이터 전처리를 통하여 197개의 항목에 대해서 195개의 독립변수 후보와 2개의 종속변수를 분석에 활용하였다. 독립변수 중 운수종사자의 이직률, 신규검사 평균, 특별검사 평균, 직무만족도 평균, 생활만족도 평균과 금년 DTG 제출율은 처리 및 가공 단계를 통하여 도출하여 분석에 활용하였다. 이직률이란 운수종사자의 사업용 자동차 운전경력 대비 이직 횟수를 의미하며 Equation 1을 이용하였다.

$$\text{이직률} = \frac{\text{이직횟수}}{\text{운수종사자의 사업용자동차 운전경력}} \quad (1)$$

운수종사자의 신규검사평균 및 특별검사평균은 1-5등급으로 평가된 검사항목 등급에 대하여 평균을 산출한 값으로 운수종사자의 운전적성정밀검사 이력 정보를 활용하였다. 또한 직무만족도 평균과 생활만족도 평균은 실태조사를 통해 조사한 항목 중 각 만족도에 포함되는 항목들의 평균을 내어 사용하였다. 운수업체의 금년 DTG제출율이란 운수업체 등록 면허대수 대비 금년도 DTG제출차량의 수를 의미하며 Equation 2를 이용하였다.

$$\text{금년도 DTG제출율} = \frac{\text{금년도 DTG제출차량 수}}{\text{운수업체의 택시면허대수}} \quad (2)$$

종속변수 중 운수업체의 사고율과 운수업체 사고율 그룹은 자료 처리 및 가공 단계를 거쳐 도출하고 분석에 활용하였다. 운수업체의 규모를 고려한 사고율을 산출하기 위하여 운수업체의 택시면허대수를 exposure로 선정하였다. 운수업체의 사고율이란 운수업체 등록면허대수 대비 최근 3년간의 총 사고건수를 의미하며 Equation 3을 통하여 도출하였다.

$$\text{업체 사고율} = \frac{\text{총 사고건수(최근 3년)}}{\text{운수업체의 택시면허대수}} \quad (3)$$

Equation 3을 이용하여 도출된 운수업체 사고율의 평균을 산출하여 89개 운수업체 중 평균보다 높은 35개의 운수업체를 '상' 그룹으로, 평균보다 낮은 54개의 운수업체를 '하' 그룹으로 그룹화하였으며 이항 로지스틱 회귀분석과 랜덤 포레스트 분석의 종속변수로 활용하였다.

3. 교통사고 영향요인 도출

1) 다중선형 회귀분석

회귀분석이란 독립변수가 종속변수에 어떠한 영향을 미치는지 파악하기 위해 실시하는 분석으로 변수 간의 인과관계를 분석한다. 관측된 자료에서 변수들 간의 함수적 관계식을 통계적 방법으로 추정하여 분석하는 방법이다. 다중선형 회귀분석은 2개 이상의 독립변수와 1개의 종속변수간의 인과관계를 검정하는 것으로 회귀모형을 설정할 때 독립변수가 2개 이상 포함되는 모형이다. Equation 4에 모형을 제시하였다. 본 연구에서는 택시 운수업체 교통안전수준 영향요인을 도출하고자 운수업체의 사고율 변수를 종속변수로 설정하여 운수업체 및 운수종사자의 독립변수가 사고율에 미치는 영향을 파악하였다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_k X_k + \epsilon \quad (4)$$

여기서, Y : 종속변수

x : 독립변수

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$: 모집단의 회귀계수로 모수

ϵ : Y 를 측정할 때 발생하는 잔차

2) 이항 로지스틱 회귀분석

이항 로지스틱 회귀분석은 연속형 독립변수가 범주형 종속변수에 미치는 영향을 분석하는 방법으로 두 개의 값만을 가지는 종속변수와 독립변수들 간의 인과관계를 로지스틱 함수를 이용하여 추정하는 통계기법이다. 모형의 종속변수를 분류하여 설정하는 Binary classification 문제에 효과적으로 응용할 수 있는 분석기법으로 odds-ratio¹⁾,

Wald 통계량²⁾ 등을 이용하여 종속변수의 확률적 증감에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 독립변수 판단 시 유용하게 사용할 수 있다. 또한 통계량을 활용하여 독립변수 간 중요도를 평가하는데 활용가능하다. 본 연구에서는 운수업체의 사고율을 평균을 기준으로 상과 하 두 그룹으로 나누어 종속변수로 설정하였다. Equation 5에 모형을 제시하였다.

$$P(y=1|x_1,\dots,x_p) = \pi(x_1,\dots,x_p) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_p x_p)} = \frac{\exp(z)}{1 + \exp(z)} \quad (5)$$

3) 랜덤 포레스트 분석

랜덤 포레스트란 의사결정나무들이 많이 모여있는 모형으로 의사결정나무 모형을 다수 만들어 보다 정확한 예측을 수행하는 것이 목적이다. 랜덤 포레스트를 통한 변수 중요도 평가의 평가지표는 MDG(Mean Decrease Gini)와 MDA(Mean Decrease Accuracy)가 있으며 두 평가지표 모두 값이 커질수록 변수의 중요도가 높아진다. MDA(Mean Decrease Accuracy)는 매번 생성되는 무작위 트리에서 오분류율을 계산한 다음, 특정 예측인자 값을 재조합한 후 다시 오분류율을 계산하는 작업을 반복적으로 실행하여 산출한 값이다(Choi and Min, 2018). MDG(Mean Decrease Gini)는 랜덤 포레스트를 이루는 각 나무가 가지를 뺄어나갈 때 마다 선택되는 변수들의 불순도 감소량을 측정하여 전체 나무로부터 그 평균을 산출한 값이다. 본 연구에서는 운수업체의 사고율을 평균을 기준으로 상과 하 두 그룹으로 나누어 랜덤 포레스트 분석의 종속변수로 설정하였다. Equation 6과 Equation 7에 MDA(Mean Decrease Accuracy)와 MDG(Mean Decrease Gini) 산출식을 제시하였다(Wang et al., 2016).

$$MDA(x^j) = \frac{1}{n_{tree}} \cdot \sum_{t=1}^{n_{tree}} \frac{\sum_{i \in OOB} I(y_i = f(x_i)) - \sum_{i \in OOB} I(y_i = f(x_i^j))}{|OOB|} \quad (6)$$

여기서, n_{tree} : 트리의 수

OOB : 부트스트랩 샘플링 과정에서 추출되지 않은 관측치

x_i : 관측치

y_i : 레이블

$f(x_i)$: 변수 중요도 측정 전 예측된 레이블 값

$f(x_i^j)$: 변수 중요도 측정 후 예측된 레이블 값

$$MDG(x^j) = \frac{1}{n_{tree}} \cdot \left[1 - \sum_{k=1}^{n_{dot}} Gini(j)^k \right] \quad (7)$$

여기서, n_{dot} : 변수 x^j 기반의 트리 노드 수

$Gini(j)$: 변수 x^j 의 지니 계수

1) 관측치가 발생할 확률과 발생하지 않을 오즈 간의 비율로 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 수치적으로 나타냄.

2) 회귀계수에 대한 가설검정을 위하여 Wald 통계량을 이용한 카이제곱 검정을 수행함.

분석결과

1. 택시 운수업체 교통안전수준 영향요인 분석결과

1) 다중선형 회귀분석 결과

택시 운수업체의 사고율에 미치는 영향요인을 도출하기 위해 운수업체의 사고율을 종속변수로 설정하여 다중선형 회귀분석을 실시한 결과, 신뢰수준 90%에서 6개의 변수가 유의한 영향요인으로 도출되었다. 독립변수 중 회귀계수의 유의확률이 0.1 미만이고 변수의 증감에 따른 운수업체의 사고율의 변화가 논리적으로 위배되지 않는 독립변수만을 선정하여 다중선형 회귀분석 과정을 재수행하였으며 Table 3에 분석결과를 제시하였다.

Table 3. Result of multiple linear regression analysis

Dependent variable	Independent variable	B	Std. Err.	β	Sig.	Tol.	VIF
Taxi company's accident rate	Improvement of policy and regulation for fatigue management	-0.165	0.071	-0.202	0.022	0.939	1.065
	Unreasonable demands of passengers among causes of traffic regulations violation	0.499	0.254	0.179	0.052	0.850	1.177
	Narrow space inside the vehicle among job stress inducing factors	1.151	0.218	0.521	0.000	0.724	1.382
	Private hours	-0.005	0.001	-0.352	0.000	0.976	1.025
	Retention of acquaintance	-1.787	0.590	-0.263	0.003	0.934	1.070
	Average of living satisfaction	-0.222	0.103	-0.204	0.034	0.787	1.270
	(constant)	3.246	0.676	-	0.000	-	-
F=9.954 ($p<.05$), $R^2=0.421$, Adj- $R^2=0.379$, D-W=1.780							

구축된 최종 회귀모형은 통계적으로 유의하게 나타났으며($F=9.954$, $p<.05$), 회귀모형의 설명력은 약 42.1%(수정된 R제곱은 37.9%)로 나타났다. 한편, Durbin-Watson 통계량은 1.780으로 2에 근사한 값을 보여 잔차의 독립성 가정에 문제가 없는 것으로 분석되었다. 운수업체의 사고율을 종속변수로 설정하여 다중선형 회귀분석을 수행한 결과, 신뢰수준 90%에서 6개의 변수가 유의한 영향요인으로 도출되었다. 법규를 위반하게 되는 원인 중 승객의 무리한 요구가 많을수록 운수업체의 사고율이 증가하며 직무스트레스 유발 요인 중 좁은 차량 내부가 많을수록 운수업체의 사고율이 증가하는 것으로 나타났다. 피로관리를 위해 필요한 것 중 근무여건 등의 제도개선의 실적이 높을수록 운수업체의 사고율이 감소하며 운수종사자의 지인이 있고 개인용무 사용시간이 많은 운수업체일수록 사고율이 감소한다. 또한 운수종사자의 생활만족도가 높은 운수업체일수록 운수업체의 사고율이 감소한다. 표준화 계수는 운수업체의 사고율에 대한 독립변수의 영향력을 의미한다. 표준화 계수를 기준으로 직무 스트레스 유발요인 1순위 중 좁은 차량 내부, 개인용무 사용시간, 지인유무, 생활만족도 평균, 피로관리를 위해 필요한 것 중 근무여건등과 관련된 제도개선, 법규위반원인 중 승객의 무리한 요구 순으로 영향력이 큰 것으로 분석되었다.

2) 이항 로지스틱 회귀분석 결과

사고발생 가능성에 미치는 영향을 파악하고자 운수업체 사고율 그룹을 종속변수로 설정하여 이항 로지스틱 회귀분석을 수행하였으며, 분석결과를 Table 4에 제시하였다. 그 결과 일주일 평균 운행일수와 운수업체의 사고차량 관리정도가 운수업체의 사고율 그룹에 대한 영향요인으로 도출되었다.

Table 4. Result of binomial logistic regression analysis

Dependent variable	Independent variable	B	Std. Err.	Exp (β)	Wald	df	Sig.
Taxi company's accident rate group	Number of days of taxi driving per week	2.620	0.655	13.732	15.984	1	0.000
	Accident vehicle management	-0.821	0.444	0.440	3.429	1	0.064

-2LL=84.737, Nagelkerke=0.436, Hosmer and Lemeshow test: $X^2=9.339$ ($p=0.315$)

이항 로지스틱 회귀모형은 통계적으로 유의하게 나타났으며(Hosmer and Lemeshow Test: $X^2=9.339$, $p=0.315$), 회귀모형의 설명력은 약 43.6%로 나타났다(Nagelkerke=0.436). 분석결과 일주일 평균 운행일수, 사고차량 관리정도가 신뢰수준 90%에서 유의한 영향 변수로 도출되었다. 일주일 평균 운행일수가 하루 증가하면 사고발생 가능성은 약 13.732배 증가하는 것으로 나타났다. 사고차량 관리정도가 한 단계 증가하면 사고발생 가능성은 약 55.6% 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 일주일 평균 운행일수가 많을수록 사고발생 가능성이 증가하는 것으로 분석되었으며, 사고차량 관리가 철저한 운수업체일수록 사고발생 가능성이 감소하는 것으로 파악되었다. 도출된 요인 중 Exp (β)를 기준으로 사고발생에 영향을 크게 미치는 요인은 일주일 평균 운행일수로 분석되었다.

3) 랜덤 포레스트 분석 결과

운수업체 사고율에 미치는 설명변수의 상대적 중요도를 분석하기 위해 랜덤 포레스트 분석을 수행하였으며 분석 결과를 Figure 3에 제시하였다. 그 결과 사고의 주원인 중 정신적·육체적 피로, 일주일 평균 운행일수, 여가활동 중 TV시청, 일주일 근로시간, 위험운전 행동점수가 영향요인으로 도출되었다.

Figure 3. Result of random forest analysis

변수 중요도 평가 지표인 MDG와 MDA의 값이 클수록 중요도가 큰 변수이므로 법인택시 운수업체의 사고율에 영향을 미치는 중요도가 높은 순으로 상위 5개의 변수를 제시하였다. 요인 1위는 사고의 주원인 중 운수종사자의 정신적·육체적 피로 변수로 도출되었으며 일주일 평균 운행일수, 여가활동 중 TV시청, 일주일 근로시간, 위험운전 행동점수 순으로 2위에서 5위의 변수로 도출되었다.

2. 시사점

수집한 법인택시 운수업체에 따른 건강특성, 근무환경, 생활환경, 주행능력 및 사고특성 자료를 활용하여 교통사고의 영향요인을 도출하기 위해 다중선형 회귀분석, 이항 로지스틱 회귀분석, 랜덤 포레스트 분석 방법을 적용하였다. 다중선형 회귀분석에서는 사고그룹을 구분하지 않았으나 이항 로지스틱 회귀분석에서는 평균 사고율을 기준으로 두 그룹으로 나누어 사고율의 확률적 증감에 대하여 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 또한 랜덤 포레스트 기법

은 앞의 두 분석기법과는 다른 휴리스틱 기법으로 MDG와 MDA를 활용하여 변수의 중요도를 평가한다. 따라서 세 가지의 분석기법별로 다양한 영향요인을 도출할 수 있다. 본 연구에서는 이론적 배경이 다른 여러 가지 방법론을 적용하여 법인택시 교통안전에 영향을 미치는 잠재적인 모든 요인을 찾아낸 후, 종합적인 검토와 해석을 통하여 정책적 시사점을 도출하였다. 법인택시 운수업체의 교통안전 개선을 위한 대책 수립을 위한 방향을 설정하기 위하여 총 89개 운수업체를 운수업체 평균사고율을 기준으로 35개의 Unsafe그룹과 54개의 Safe그룹으로 분류하고 12개의 도출된 운수업체 교통안전수준 영향 요인별로 각 그룹의 평균값을 비교분석한 결과를 Table 5에 제시하였다. 운수종사자가 생각하는 사고 주원인 중 정신적·육체적 피로가 운수업체 사고율 그룹의 영향요인으로 도출된 것을 통하여 기존 연구에서 고찰한 운수종사자의 피로도가 교통사고에 영향을 미치는 요인임을 확인할 수 있다.

Table 5. Analysis of factors affecting taxi company's traffic safety

Factor	Improvement of policy and regulation for fatigue management		Private hours		Narrow space inside the vehicle among job stress inducing factors		Retention of acquaintance	
Boxplot	(scale) 1.0 0.8 0.6 0.4 0.2 0.0		(hours) 180.0 120.0 60.0 0.0		(scale) 1.0 0.8 0.6 0.4 0.2 0.0		(scale) 1.0 0.8 0.6 0.4 0.2 0.0	
Accident rate group	Unsafe	Safe	Unsafe	Safe	Unsafe	Safe	Unsafe	Safe
Mean	0.371	0.500	70.354	88.795	0.180	0.070	0.950	0.977
Std. Err.	0.490	0.505	15.404	31.334	0.255	0.101	0.067	0.053
Factor	Average of living satisfaction		Unreasonable demands of passengers among causes of traffic regulations violation		Number of days of taxi driving per week		Accident vehicle management	
Boxplot	(scale) 5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0		(scale) 5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0		(days) 7.0 6.0 5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0		(scale) 5.0 4.0 3.0 2.0 1.0 0.0	
Accident rate group	Unsafe	Safe	Unsafe	Safe	Unsafe	Safe	Unsafe	Safe
Mean	2.821	2.843	0.146	0.134	5.590	4.909	3.857	4.019
Std. Err.	0.371	0.361	0.144	0.149	0.377	0.770	0.648	0.566
Factor	Working hours per week		Watching TV while leisure activities		Mental and physical fatigue among the main causes of accidents		Dangerous driving behavior score	
Boxplot	(hours) 70.0 60.0 50.0 40.0 30.0 20.0 10.0 0.0		(scale) 1.0 0.8 0.6 0.4 0.2 0.0		(scale) 1.0 0.8 0.6 0.4 0.2 0.0		(scale) 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.0	
Accident rate group	Unsafe	Safe	Unsafe	Safe	Unsafe	Safe	Unsafe	Safe
Mean	59.049	54.743	0.345	0.361	0.200	0.137	0.080	0.053
Std. Err.	4.927	6.009	0.159	0.217	0.131	0.145	0.096	0.066

운수종사자의 생활환경과 관련된 요인 중 생활만족도 평균은 Safe그룹이 Unsafe그룹보다 0.022점 높은 것으로 나타났으며 지인 유무는 0.027명, 여가활동 중 TV시청은 0.058점 높은 것으로 도출되었다. 따라서 운수종사자의 생활환경에 대한 진단 및 컨설팅 지원은 법인택시의 교통안전에 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대된다. 12개의 요인 중 다른 9개 요인은 근무환경과 관련이 있으며 좁은 차량 내부, 승객의 무리한 요구, 일주일 평균 운행일수, 정신적, 육체적 피로, 위험운전행동이 사고율이 증가함에 따라 0.110점, 0.012점, 0.681일, 0.063점, 0.027점 높은 것으로 나타났다. 따라서 이와 같은 요인에 대하여 법인택시 교통안전 관리 시 반영할 필요가 있다. 또한 근무여건등과 관련된 제도개선, 개인용무사용시간, 사고차량 관리 정도가 사고율이 감소함에 따라 0.129점, 18.441시간, 0.162점 높은 것으로 나타나 이와 관련된 운수업체의 근무·복지환경 개선이 필요함을 확인하였다.

법인택시 운수업체의 교통안전수준 향상 및 효과적인 안전관리를 위한 개선안 마련은 기존의 3E원칙인 교통안전 교육(Education), 교통안전시설(Engineering), 교통단속(Enforcement) 위주로 진행되어왔다. 그러나 운수업체 교통안전수준에 영향을 미치는 요인 도출 결과에 따르면 운수종사자의 생활환경과 운수업체 근무환경을 개선할 수 있도록 운수안전 컨설팅의 개선이 필요하다. 도출된 요인들의 개선과 관리를 위해서는 운수업체 및 운수종사자의 복지향상이 필요하며 따라서 복지(Welfare)개념이 포함된 새로운 방향인 ‘3E+1W’로 안전 컨설팅 방향의 전환이 필요하다.

도출된 운수업체 교통안전수준 영향 요인과 사고율에 대하여 4개 구역(수도권, 영남권, 중부권, 호남권)별로 평균값을 비교하여 운수안전 컨설팅에 적용할 수 있다. 이에 따른 예시로 비교결과를 기반으로 지역별 운수안전 컨설팅 활용 예시를 제시하였다. 본 연구의 대상인 89개 법인택시 운수업체는 소속 행정구역을 기준으로 수도권(경기도, 서울특별시, 인천광역시)에 37개소, 영남권(경상남도, 경상북도, 대구광역시, 부산광역시, 울산광역시)에 30개소, 중부권(대전광역시, 충청남도, 충청북도)에 16개소, 호남권(광주광역시, 전라북도, 전라남도)에 5개소로 분류되었다. 각 구역의 사고율 평균을 비교한 결과 수도권에 위치한 운수업체의 사고율 평균이 0.709로 다른 3개 구역보다 높은 것으로 나타났으며 위험운전행동점수의 평균 또한 0.126으로 비교적 높은 것으로 나타났다. 이를 통하여 수도권에 대한 운수안전 컨설팅의 우선적인 적용이 필요한 것을 알 수 있다. 교통안전수준 영향요인에 대하여 4개 구역 전체의 평균값과 수도권의 평균값을 비교하여 영향요인들 중 수도권에 위치한 법인택시 운수업체를 대상으로 개선이 필요한 항목을 선정하였다. Table 6에 수도권 운수업체의 안전성을 향상시키기 위하여 운수안전 컨설팅 예시를 설명하기 위한 항목의 비교분석결과를 제시하였다.

Table 6. Analysis of factors affecting taxi company's traffic safety by region

수도권 운수업체의 운수종사자들의 일주일 평균운행일수와 일주일 근로시간을 살펴보면 전체 운수업체의 평균보다 높은 것을 알 수 있다. 특히 일주일 근로시간의 경우 58.093시간으로 4개의 구역 중 가장 높은 것으로 도출되었다. 개인용무 사용시간 분석결과 수도권이 77.220시간으로 전체 평균인 81.327시간보다 높은 것으로 나타나 수도권에 위치한 운수업체들의 근로시간에 대한 개선이 필요함을 알 수 있다. 다음으로 직무 스트레스 요인 중 좁은 차량 내부에 대한 수도권의 평균값은 0.135로 전체 평균인 0.113보다 높은 것으로 분석되어 법인택시 운수종사자의 작업 공간인 차량내부에 대하여 개선책을 마련할 필요가 있다. 교통안전수준 영향요인 중 특히 수도권 운수업체의 생활만족도 평균값이 2.788로 전체 운수업체의 평균 및 다른 3개 구역의 평균보다 낮은 것으로 도출되었다. 따라서 수도권에 위치한 법인택시 운수업체의 경우 운수안전 컨설팅을 위한 대책을 마련하는 과정에서 운수종사자들의 생활만족도를 고려하여 시사점의 Table 5에서 언급한 복지개념이 포함된 새로운 방향인 '3E+1W'의 안전 컨설팅을 수행한다면 해당 업체의 안전성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

결론

사업용자동차 중 법인택시는 2018년 기준 차량용도별 교통사고 발생건수 점유율이 32.2%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 교통사고 저감을 위한 심층적 원인분석과 대처방안 마련이 필요하다. 기존의 택시 교통사고 및 운수업체와 운수종사자의 특성에 관련된 연구에서는 운수종사자의 건강요인과 위험운전행동 및 택시 운수업체 근무환경의 상관관계를 파악하는 연구가 주로 이루어졌으며 그에 대한 대책으로 택시 사업의 제도 개선 및 운수종사자의 건강관리를 위한 가이드라인이 제시되었다. 현재 교통사고 원인조사 체계는 물리적 요소인 도로환경적 요인에 초점이 맞춰져 있으며 그에 따라 수집되는 자료 또한 운수종사자의 건강요인, 운수업체의 근무환경요인을 파악하기에는 어려움이 있어 안전 컨설팅을 통한 운수업체의 효과적인 운수종사자 관리에 한계가 있다. 본 연구에서는 건강특성, 근무환경, 생활환경, 인적특성과 관련된 운수업체의 특성 파악 및 운수업체 사고율 영향요인 도출을 통하여 보다 전면적인 원인을 파악하고 안전 컨설팅의 새로운 방향을 제시하였다.

법인택시 운수업체의 안전 및 근무환경의 특성 관련 자료를 수집하기 위해 교통수단안전점검 대상인 89개 운수업체를 대상으로 법인택시 안전복지 실태조사를 수행하였다. 한국교통안전공단에서 운영하는 운수안전컨설팅지원시스템, 운수종사자 관리 시스템을 활용하여 안전현황 자료를 수집한 후 실태조사를 통하여 수집한 법인택시 운수업체 및 운수종사자 자료와의 연계분석을 수행하였다. 영향요인을 도출하기 위하여 다중선형 회귀분석, 이항 로지스틱 회귀분석, 랜덤 포레스트 분석을 수행하였으며 각 방법론 별로 운수업체의 사고율을 종속변수로 두어 분석한 결과에서 유의한 변수로 도출된 독립변수를 택시 운수업체 교통안전수준의 영향요인으로 정의하였다.

분석결과 피로관리를 위한 근무여건 등과 관련된 제도 개선, 개인용무 사용시간, 좁은 차량 내부로 인한 직무 스트레스, 운수종사자의 지인유무, 생활만족도, 사고차량 관리정도, 승객의 무리한 요구로 인한 법규위반, 일주일 평균 운행일수, 일주일 근로시간, 여가활동 중 TV시청, 사고주원인 중 신체적·정신적 피로, 위험운전행동점수가 법인택시 운수업체의 사고율에 영향을 미치는 요인으로 도출되었다. 운수종사자의 생활환경과 운수업체의 근무환경 관련 특성이 법인택시 운수업체의 교통안전수준에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 향후 법인택시 관련 개선방안 마련 시 본 연구에서 도출한 영향요인을 체계적으로 반영할 필요가 있다.

운수종사자의 생활환경과 운수업체의 근무환경은 운수업체의 복지를 통한 운수종사자 관리로 개선될 수 있으므로 기존의 3E원칙이 아닌 복지(Welfare)의 개념이 더해진 법인택시 안전 컨설팅의 새로운 방향을 '3E+1W'로 제시하였다. 영향요인 중 사고차량 관리정도에 대하여 법인택시 운수안전컨설팅에 항목에 추가하고 점수화하여 운수업체의 사고차량 관리를 독려하는 방안의 마련이 가능하다. 운수종사자의 피로와 스트레스 관리를 위한 운수업체의 근무환경 개선이 필요하므로 운수업체의 운수종사자 건강관리 시스템에 대한 현황 분석 및 개선안 마련을 통해 법인택시의 교통안전성을 향상시킬 수 있다. 또한 도출된 영향요인 중 친밀한 지인유무, 생활만족도, 여가활동 중 TV시청의 도출 결과를 토대로 운수업체 차원의 운수종사자의 생활환경 진단 및 컨설팅을 지원하여 개선할 경우 법인

택시 교통사고의 예방가능성이 있을 것으로 기대된다. 본 연구의 결과는 운수업체의 근무·복지환경의 개선을 통해 법인택시의 교통안전성을 증진시키는 기초자료로 활용될 수 있다.

본 연구에는 다음과 같은 한계점이 존재하며 이에 따른 추가적인 연구가 필요하다. 첫째, 자료 수집에 한계가 있어 추후에 추가 조사를 통한 연구가 요구된다. 본 연구의 분석과정에서 법인택시의 1인 2차제 배차제도로 인한 운수종사자별 DTG자료의 매칭이 어려워 개별 주행특성을 반영한 교통사고 영향요인 도출에 부족함이 있다. 수집 자료 중 운수업체의 면허대수를 활용하여서 분석하는 과정에서 운수업체의 규모를 반영하기 위해 운수업체의 사고건수를 면허대수로 나누어 사고율로 적용하였다. 업체별 운행시간 및 운행거리를 수집하여 Exposure가 반영된 사고율로 활용하고자 하였으나 운수종사자가 운행한 차량번호와 운수업체의 사업자등록번호 수집에 한계가 있어 적용하지 못하였다. 추후 자료 수집을 통해 운행거리와 운행시간을 적용한 운수업체의 사고율을 산출하여 활용한다면 보다 객관적인 운수업체의 교통안전성의 계량화가 가능할 것이다. 둘째, 법인택시 안전복지 실태조사 자료를 가공하는 과정에서 해당 택시 운수업체의 운수종사자 답변의 평균값을 운수업체의 대푯값으로 사용하였다. 그러나 설문조사 답변의 평균값을 산출하는 과정에서 명목형 변수의 값의 범위가 0 이상 1 이하의 값이므로 영향요인에 따른 평균의 차이를 분명히 설명하기에 한계점이 있어 추후에 대푯값 선정의 다른 방안을 적용할 필요가 있다. 셋째, 운수업체가 위치한 지역의 특성 및 근로형태 특성을 반영한 택시 교통사고 영향요인의 도출이 필요하다. 그러나 운수업체의 근로형태 평균 구성 비율은 1일2교대가 33.2%, 1인1차제가 55.7%, 격일제가 11.1%로 본 연구에서 수행한 설문조사의 응답이 1인1차제에 편중되어있고 대부분의 운수업체가 여러 근로형태를 복합적으로 운영하고 있어 독립변수로 활용하여 분석하기 어렵다. 또한 조사한 운수업체의 수가 89개로 샘플수를 확보할 수 있는 광역단위로 분류하는 경우에도 통계적 유의성을 확보하는 데에 한계가 있다. 따라서 추후에 자료를 추가로 수집하여 지역별, 근로형태별 분석을 수행할 수 있을 것이다. 본 연구에서 법인택시 안전복지 실태조사는 생활환경, 근무환경과 같이 운수종사자 주변 환경에 대한 항목을 중심으로 수행되었으나 추후에 운수종사자의 개인 성격 및 성향에 관련한 항목을 추가하여 영향요인 분석 및 개선안을 마련하는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 내면적인 항목을 조사하고 운수업체의 교통사고에 영향을 미치는 요인을 도출하여 운수안전 컨설팅 방향의 개선이 필요함을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 향후 설문 지표를 개선하고, 운행거리, 근로형태, 지역특성 및 운전자의 개인성향을 반영할 수 있는 지표를 추가로 조사하여 분석을 진행한다면 택시 운수업체의 근무환경을 개선하기 위한 기초자료로써 더욱 유의할 것으로 기대된다.

ORCID

CHO, Eunsol <http://orcid.org/0000-0002-4354-4820>

PARK, Jiwon <http://orcid.org/0000-0002-5371-6235>

LEE, Seolyoung <http://orcid.org/0000-0002-4822-8739>

OH, Cheol <http://orcid.org/0000-0002-1431-9480>

CHOE, Byongho <http://orcid.org/0000-0003-3214-1345>

References

- Burgel B. J., Gillen M., White M. C. (2012), Health and Safety Strategies of Urban Taxi drivers, *J. Urban Health*, 89(4), Springer, 717-722.
- Chen J. C., Chang W. R., Chang W., Christiani D. (2005), Occupational Factors Associated With Low Back Pain in Urban Taxi Drivers, *Occup. med.*, 55(7), Oxford academic, 535-540.
- Choi P. S., Min I. S. (2018), A Predictive Model for The Employment of College Graduates Using A Machine Learning

- Approach, *J. Vocat. Educ. Train.*, 21(1), Taylor & Francis, 31-54.
- Chun Y. H. (2015), Analysis on Factors of Traffic Accident Using Structural Equation Model, *Journal of the Korea management engineers society*, 20(2), Korea Management Engineers Society, 151-165.
- Chun Y. H. (2018), Analysis of The Effects of Working Environment of Taxi Companies on Traffic Accidents, *Journal of the Korea management engineers society*, 23(2), Korea Management Engineers Society, 55-66.
- Jang S. Y., Jung H. Y., Lee W. G. (2008), A Study About The Taxi Driver's Car Accident Characteristics, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 28(2D), Korean Society of Civil Engineers, 191-203.
- Jang T. Y., Jang T. S. (2004), Marginal Effect of Causal Elements on Traffic Accidents, *J. K. R. D. A.*, 16(1), The Korean Regional Development Association, 75-87.
- Jee Y. S., Lee H. S., Lee H. R., Hwang S. W. (2011), Transportation Safety Consulting Effect Analysis on Taxi Companies With Very High Premium Rates, *Journal of Science Criminal Investigation*, 5(2), The Korean Academy of Scientific Criminal Investigation, 149-157.
- Ko J. K. (2009), Analysis of Factors Affecting The Health Behavior of Taxi-drivers, *J. East-West Nurs. Res.*, 15(2), East-West Nursing Research Institute, Kyung Hee University, 71-81.
- Lee W. K. (2018), Measures to Revitalize The Taxi Industry and Improve Working Conditions for Transportation Workers, *Busan Development Forum* (169), 85-89.
- Meng F., Wong S. C., Yan W., Li Y. C., Yang L. (2019), Temporal Patterns of Driving Fatigue and Driving Performance Among Male Taxi Drivers in Hong Kong: A driving simulator approach, *Accid. Anal. Prev.*, 125, Elsevier, 7-13.
- Olstedal S., Rundmo T. (2006), The Effects of Personality and Gender on Risky Driving Behaviour and Accident Involvement, *Safety science*, 44(7), Elsevier, 621-628.
- Sohn J. R., Byun S. H., Roh Y. M., Kim Y. S. (2004), A Study of Assessment on Healthy Effects on Physical Subjective Symptoms of Owner-driver of Taxi Working IAQ by THI and CMI in Seoul, *Journal of Korean Society for Indoor Environment*, 1(2), Korean Society for Indoor Environment, 182-195.
- Song J. R. (2014), A Study on the Advancement of Taxi Service, *Issue & Analysis* 163, 1-25.
- Vahedi J., Shariat Mohaymany A., Tabibi Z., Mehdizadeh M. (2018), Aberrant Driving Behaviour, Risk Involvement, and Their Related Factors Among Taxi Drivers, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15(8), MPDI, 1626.
- Wang H., Yang F., Luo Z. (2016), An Experimental Study of The Intrinsic Stability of Random Forest Variable Importance Measures, *BMC Bioinformatics*, 17(1), BioMed Central, 60.
- Wang Y., Li L., Prato C. G. (2019), The Relation Between Working Conditions, Aberrant Driving Behaviour and Crash Propensity Among Taxi Drivers in China, *Accid. Anal. Prev.*, 126, Elsevier, 17-24.
- Youn K. W., Lee S. Y., Yim S. H. (2006), Human Factors Involved in Traffic Accidents and Unsafe Driving Behaviors of Taxi Drivers, *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 18(4), The Korean Society of Occupational and Environmental Medicine, 307-317.