

안전운전 유도를 위한 인센티브 제공 방안 연구

이인식^{1*} · 장정아^{2**} · 이원우^{3***} · 송재용^{4****}

Lee, Insik^{1*}, Jang, Jeong Ah^{2**}, Lee, Won Woo^{3***}, Song, Jaeyong^{4****}

A Study on the Incentive Method for Inducing Safe Driving

ABSTRACT

Among the methods to improve traffic congestion by providing real-time traffic information and solving problems like traffic congestion and traffic crashes, private enterprise is implementing policies to lower insurance premiums like compensation for drivers' driving safety scores. Despite the emergence of various incentive policies, a study on the level of incentive payment for safe/eco-friendly driving is insufficient. The research analyzed the satisfactory factors that affect the scale of incentives through questionnaires and the applicable scale of incentives that enable safe/eco-friendly driving using a binary logistic regression model. As a result of analyzing the incentive scale of the appropriate payment amount for each driving score increase, 0.4% of the toll fee was derived when the driving score increased by 20 points, and 0.5% of the toll fee was derived when the driving score increased by 30 points. This study on calculating the appropriate incentive payment scale for driver information sharing and driving score increase will help optimize incentives and prepare system implementation plans.

Keywords : Binomial logistic regression, Driving score, Incentive, Safe/environmental driving

초록

교통 체증, 교통사고 증대 등의 문제를 해결하기 위한 다양한 접근법 중 하나로 실시간 교통정보 제공을 통해 운전자의 효율적 운전 의사결정을 지원하여 교통 혼잡 개선을 유도하고 있으며, 민간에서는 주행 안전점수에 대한 운전자 보상으로 보험료 할인 등의 정책을 펼치고 있다. 이처럼 안전/환경적 주행에 대해 인센티브 정책과 관련된 다양한 선순환적인 대안들이 대두되고 있음에도 불구하고 안전/환경적 운전 시 어느 정도 규모의 인센티브 지급이 적정인지와 관련된 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 설문문을 통해 어떠한 요인들이 인센티브 규모 만족 여부에 영향을 미치며, 안전/환경적 운전을 가능하게 하는 인센티브 적정 규모를 이항 로지스틱 회귀모형을 활용하여 분석하였다. 운전점수 상승폭별 적정 지급 규모의 인센티브 값을 분석한 결과, 운전점수 상승폭 20점차일 때는 통행료의 0.4%, 운전점수 상승폭 30점차일 때는 통행료의 0.5%가 도출되었다. 운전자의 정보 공유 및 운전점수 상승에 대한 적정 인센티브 지급 규모를 산정을 통해 인센티브 최적화 및 인센티브 제도 실행 방안 마련에 도움이 될 것으로 사료된다.

검색어 : 이항 로지스틱 회귀분석, 운전점수, 인센티브, 안전/환경적 운전

* 정회원 · 아주대학교 교통공학과 박사과정 (Ajou University · insik@ajou.ac.kr)

** 종신회원 · 교신저자 · 아주대학교 TOD기반 지속가능 도시교통연구센터 연구교수 (Corresponding Author · Ajou University · azang@ajou.ac.kr)

*** 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원 (Korea Expressway Corporation Research Institute · wonwoo.lee@ex.co.kr)

**** 아주대학교 교통공학과 박사과정 (Ajou University · ecruiser@ajou.ac.kr)

Received January 6, 2023/ revised March 7, 2023/ accepted March 23, 2023

1. 서론

교통 체증, 출퇴근 시간 교통 혼잡, 교통사고 증대 등의 문제를 해결하기 위한 다양한 접근법이 있다. 그중 하나로 실시간 교통정보 제공을 통해 운전자의 효율적 운전 의사결정을 지원하여 교통 혼잡 개선을 유도하고 있다. 이러한 실시간 교통정보는 빠른 길 안내 서비스 외로 민간 교통정보 및 보험회사에서는 주행 안전점수와 운행 패턴에 대한 정보로 활용되고 있다. 민간에서는 주행 안전점수에 대한 운전자 보상(인센티브)으로 보험료 할인 등의 정책을 펼치고 있다.

국내의 여러 기관에서 인센티브 제공을 통해 안전적/환경적인 주행이 가능하도록 유도하고 있다. 그러한 사례가 국내에서는 운전 면허증을 보유한 운전자가 무위반·무사고 준수 서약서를 접수한 뒤 1년간 서약 내용을 준수할 경우 마일리지를 적립해주는 착한 운전 마일리지(Korean National Police Agency, 2021), 화물차 운전자가 고속도로 휴게소 또는 졸음쉼터에서 휴식을 인증하면 횡수에 따라 상품권을 지급하는 화물차 휴식인센티브 제도(Korea Expressway Corporation, 2022), 대중교통을 이용하기 위해 걷거나 자전거로 이동한 거리만큼 마일리지를 적립해주는 알뜰교통카드(Metropolitan Transport Commission, 2020) 등의 인센티브 제도가 시행되고 있으며, 안전적 인센티브 서비스 제도에는 면허정지 일수 감경, 상품권 등 여러 가지 방식으로 지급하고 있고, 환경적 인센티브 서비스 제도는 교통비 할인, 마일리지, 교통카드 등 여러 가지 방식으로 지급하고 있다.

국외에서는 안전운전 점수를 통해 자동차 보험료를 할인하는 제도인 Signal(Farmers Insurance Group, 2019), 가정 에너지 소비 절약에 따라 청구서 당 200포인트를 지급하고 해당 포인트를 통해 식품, 가전제품, 전자상품권 등을 구매할 수 있는 제도인 Eco Point(CLP Power Hong Kong Limited, 2023) 등의 인센티브 제도가 시행되고 있으며, 안전적 인센티브 서비스 제도에는 보험사 연계 할인이 주를 이루고 있고, 환경적 인센티브 서비스 제도는 기프트 카드, 전기세 할인 등 여러 가지 방식으로 인센티브를 지급하고 있다.

이처럼 안전/환경적 주행에 대한 인센티브 정책과 관련된 다양한 선순환적인 대안들이 대두되고 있음에도 불구하고 안전/환경 운전 시 어느 정도 규모의 인센티브 지급이 적정인지와 관련된 연구는 부족한 실정이다. 또한, 안전/환경 인센티브 서비스와 관련하여 탄소 포인트제 등과 같은 정책에 대한 연구는 진행되었지만, 통행행태, 주행 등과 관련된 안전/환경 인센티브 서비스 연구는 미흡한 상황이다.

이에 본 연구는 2장에서 관련 연구 고찰, 3장에서는 설문 기반 데이터 수집, 4장에서 이항 로지스틱 모델 적용, 5장 결론을 살펴보

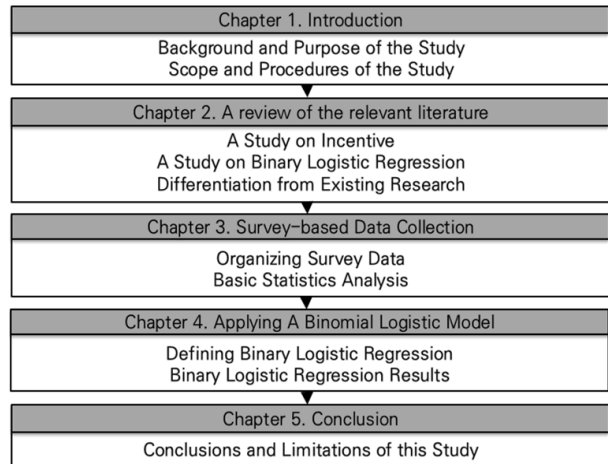


Fig. 1. Procedure for Carrying Out the Study

았다. 먼저, 설문 기반 형태로 데이터를 수집하고 이항 로지스틱 회귀모형을 활용하여 인센티브 지급 적정 규모를 분석한다. 안전/환경 운전을 유도하기 위해 안전/환경 운전점수가 주행속도로만 측정된다고 가정하여 감속 시 점수가 상승하고 이때 이용자에게 인센티브가 지급되는 시나리오를 설정하여 설문을 실시하였다. 이 설문을 통해 어떠한 요인들이 인센티브 규모 만족 여부에 영향을 미치며, 안전/환경 운전을 가능하게 하는 인센티브 적정 규모를 통계 프로그램 SPSS를 활용하여 분석하였다. 주요 연구의 과정은 Fig. 1과 같다.

2. 관련 연구 고찰

2.1 인센티브 관련 연구

Bae and Jeon(2005)은 PAYD 프로그램(Pay-As-You-Drive Automobile Insurance Incentive Program)의 도입배경과 시범적용 사례 및 적용의 문제점 등을 고찰하였다. 그들은 교통수요 관리 측면에서 효과적 기법이 될 수 있는 것으로 판단하였다. 성공적 도입을 위해서는 보험회사들의 적극적인 참여를 유도하기 때문에 운전자 특성(연령, 성별, 소득수준 등)에 따른 통행행태를 고려한 보험료의 차등 징수를 위한 합리적인 기준이 필요하며, 개별 운전자들의 운행정보를 취득하기 위한 합리적인 방법 등이 필요한 것으로 나타났다.

Byun et al.(2014)은 전국 14개 시도 탄소포인트제 가입세대에 대해 특성분석 및 포인트 지급기준을 시나리오로 제시하여, 적절한 포인트 지급기준을 제시하고자 하였다. 그 결과, 기존의 온실가스 감축량의 1/10로 포인트를 지급하던 방법과 여러 시나리오 중 2% 단위로 6개의 감축률 구간(2% 미만, 2% 이상, 4% 이상, 6% 이상, 8% 이상, 10% 이상)을 설정한 시나리오가 가장 바람직한 것으로 나타났다.

Jeong(2016)은 ‘착한 마일리지’라는 인센티브 정책이 의무이행 확보의 효과가 있는지에 대한 실증적인 검증을 통해 인센티브 정책 도입 확대에 논리적 및 실증적 기초 자료를 제공하였다. 서울 4개 경찰서 관할에 거주하는 운전자들을 본 정책 혜택에 신청집단과 미신청집단으로 구분하여 운전 태도를 범규위반 비율 기준 포아송 회귀분석, 음이항 회귀분석, 공분산 분석방법을 통해 비교한 결과, ‘착한 마일리지’ 제도는 범규위반 비율을 감소시키는 효과가 나타났다.

Loumidi et al.(2011)은 샌프란시스코 만 지역 주민들을 중심으로 일상, 운전습관 등 다양한 관점에서 친환경성을 분석하였다. 노년층뿐만 아니라 고등교육을 받은 사람들은 더 친환경적이라는 것을 알 수 있었고, 차량의 연료 소비량 및 연비 정보를 표시하기 위한 시각화 및 선호하는 유형 정보는 게이지 다이얼, 수평 막대 및 텍스트 정보이며, 인센티브로 보상받고 싶어하는 상위 세 가지는 현금, 편리함, 즐거움으로 나타났다.

2.2 이항 로지스틱 회귀분석 관련 연구

Jeong(2007)은 고속도로 교통사고의 인적요인 중 졸음운전에 영향을 미치는 요소를 고찰하고자 2004년 국내 고속도로 24개 노선에서 발생한 교통사고를 대상으로 이항 로지스틱 회귀분석을 활용한 결과, 요일별로는 월요일, 수요일, 금요일, 시간대별로는 새벽시간대에 졸음운전을 많이 하며, 기상상태별로는 비, 눈, 광풍 상황에서 주의 운전을 하는 것으로 나타났다. 또한, 주간보다 야간, 기타 차량 운전자보다 화물차 운전자, 여성보다 남성, 20대와 30대, 장거리 운행 시 졸음운전을 할 확률이 높은 것으로 나타났다.

Ntanos et al.(2018)은 재생에너지원에 대한 여론을 형성하는 요인을 발굴하고, 전기믹스의 재생에너지원 확대에 대한 지불의사금액을 조사하기 위해 그리스 도시 자치체인 니키아에서 재생에너지 시스템 관련 설문을 통해 전기 혼합물에 RES(Renewable Energy Sources)를 더 넓게 침투시키는 데에 대한 지불의사금액은 전기 요금 당 26.6유로로 추정되었다. 또한, 이항 로지스틱 모형을 이용하여 지불의사금액은 교육, 에너지보조금, 국가지원 등과 양의 연관이 있는 것으로 나타났다.

Kim and Jeong(2018)은 전기차 구매에 미치는 영향 요인을 분석하기 위해 이항 로지스틱 회귀 모형을 구축하여 분석한 결과, 차량보유대수, 성별, 나이는 유의한 영향을 미치지 않았으며, 차량 가격에 영향을 미치는 변수, 전기차 충전과 관련된 변수, 전기차 정책 및 시승정보 제공 부족 변수는 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 전기차 보급과 관련된 정책 입안 시 전기차 가격 결정 및 찾아가는 전기차 충전 서비스 운영 등 충전 불편 해소 방안, 전기차에 대한 정보 제공 및 시승기회 확대 등 정책을 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단하였다.

Kim et al.(2019)은 청소년 음주행위에 영향을 미치는 요인을 살펴보기 위해 한국 아동 청소년 패널조사(KCYS)의 중1 패널데이터를 대상으로 이항 로지스틱 회귀 모형을 활용하여 분석한 결과, 성별, 지난 1년간 흡연 경험, 성적 만족도, 사이버 비행, 자이즌증감, 부모학대, 또래신뢰와 유의미한 관련이 있고, 학교 적응 요인은 연관성이 확인되지 않는 것으로 나타났다. 이는 청소년들의 음주행위를 중재하고 감소시키기 위해 개인, 가족, 지역사회 등 다각적인 노력이 필요하다는 것을 시사하고 있다.

Mehroli et al.(2021)은 인도 COVID-19로 인해 온라인 음식 배달서비스(OFDs, Online Food Delivery services)를 통해 음식을 주문한 고객과 주문하지 않은 고객의 차이점을 살펴보기 위해 462개의 OFD 고객 데이터로 이항 로지스틱 회귀분석을 활용하여 두 범주의 고객 간 차이를 조사하였다. 그 결과, 특정 질병에 대한 높은 수준의 불안감, OFD에 대해 낮은 호감도, 온라인 음식 주문 빈도가 낮은 응답자 등이 OFD를 통해 음식을 주문할 가능성이 낮다는 결론이 나타났다.

Tamakloe et al.(2022)은 가나에서 인구 밀도가 가장 높은 지역인 아크라의 신호 교차로와 비신호 교차로의 오토바이 충돌 사상자 심각도 결과에 미치는 영향을 분석하기 위해 데이터 마이닝과 이항 로지스틱 회귀분석을 사용하였다. 분석 결과, 운전면허 소지, 주간 조명, 길어깨 존재는 신호 교차로에서의 치명상 위험을 증가시켰고, 부주의, 양호한 노면, 야간, 길어깨 부재, 젊은 운전자와 같은 요인은 비신호 교차로에서 사망자를 증가시킬 가능성이 높게 나타났다. 이는 오토바이 안전을 개선하는 데 도움이 되는 교육이나 권장 사항을 제공할 수 있다.

2.3 기존 연구와의 차별성

기존 인센티브 관련 연구는 보험료 차등 징수를 위한 합리적인 기준의 필요성을 제시하고, 인센티브로 보상받고 싶어하는 유형을 분석하였다. 그러나 인센티브 지급의 적정 규모에 대한 연구는 미흡한 것으로 나타났다. 또한, 이항 로지스틱 회귀분석 관련 연구는 교통사고 분석, 지불의사금액 분석, 전기차 구매 영향 분석, 청소년 음주행위 영향 요인 분석, COVID-19로 인한 음식배달 서비스 이용 여부 분석 등이 다양한 분야에서 이루어지고 있었다. 그러나 지불의사금액 분석과 유사한 형태인 인센티브 수령의사금액 분석은 미흡한 실정이었다.

이에 본 연구는 안전/환경 운전을 유도하기 위해 운전자에게 인센티브를 지급하는데 이때 인센티브 지급 적정 규모를 산정하고자 한다. 이항 로지스틱 회귀모형은 확률 p 의 함수로 재구성할 수 있는데, 이러한 형태에서 인센티브 지급 적정 규모를 산정할 수 있으므로 이항 로지스틱 회귀모형을 활용하여 분석하고자 한다. 또한, 본 연구는 종속변수가 조건에 따라 Yes 또는 No 등으로

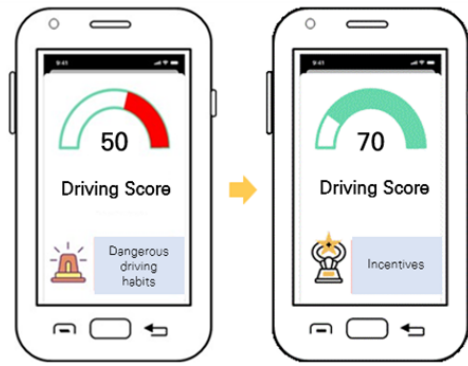
이항형이므로 선형회귀를 적용할 수 없기 때문에 이항 로지스틱 회귀모형을 활용하였다. 본 연구 결과가 안전/환경 운전을 제고하는 선순환적 대안이 될 수 있다는 점에서 차별성을 갖는다고 볼 수 있다.

3. 설문 기반 데이터 수집

3.1 설문 데이터 구성

본 연구는 운전면허 소지자 및 고속도로 통근자 200명을 대상으로 설문을 실시한 후, 결측된 문항 및 일관되지 않은 응답자를 제외하고 총 117건의 데이터를 선별하였다. 안전/환경 운전점수가 주행속도로만 측정된다고 가정하고 주행속도 감속 시 안전/환경 운전점수가 상승하며 이때 운전자에게 인센티브가 지급되는데, 서울 강남역에서 수원시청까지 주행 시나리오에서 통행료 2,100원의 몇 퍼센트 인센티브를 수령받기 원하는지 설문을 실시하였다. 운전점수는 Table 1과 같이 50점대부터 시작으로 운전점수 상승 비율을 통행료로 환산하여 인센티브(1%)를 산정하였다. 티맵 안전 운전 할인 특약을 제공하는 보험사 중 최소 60점대부터 할인 특약이 적용되고 있는 보험사를 참고하여 그룹 분류 기준을 50점대에서 상승하는 시나리오로 설정하였으며, 국내 대개 카드사에서 0.5~1.5%의 포인트 적립이 이루어지고 있는 것을 참고하여 중앙값인 1%를 적용하였다. 또한, 설문 내 제시된 인센티브를 만족하지 않을 시 제시된 인센티브의 3배 이하까지 만족값을 응답하도록 설정하였다.

설문조사 데이터의 범주형 요인으로는 남성, 여성으로 나뉘는 ‘성별(gender)’, 만 20~29세, 만 30~39세, 만 40~49세, 만 50~59세, 만 60~69세로 나뉘는 ‘연령대(age)’, 20점차는 50점대에서 70점대, 60점대에서 80점대, 70점대에서 90점대 상승, 30점차는 50점대에서 80점대, 60점대에서 90점대 상승으로 나뉘는 점수레벨(score level)’, 연속형 요인으로는 ‘인센티브(원) (incentive)’ 등이 포함된다. ‘점수레벨’은 각 운전점수 상승폭마다 기존 점수와 상승 점수의 수준을 의미한다. 통행요금 2,100원으로 가정 후 Fig. 2와 같이 설문조사를 진행하였다.



Q5. When the safety/environmental driving score is improved from 50 to 70, the travel time increases from 40 minutes to 47 minutes. Do you think 8.4 won is appropriate for the incentive?

Fig. 2. Incentive Service Survey Based on Safe Driving Scores (Partial)

3.2 기초 통계 분석

설문 데이터의 기초 통계를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 종속변수인 설문 내 지정된 인센티브 값(incentive value satisfied)은 점수 상승폭 20점차에서 8.4원을 만족하는 응답자는 33.3%, 불만족하는 응답자는 66.7%, 7.0원을 만족하는 응답자는 27.4%, 불만족하는 응답자는 72.6%, 6.0원을 만족하는 응답자는 16.2%, 불만족하는 응답자는 83.8%로 나타났으며, 점수 상승폭 30점차에서 12.6원을 만족하는 응답자는 35.9%, 불만족하는 응답자는 64.1%, 10.5원을 만족하는 응답자는 26.5%, 불만족하는 응답자는 73.5%로 나타났다. 독립변수인 성별(gender)은 남성이 45.3%, 여성이 54.7%로 나타났으며, 연령대(age)는 만 40~49세가 29.9%로 가장 높은 비율을 차지하였고, 만 30~39세와 만 50~59세가 22.2%로 그다음, 만 60~69세, 만 20~29세 순으로 나타났다. 응답자들이 수령받고 싶어하는 인센티브(incentive)는 점수 상승폭 20점차에서는 평균 14.0원, 점수 상승폭 30점차에서는 22.1원으로 나타났다. 점수레벨(score level)은 낮은 점수부터 시작하는 것을 가장 낮은 단계로 설정하여, 점수 상승폭 20점차는 총 3단계, 점수 상승폭 30점차는 총 2단계로 분류하였다.

Table 1. Incentive Calculation Method by Driving Score Increase Width

Score Level	Driving Score	Rate of Increase in Score	Toll Conversion	Incentives
20 Points Difference	50 → 70	0.4	₩840	₩8.4
	60 → 80	0.3	₩700	₩7.0
	70 → 90	0.3	₩600	₩6.0
30 Points Difference	50 → 80	0.6	₩1,260	₩12.6
	60 → 90	0.5	₩1,050	₩10.5

Table 2. Basic Statistical Analysis

Variable				N	Mean	%				
Dependent Variable	Incentive Value Satisfied	20 Points Difference	₩8.4	Yes	39	-	33.3			
				No	78	-	66.7			
			₩7.0	Yes	32	-	27.4			
				No	85	-	72.6			
			₩6.0	Yes	19	-	16.2			
				No	98	-	83.8			
		30 Points Difference	₩12.6	Yes	42	-	35.9			
				No	75	-	64.1			
			₩10.5	Yes	31	-	26.5			
				No	86	-	73.5			
			Independent Variables	Gender			Male	53	-	45.3
							Female	64	-	54.7
Age				20~29 years old	13	-	11.1			
				30~39 years old	26	-	22.2			
				40~49 years old	35	-	29.9			
				50~59 years old	26	-	22.2			
				60~69 years old	17	-	14.5			
Incentive	20 Points Difference			-	-	14.0	-			
	30 Points Difference			-	-	22.1	-			
Score Level	20 Points Difference	50 → 70		Level 1	117	-	100			
		60 → 80		Level 2	117	-	100			
		70 → 90		Level 3	117	-	100			
	30 Points Difference	50 → 80		Level 1	117	-	100			
		60 → 90		Level 2	117	-	100			

4. 이항 로지스틱 모델 적용

4.1 이항 로지스틱 회귀분석 정의

이항 로지스틱 회귀분석은 질적 또는 양적 독립변수를 이용하여 이항형인 반응변수를 설명하는 방법으로, 오즈(odds)에 로그를 취한 값을 종속변수로 사용하였으며, Eq. (1)과 같이 표현된다.

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_qx_q \quad (1)$$

여기서 오즈는 종속변수가 발생할 확률(p)과 발생하지 않을 확률 ($1-p$)의 비율인 $p/(1-p)$ 를 의미한다. 종속변수의 범주가 1을 가진 확률로 전환한 식은 Eq. (2)와 같으며, 이를 통해 종속변수의 특정 사건이 발생할 가능성 $P(y = 1|x_1, x_2, \dots, x_n)$ 를 예측할 수 있다.

$$P(y = 1|x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n)}} \quad (2)$$

조건부 확률의 로짓변환 $f(x) = \log(x/(1-x))$ 가 독립변수들의 선형결합 형태를 가정한다. 이항 로지스틱 회귀모형은 확률 p 의 함수로 재구성할 수 있는데, 이러한 형태의 방정식을 Eq. (3)과 같이 표현한다.

$$p = \frac{e^{\beta_0 + \sum \beta_i x_i}}{1 + e^{\beta_0 + \sum \beta_i x_i}} \quad (3)$$

로짓모형은 프로빗 모형에 비해 상대적으로 적합도가 높게 나타나며, 지불의사금액의 산출이 편리하다는 장점을 가지고 있으므로 본 연구에서 인센티브 수령의사금액 산출을 위해 이항 로지스틱 회귀모형을 적용한다.

4.2 이항 로지스틱 회귀분석 결과

본 연구에서 독립변수는 성별, 연령대, 인센티브, 점수레벨로 설정하였고, 종속변수는 설문 내 지정된 인센티브값 만족 여부로 설정하였다. 독립변수 중 점수레벨은 점수 상승폭 20점차에서는 ‘50점대→70점대’, ‘60점대→80점대’, ‘70점대→90점대’, 점수 상승폭 30점차에서는 ‘50점대→80점대’, ‘60점대→90점대’로 설정한다. Hosmer & Lemeshow의 적합도 검정을 사용하여 모형의 설명력을 확인한 결과, Table 3 및 Table 5와 같이 유의확률이 0.05보다 높은 P값이 도출되었기 때문에 독립변수와 종속변수의 관계를 나타내는 본 모형은 통계적으로 적합하다고 판단된다.

Table 4 및 Table 6에서는 이항 로지스틱 회귀분석 결과, 분석모형과 기저모형 사이에 -2 Log 우도값이 유의미한 차이가 있다고 나타나 운전점수 상승폭 20점차, 30점차로 그룹을 분류하여 이항 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 또한, Cox & Snell R² 및 Nagelkerke R²은 모형의 설명력을 나타내고 운전점수 상승폭 20점차에서는 각각 0.546과 0.803, 운전점수 상승폭 30점차에서는 각각 0.569, 0.800으로 나타나고 있다. 로지스틱 회귀모형은 Cox & Snell R²의 최댓값이 1이라고 보장하지 못하는 문제점을 보완하기 위해 Nagelkerke R²을 함께 표현하였다.

운전점수 상승폭 20점차 이항 로지스틱 회귀분석 결과 99%

Table 3. Hosmer & Lemeshow Model Fit Test Result of Binary Logistic Regression with 20 Points Difference in Score Increase

X ²	Degree of Freedom	P-Value
14.316	8	0.074

Table 4. Results of Binary Logistic Regression Analysis with 20 Points Difference in Driving Score Increase

Independent Variables	B	Standard Error	Wald	Degree of Freedom	P-Value	Exp(B)
gender	0.062	0.479	0.017	1	0.898	1.064
age	-0.0524	0.187	7.898	1	0.005***	0.592
incentive	1.384	0.213	42.382	1	0.000***	3.991
score level	1.599	0.347	21.274	1	0.000***	4.950
constant	-19.584	3.412	32.949	1	0.000***	0.000
-2 log	122.347					
Cox & Snell R ²	0.546					
Nagelkerke R ²	0.803					

*** p<0.01

Table 5. Hosmer & Lemeshow Model Fit Test Result of Binary Logistic Regression with 30 Points Difference in Score Increase

X ²	Degree of Freedom	P-Value
12.444	8	0.132

Table 6. Results of Binary Logistic Regression Analysis with 30 Points Difference in Driving Score Increase

Independent Variables	B	Standard Error	Wald	Degree of Freedom	P-Value	Exp(B)
gender	0.490	0.552	0.787	1	0.375	1.632
age	-0.352	0.210	2.798	1	0.094	0.703
incentive	0.875	0.157	30.926	1	0.000***	2.398
score level	1.668	0.573	8.468	1	0.004***	5.302
constant	-25.752	6.006	18.362	1	0.000***	0.000
-2 log	93.569					
Cox & Snell R ²	0.569					
Nagelkerke R ²	0.800					

*** p<0.01

신뢰도를 기준으로 유의미한 변수는 ‘연령대(age)’, ‘인센티브(incentive)’, ‘점수레벨(score level)’, ‘상수항(constant)’ 등이 있다. 성별은 통계적으로 유의하지 않으며 안전운전에 따른 인센티브에 대한 선호도 분석이므로 성별에 따라 다른 특성이 보이지 않기 때문에 유의미하지 않은 결과가 도출되었다고 판단된다. 연령대는 통계적으로 유의한 결과가 나타났으며 연령대의 나이대가 한 단계씩 올라갈수록 제시된 인센티브 값을 만족할 확률이 0.592배 감소한다. 인센티브는 통계적으로 유의한 결과가 나타났으며 인센티브가 1원씩 증가할 때마다 응답자들이 제시된 인센티브값을 만족할 확률이 3.991배 증가한다. 이는 통상적으로 제공받을 수 있는 인센티브값이 높은 것을 선호하는 경향이 있기 때문으로 판단된다. 점수레벨은 통계적으로 유의한 결과가 나타났으며 점수레벨이 한 단계씩 높아짐에 따라 제시된 인센티브값을 만족할 확률이 4.950배 증가한다.

운전점수 상승폭 30점차 이항 로지스틱 회귀분석 결과 99% 신뢰도를 기준으로 유의미한 변수는 ‘인센티브(incentive)’, ‘점수레벨(score level)’, ‘상수항(constant)’ 등이 있다. 성별 및 연령대는 통계적으로 유의하지 않으며 본 연구는 안전운전에 따른 인센티브에 대한 선호도 분석이므로 성별과 연령대에 따라 다른 특성이 보이지 않기 때문에 유의미하지 않은 결과가 도출되었다고 판단된다. 인센티브는 통계적으로 유의한 결과가 나타났으며 인센티브가 1원씩 증가할 때마다 응답자들이 제시된 인센티브 값을 만족할 확률이 2.398배 증가한다. 이는 통상적으로 제공받을 수 있는 인센티브 값이 높은 것을 선호하는 경향이 있기 때문으로 판단된다. 점수레벨은 통계적으로 유의한 결과가 나타났으며 점수레벨이 한 단계씩 높아짐에 따라 제시된 인센티브 값을 만족할 확률이 5.302배 증가한다.

운전점수 상승폭별 이항 로지스틱 회귀분석의 추정계수를 활용하여 응답자들의 인센티브 수령의사금액을 도출한 결과, 운전점수 상승폭 20점차는 통행료 2,100원 당 인센티브 8.0원으로 나타났으며 운전점수 상승폭 30점차는 통행료 2,100원 당 10.1원으로 나타났다. 이러한 이유로 점수 상승폭 30점차에서는 수령 의사 인센티브 값보다 설문 내 인센티브값을 높게 설정함으로써 점수 상승폭 20점차와 다르게 연령대별로 유의미하지 않은 결과가 도출된 것으로 예상된다. 즉, 인센티브 적정 지급 규모는 운전점수 상승폭 20점차일 때 통행료의 0.4%, 운전점수 상승폭 30점차일 때 통행료의 0.5%임을 알 수 있다. 운전점수 상승폭이 커짐에 따라 응답자들이 더 높은 인센티브를 지급받기 원하는 것으로 나타났다.

5. 결론

운전면허 소지자 및 고속도로 통근자 대상으로 인센티브 설문조

사한 데이터를 근간으로 연구를 진행하였으며, 이항 로지스틱 회귀 모형을 활용하여 안전/환경 운전점수 상승 시 인센티브 적정 지급 규모를 분석하였다. 연속형 요인으로는 인센티브(incentive), 범주형 요인으로는 성별(gender), 점수레벨(score level)로 설정한 후, 종속변수로 제시된 인센티브값 만족 여부로 설정하여 이항 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 운전점수 상승폭별 적정 지급 규모의 인센티브 값을 분석한 결과, 점수 상승폭 20점차는 통행료의 0.4%, 점수 상승폭 30점차는 통행료의 0.5%로 도출되었다. 운전점수 상승폭이 커짐에 따라 응답자들이 더 높은 인센티브를 지급받기 원하는 것으로 해석할 수 있다.

안전/환경 운전전에 따른 인센티브 제공은 운전자의 안전/환경 운전을 유도하여 위험 운전이 감소할 것으로 기대할 수 있으며, 이는 더 나아가 사고 위험이나 손실의 감소로 사회적 비용의 정량화 또한 가능할 것으로 기대할 수 있다. 또한, 이용자의 정보 공유 및 운전점수 상승에 대한 적정 인센티브 지급 규모 산정을 통해 인센티브 최적화가 가능할 것으로 판단된다. 또한, 인센티브 제도의 운영자 측면에서도 인센티브 지급을 위한 필요 재원 규모를 산정함으로써 인센티브 제도 실행 방안 마련에 도움이 될 것으로 사료된다.


그러나, 본 연구는 소규모 설문을 통해 인센티브 적정 지급 규모를 산정하였기 때문에 보다 대규모 데이터를 통한 분석을 고려해야 할 것으로 보인다. 또한, 점수 상승폭 20점차와 30점차일 때 국한되어 연구하였으므로 향후 연구 시 보다 세부적인 점수 상승폭을 고려해야 하며 안전/환경 운전점수 측정 변인을 보다 다양하게 설정하여 연구를 진행해야 할 필요성이 보인다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원(과제번호 RS-2022-00142565)으로 수행되었습니다.

ORCID

Insik Lee  <https://orcid.org/0009-0001-7679-3401>

Jeong Ah Jang  <https://orcid.org/0000-0001-5629-8342>

References

- Bae, G. M. and Jeon, J. U. (2005). “A study on the insurance premium incentive system considering driver's traffic behavior.” *Transportation Technology and Policy*, KST, Vol. 2, No. 2, pp. 204-222 (in Korean).
- Byun, B. S., Chae, E. J. and Pak, S. Y. (2014). “An analysis on the characteristics of energy consumption from the households in carbon point program and adequacy in standards for incentive

- offerings.” *Journal of Environmental Policy and Administration*, KEI, Vol. 22, No. 1, pp. 95-112, <https://doi.org/10.15301/jepa.2014.22.1.95> (in Korean).
- CLP Power HongKong Limited. (Accessed Jan. 4, 2023). *Eco points*, Hong Kong, Available at: <https://www.clp.com.hk/en/residential/power-connect/earn-eco-points-rewards> (Accessed: December 27, 2022).
- Farmers Insurance Group. (2019). *Getting Started with Signal®*, United States of America, Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=Se2Qumfn6gU> (Accessed: December 27, 2022).
- Jeong, C. W. (2007). “A study on the influence factors of drowsiness driving through binary logistic regression analysis.” *The Journal of Police Policies*, PSI, Vol. 21, pp. 46-69 (in Korean).
- Jeong, C. W. (2016). “A study on the administrative goal performance of incentive policy in traffic order administration.” *The Journal of Police Science*, KNPU, Vol. 16, No. 3, pp. 125-139, <https://doi.org/10.22816/polsci.2016.16.3.005> (in Korean).
- Kim, E. J., Bang, S. A. and Seo, E. S. (2019). “A study on factors influencing youth drinking using binomial logistic regression.” *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, KSCI, Vol. 24, No. 12, pp. 167-174, <https://doi.org/10.9708/jksci.2019.24.12.167> (in Korean).
- Kim, S. H. and Jeong, G. H. (2018). “An analysis for influencing factors in purchasing electric vehicle using a binomial logistic regression model.” *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, KSCE, Vol. 38, No. 6, pp. 887-894, <https://doi.org/10.12652/Ksce.2018.38.6.0887> (in Korean).
- Korea Expressway Corporation. (2022). *Truck rest-mileage system*, Available at: <https://www.ex.co.kr/site/com/pageProcess.do> (Accessed: December 27, 2022) (in Korean).
- Korean National Police Agency. (2021). *Good driving mileage*, Available at: <https://www.gov.kr/portal/service/serviceInfo/PTR000050215> (Accessed: December 27, 2022) (in Korean).
- Loumudi, A. K., Mittag, S., Lathrop, W. B. and Althoff, F. (2011). “Eco-driving incentives in the North American market.” *Proceedings of the 3rd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, ACM, Salzburg, Austria, pp. 185-192, <https://doi.org/10.1145/2381416.2381446>.
- Mehroliya, S., Alagarsamy, S. and Solaikutty, V. M. (2021). “Customers response to online food delivery services during COVID-19 outbreak using binary logistic regression.” *International Journal of Consumer Studies*, Wiley, Vol. 45, No. 3, pp. 396-408, <https://doi.org/10.1111/ijcs.12630>.
- Metropolitan Transport Commission. (2020). *Wide-area affordable transportation card*, Available at: http://www.molit.go.kr/mtc/USR/BORD0201/m_36981/DTL.jsp?id=mtc0301&mode=view&idx=45 (Accessed: December 27, 2022) (in Korean).
- Ntanos, S., Kyriakopoulos, G., Chalikias, M., Arabatzis, G. and Skordoulis, M. (2018). “Public perceptions and willingness to pay for renewable energy: a case study from Greece.” *Sustainability*, MDPI, Vol. 10, No. 3, p. 687, <https://doi.org/10.3390/su10030687>.
- Tamakloe, R., Das, S., Aidoo, E. N. and Park, D. (2022). “Factors affecting motorcycle crash casualty severity at signalized and non-signalized intersections in Ghana: insights from a data mining and binary logit regression approach.” *Accident Analysis & Prevention*, Elsevier, Vol. 165, 106517, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106517>.