

# 통학거리 및 수단특성을 반영한 초등학교 안전도 영향관계 실증연구

김태호 · 김승현\* · 이수일†

현대해상 교통기후환경연구소 · \*연세대학교 일반대학원 도시공학과  
(2015. 10. 16. 접수 / 2015. 11. 17. 수정 / 2015. 12. 17. 채택)

## A Empirical Study on Influence of Safety on Elementary School Road Considering Commuting Distance & Mode Type

Tae Ho Kim · Seung Hyun Kim\* · Soo Il Lee†

Hyundai Insurance Research Center

\*Graduate School of Urban Planning & Engineering, Yonsei University

(Received October 16, 2015 / Revised November 17, 2015 / Accepted December 17, 2015)

**Abstract :** This study deals with actual commuting distance and influence of risk factors depending on commuting distance and mode in order to reestablish actual commuting zone of primary school students. Data mining analysis(CHAID) was applied for this reestablishment using survey results from 6,927 primary school students in Seoul Metro. Six risk factors; convenience level of commuting path condition, convenience level of road crossing condition, vehicle speed on commuting path, segregation level between commuter and vehicle, congestion level of commuting path, and public security level and two mode; walking and cycle are considered in the analysis. As the results of CHAID analysis, commuting distance was divided into four zones; Internal Zone(0.491km under), External Zone(0.492 ~ 1.492km, 1.493 ~ 2.699km), Commutable Zone(2.70km over), and awareness level on safety is declined as commuting distance is increased. The risk factor affecting on safety is recognized differently by students depending on commuting distance and mode. For students commuting by walking, vehicle speed on commuting path and convenience level of commuting path condition are recognized as the prime risk factor within Internal Zone and Commutable Zone, respectively. For students commuting by cycle, convenience level of road crossing condition and vehicle speed on commuting path are recognized as the prime risk factor within Commutable Zone. Analysis results show that improved plan and program for commuting path for primary school students are required considering actual commuting distance and method.

**Key Words :** school road, influence of safety on school road, classification of commuting distance, data mining(CHAID)

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

어린이보호구역 내에서 발생한 교통사고는 2011년 751건, 2014년 523건으로 지속적으로 감소하고 있다<sup>1)</sup>. 또한, 심각도를 의미하는 사망자 수는 60.0%, 부상자는 29.4% 감소한 것으로 나타났다. 하지만, 어린이 인구 10만 명당 교통사고 수준은 한국이 1.3명으로 OECD 회원국의 평균인 1.1명보다 1.2배 많게 나타나 선진국들과는 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. 결과적으로 국내에서 추진한 근거리 도보통행에 초점을 맞춘 어린이보호구역 내부의 안전시설 개선만으로는 사고감소에 한계가 있다고 판단된다. 이러한 한계를 보완하기

위한 방안으로 첫째, 학교입지관련 법·제도에서 제시한 학구범위(1.5 Km) 외부 지역 거주학생 및 실제 원거리 통학생을 반영하기 위한 분석범위 확장이 필요하다. 둘째, 어린이를 대상으로 하는 설문조사의 신뢰도(회수율, 무응답비율 등) 제고를 위해 어린이 친화형도시(Child-Friendly City, CFC)<sup>2)</sup>의 직접 참여형 조사방법의 개념을 접목하고자 한다. 셋째, 기존 정성적인 설문에 원거리 통학특성에 영향을 미칠 수 있는 정량적인 변수(횡단 지점수, 최대 통학거리 등)와 도보 외 이용수단(자전거, 버스 등)을 반영한 통학로 권역별 안전도 영향 모형을 개발하고자 한다. 특히, 통학로에 대한 권역별 재정립을 위해서는 Data Mining(CHAID)기법을 활용하였으며, 각 권역별로 안전도 영향요인에 대한

† Corresponding Author : Soo Il Lee, Tel : +82-2-3701-3285, E-mail : sooillee@hi.co.kr

Hyundai Insurance Research Center, Hyundai Marine & Fire Insurance, 163, Sejong-daero, Jongno-gu, Seoul 03183, Korea

시사점을 제시한다.

### 1.2 연구의 내용 및 과정

본 연구의 진행과정은 다섯 단계로 구분하였으며, 첫째, 아동 친화형 도시(CFC)의 조사방법과 국내외 어린이통학로 안전관련 연구를 검토한다. 선행연구 검토결과를 토대로 본 연구의 착안점을 정립한다. 둘째, 선행연구에 추가 보완된 설문조사 항목(Table 1 참조)을 기초로 통학거리 권역별 분포를 고려한 설문조사를 수행한다. 설문조사에 관한 기초통계분석을 실시하고, 초등학교 통학거리별 교통수단 및 안전도에 대한 이동 실태를 파악한다. 셋째, 어린이가 느끼는 실질적인 안전도와 통학권역간 유형분류를 위해 Data Mining(CHAD)을 활용하고, 이를 토대로 통학로에 대한 범위를 재정립한다. 넷째, 통학거리 유형별 전체 변수 입력방식의 회귀분석 모형(Regression Analysis, Enter method)을 개발하고, 통계적 검증을 실시한다. 다섯째, 새롭게 정의된 각 권역별 영향관계 분석을 토대로 시사점을 제시하고 결론을 종합한다.

## 2. 선행연구 검토 및 착안점

국내의 선행연구 검토는 세 가지 측면에서 접근하였으며, 첫째, 학교입지관련 법·제도를 검토하여 통학권역에 대한 개념을 재정립하였다. 둘째, 아동 친화도시(CFC)의 조사방식을 토대로 설문조사에 대한 방향을 정립하였다. 셋째, 어린이 통학로 안전관련 연구를 검토하여 분석 변수 선정에 활용하였다.

### 2.1 통학권 개념 및 법제도 검토

학교 통학환경 관련 법제도를 검토를 위해 도시·군

Table 1. Variables composition for empirical analysis on school road safety

Variables		Survey Items (index)	Scales
Dependent Variable		Integrated Safety Cognition	Ratio
Independent Variables	Respondent (2)	Gender(0=Schoolboy, 1=Schoolgirl)	Nominal
		Grade (1~6)	Ordinal
	Commute Behavior (3)	Commuting Mode (1=Walk, 2=School Bus, 3= Parents Vehicle, 4= Bicycle)	Nominal
		Companion or no (1=Together with Adults, 2=Together with Friends, 3=Alone)	Nominal
		Commuting Time(min) & Distance(m)	Ratio
	Accident Feature (1)	Accident Type (1=Alley, 2=Crossing Accident, 3=Jaywalking, 4=Stopped Vehicle)	Nominal
Itemized Safety (6)	Walking Convenience, Crossing Convenience, Vehicle Commuting Speed, Segregation of Pedestrian and Vehicle, Commuting Congestion, Public Security	Interval (7points)	
Additional Variables (13)	Itemized Safety(Cycle), Max Commuting Distance(m)	Interval (7points)	
	No. of Crossing Point	Ratio	

계획시설의 결정구조 및 설치기준에 관한 규칙 제89조(2014. 11. 19 일부 개정), 학교보건법 시행규칙 제8조 위임 부분을 검토하였다. 검토결과, 학구의 범위는 2개 근린주거지역(학생 수 1,000~1,200명) 당 1개 비율로 설치하고, 통학거리는 1.5 Km 이내로 제한한다고 정의되어 있다. 다만, 학생 수 확보가 어려운 도시지역 외 초등학교는 학년 당 1개 학급 유지할 수 있는 범위까지 통학거리 확대할 수 있으며, 장거리 통학생을 위한 교통수단 마련을 고려해야 한다고 언급되어 있다.

다음으로 아동 친화형도시(CFC)에 대한 개념 및 추

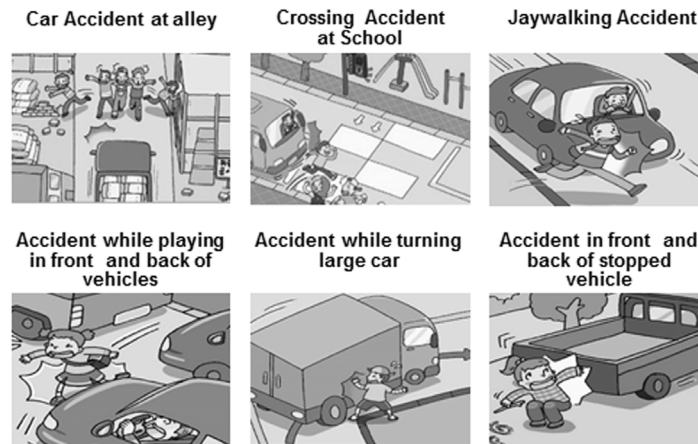


Fig. 1. Visualization on questionnaire items(Possible traffic accident type)

진절차를 검토하고, 본 연구의 설문조사 방향을 설정하고자 한다. Louise Chawla는 UNESCO의 Growing Up in an Cities(GUIC) 프로젝트 코디네이터로서 가속화되어가고 있는 도시화 속에서 아동의 관점으로부터 도시 환경에 대한 이해를 이끌어내고, 이에 대한 계획과 정책 결정에 아동의 참여를 통한 권리 실현이 이루어져야 한다고 하였다. 이러한 개념을 설문조사에 일부 반영한 김태호의 연구에서는 어린이 입장에서 응답이 쉽고 오류가 발생하지 않도록 설문항목 간소화, 도식화된 그림지도(School Road Mapping)<sup>3)</sup>를 제시하였다(Fig. 1 참조). 다만, 조사방식 측면에서 어린이들이 주체적으로 참여 할 수 있는 Feed back과정이 배제되어 있어 높은 응답률과 신뢰도를 확보하지 못하였다. 이에 행정력을 동원한 설문조사 Workshop을 추가하여 조사를 진행하였다.

## 2.2 국내외 선행연구 검토

국내외 선행연구 검토결과는 통학권역과 활용 변수를 중심으로 요약 정리하였다. 김요셉은 어린이 보호구역 내부만을 대상으로 어린이 보호구역 지정순위를 제시하였다. 어린이 보호구역 지정의 정량적 기준을 제시하기 위하여 위험요인을 교통요인(교통량, 평균주행속도, 중차량혼입율), 도로요인(도로유형, 도로폭원, 보차분리), 안전시설요인(가드레일, 방호울타리, 과속방지턱, 노면표지), 보행환경요인(토지이용, 보행 장애물, 주정차), 학교요인(평균통학길이, 학생 수, 학교위치)을 활용하였다<sup>4)</sup>.

장명순 외는 어린이 보호구역의 설치 및 운영현황, 어린이 교통사고 현황 및 문제점 분석을 통하여 어린이 보호구역 운영측면의 개선방안을 제시하였다<sup>5)</sup>. 주요 제안내용은 출입문을 중심으로 반경 1,000 m를 보호구역으로 새롭게 지정하고, 자동차 통행과 주정차 금지, 30 km/h 이내로 차량속도제한 등을 제시하였다. 박재영·김도경은 로지스틱 회귀분석을 이용하여 제한속도 위반에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 분석결과, 조사 시간, 차로수, 보도폭, 도로의 유색포장 상태가 유의하게 나타났다<sup>6)</sup>.

이수일 외는 어린이 보호구역의 안전성 평가를 위해 점(신호교차로, 이면도로 교차로), 선(통학로 보도유무, 일방통행, 펜스), 면(상가의 수, 유흥업소, 주차장)으로 구분된 평가지수를 개발하였다. 개발된 평가지표를 서울시 6개 초등학교에 실제 적용하고, 적용결과를 제시하였다<sup>7)</sup>.

강소정은 어린이 보호구역의 도로기능(간선도로, 집산 국지도로)과 토지이용형태(주거, 상업, 공업, 녹지)

를 고려하여 어린이 보호구역 유형을 분류하고, 유형별 사례분석을 실시하였다. 사례분석결과, 유형별 특성을 고려하기 위해서는 일방통행, 교통정온화 기법 도입을 통한 여유 보도폭원 확보, 물리적, 지능형 속도규제시설 설치, 어린이 보호구역 범위 확대 등의 개선방안을 제시하였다<sup>8)</sup>.

김태호 외는 법적 기준인 학구범위 1.5 Km 이내를 중심으로 도시공간구조 및 통학거리를 토대로 4가지 유형으로 구분하였다. 세부 유형은 127 m이하, 127~200 m, 200~451 m, 451 m 이상으로 구분되었으나, 최대 통학거리가 학구범위(1.5 Km 이내) 내부로 한정된 한계점을 가지고 있다. 활용 변수는 통학로 종합위험도(중속변수), 보행자 편의성, 횡단안전도, 차량속도, 보차분리수준, 공사 및 혼잡수준, 치안 등을 고려하였다<sup>9)</sup>.

다음으로 국외 연구를 살펴보면, Damian C. A. Collins는 뉴질랜드의 어린이 통행의 안전 향상을 위한 초등학교에서 학생들의 통행태를 조사 분석하였다. 분석 결과, 학교 주변의 교통 혼잡, 많은 통행량, 불법주차, 좋지 않은 가시성, 차량속도, 건물목에서의 주의가 어린이 통행위험 요소로 분석되었다<sup>10)</sup>. Clifton 외는 학교 주변에서 발생하는 보행자 사고에 영향을 미치는 물리적이고 사회적인 학교 특성을 분석하였다. 분석결과, 진입로의 여부, 상업지 접근성, 인종비율, 인구밀도 등이 치명적인 사고를 일으키는 중요한 요인들로 나타났다<sup>11)</sup>. Nurul Hidayati 외는 어린이보호구역에서 Roadside activities(도로변 활동: 차량 진출입로, 노상주차, 보행자 횡단, 노점상 방해, 버스정류장 위치 등)이 차량속도행태에 미치는 영향을 분석한 연구이다. 특히 도로변의 활동에 대한 사항을 Road friction(도로저항)으로 정의하고, 각 행태별로 조사한 값에 가중치를 종합하여 5단계로 서비스수준을 제시하였다<sup>12)</sup>.

## 2.3 연구의 착안점

선행연구를 검토한 결과, 어린이보호구역 내부만을 대상으로 보호구역시설물 효과분석(속도, 사고), 전문가 시스템을 활용한 평가체계 관련 연구가 대부분인 것으로 나타났다. 다만, 통학로에 대한 실질적인 실태에 관한 연구는 김태호 외의 연구를 제외하고는 매우 미흡한 것으로 나타났다. 일부 연구에서 어린이 보호구역 범위 확대를 주장하고 있으나 실제 분석이 아닌 개념적인 대안 제시로 한계가 있음을 알 수 있다. 이러한 한계점을 보완하기 위하여 설문조사 신뢰도 제고, 통학권 및 분석범위 확장, 정량적인 위험도 변수 추가를 본 연구의 착안점으로 정립하고자 한다.

첫째, 김태호 외는 초등학생의 응답 신뢰도를 높이

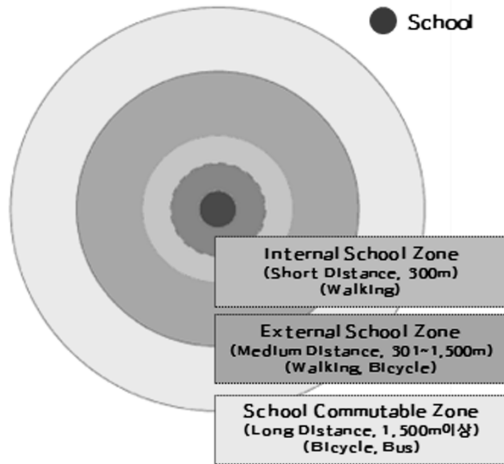


Fig. 2. Research conceptual diagram.

기 위한 Feed back과정 및 신뢰성 검증 항목을 반영하지 못하였다. 이에 본 연구에서는 아동 친화형 도시(CFC)의 참여형 설문조사 방식과 신뢰성 검증 설문항목을 반영하여 조사의 신뢰도(회수율, 무응답률 등)를 높이고자 한다. 특히, 원거리 통학생의 경우 통학거리 응답용 지도가 학구를 벗어나는 경우 응답오류를 범한 반면, Feed back 과정을 추가한 결과 무응답률이 기존 설문조사 대비 25% 향상된 것으로 나타나 Feed back 과정이 어린이 조사 대상에서는 분명한 효과가 있음을 알 수 있었다.

둘째, 초등학교 통학권역에 대한 실증적인 재정립이 필요하다. 본 연구의 통학거리 기초통계분석 결과, 서울시의 최대 통학거리는 학구를 벗어나는 3,000 m 이상인 경우도 약 20%정도로 집계되어 실제 어린이 보호구역 범위(반경 300 m)를 중심으로 평가 및 연구를 진행한다는 것은 실질적인 통학여건을 반영하지 못한다고 판단된다. 이에 본 연구는 실제 도보권 이외의 간접영향권에 해당하는 지역도 연구범위에 포함하여 초등학교 주변을 종합적으로 규명할 수 있는 접근성 개념을 재정립하고자 한다(Fig. 2참조).

셋째, 도보 통행 외의 수단을 이용하는 원거리 통학생의 안전도를 측정할 수 있는 설문항목 개발이 미흡한 것으로 판단된다. 이에 본 연구는 원거리 통학생의 주요 교통수단인 자전거관련 항목(안전성, 상충, 간선도로 횡단위험 등)을 반영한 통합적인 안전도 모형을 개발하고자 한다.

### 3. 설문조사 개요 및 기초통계분석

#### 3.1 설문조사 개요

본 연구는 초등학교 주변 통학로 실태조사를 위해

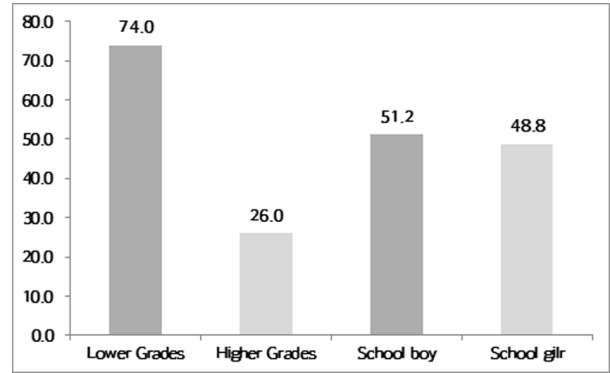


Fig. 3. Demographic characteristics of respondents.

현대해상 교통기후환경연구소와 서울특별시, 서울특별시 교육청이 공동 추진 중인 Walking School Bus, School Bus 시범사업관련 교통안전지도 제작 DB를 활용하고자 한다. 설문조사는 2015년 1월~2015년 4월까지 33개 초등학교 6,927명을 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 이 중 1.3% 결측치를 제외한 6,836명의 자료를 대상으로 분석을 수행한다.

설문조사에 대한 신뢰성분석(Reliability Analysis)을 수행하였으며, Cronbach- $\alpha$  값이 0.91(기준 0.6 이상)로 신뢰도가 높은 조사결과라 판단된다. 조사된 표본(Fig. 3 참조)을 세부적으로 살펴보면, 저학년(74.0%), 성별로는 남학생(51.2%)이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 고학년에 비해 저학년의 응답비율이 높은 것으로 나타났다.

#### 3.2 기초통계분석

초등학생의 통학거리 특성을 살펴보면(Table 2참조), 서울시 평균은 727.6 m로 나타났으며, 실제 통학거리는 어린이보호구역(반경 300 m) 보다는 약 3배 넓은 것으로 나타났다. 특히, 최대통학거리는 3,200 m로 학구범위(1,500 m) 보다 약 2배 이상 넓게 분포하고, 학구(1,500 m)를 벗어나 통행하는 초등학생의 비율도 15% 존재하는 것으로 분석되었다(Fig. 4 참조). 따라서 본 연구에서는 원거리 통학생의 통학거리 저항 및 통학수단에 대한 고려가 필요하다고 판단된다.

다음으로 통행수단에 대한 특성을 살펴보면, 도보통행(62.2%), 승용차(17.1%), 자전거(12.4%), 버스(7.3%)

Table 2. Descriptive statistics of commuting distance to school

Division	Mean	Min	Max	Median
Commuting Distance	727.6 m	87.1 m	3,200 m	816.5 m

Note) Max Commuting distance(3,200m) is Ratio of less than 1.5%

Table 3. Descriptive statistics on risk(safety) questionnaire

Division	Convenience (W1)	Crossing convenience (W2)	Vehicle commuting Speed(W3)	Segregation between pedestrian and vehicle(W4)	Commuting congestion (W5)	Public security (W6)
Walking	4.04	4.28	2.87	3.90	4.26	4.20
Division	Convenience (B1)	Crossing convenience (B2)	Vehicle commuting speed(B3)	Segregation between cycle and vehicle(B4)	Commuting congestion (B5)	Public security (B6)
Cycle	3.64	3.86	2.44	4.09	2.56	5.12

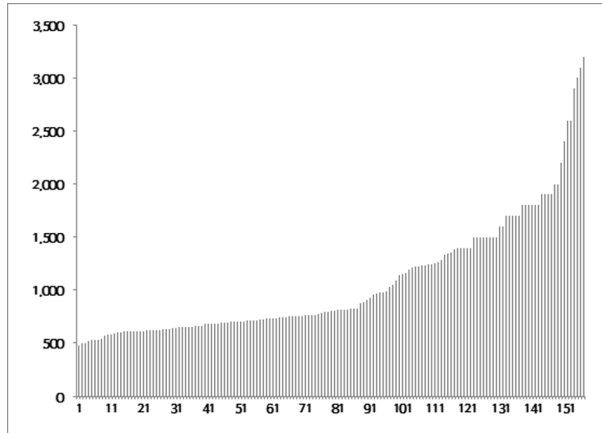


Fig. 4. Distribution characteristics of commuting distance.

의 순으로 나타났으며, 자전거와 버스의 통행빈도가 약 20%를 차지하는 것으로 나타나 도보 외 수단에 대한 고려가 필요하다고 판단된다. 초등학교 통학로에서 실제 어린이들이 느끼는 안전도 분석결과(Table 3 참조), 도보의 경우 자동차 통행속도(2.87), 보차분리 수준(3.90), 보행편의(4.04), 통행방해/혼잡수준(4.26), 도로 횡단편의(4.28), 치안수준(4.20) 순으로 위험하게 느끼는 것으로 나타났다. 자전거를 이용하는 경우 자동차 통행속도(2.44), 통행방해/혼잡수준(2.56), 자전거편의(3.64), 자전거횡단편의(3.86), 자전거도로분리 수준(4.01), 치안수준(5.12) 순으로 위험하게 느끼는 것으로 나타났다. 통학로에서 가장 위험도가 높은 것은 자동차 통행속도로 나타나 통과차량에 대한 속도저감 개선을 가장 중요시 하고 있는 것으로 나타났다. 지금까지 살펴본 설문분석 결과를 활용하여 통학거리 권역과 연계한 분석을 통해 통학거리 유형별 시사점을 제시한다.

### 3.3 통학거리 유형 분석

통학거리에 대한 Data Mining(CHAD) 분석결과, 통학거리가 증가할수록 안전도 인식수준이 감소하는 것으로 나타났다. 통학권역은 4가지로 분류되었으며, 0.491 km 이하(67.78점), 0.492~1.492 km(58.56점), 1.493~2.699 km(44.21점), 2.70 km이상(40.82)순으로 나타났다(Fig. 5 참조). 특히, 어린이 보호구역 범위가 포함되는 Node

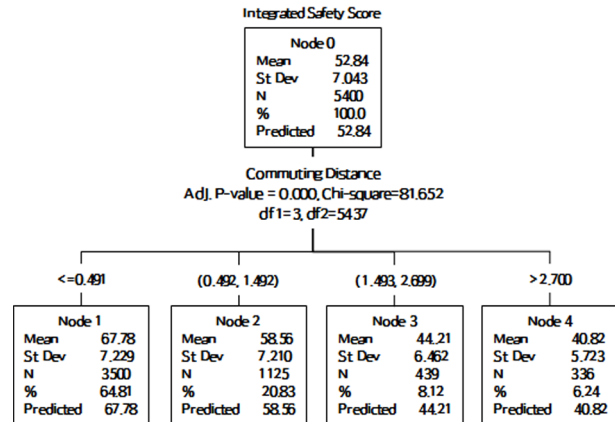


Fig. 5. Classification result of spatial structure by CHAID.

Table 4. Comprehensive classification of results(data mining)

Node No.	Classification rule	Level of safety	Description
1	< 0.491 Km	67.78	Internal school zone
2	0.492~1.492 Km	58.56	External school zone
3	1.493~2.699 Km	44.21	School commutable zone (Mean=42.52)
4	> 2.700 Km	40.82	

Note) F Value=37.739 , Sig=0.01, Post-analysis were categorized into three groups

1(0.491 km 이하)은 67.78점인데 반해 학구범위를 벗어나는 Node 3(1.493~2.699 km)은 44.21점으로 23.6점 낮은 만족도를 보였다(Table 4 참조). 김태호 외의 연구에서 분석된 보호구역 주변이 포함된 만족도 63.1점보다도 18.9점 낮은 것으로 나타나 어린이 보호구역 및 학구범위를 벗어나는 권역에 대한 안전도 향상을 위한 추가 연구가 필요함을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 원거리 통학생들을 포함한 통학거리 권역을 새롭게 정립하고, 이에 따른 대책 및 시사점을 제시하고자 한다.

앞서 언급한 Data Mining(CHAD)분석결과를 종합하면 다음 Table 4와 같으며, 분산분석(Anova)을 토대로 어린이보호구역 내(Internal School Zone), 보호구역 내~학구범위 내(External School Zone), 학구범위 외(School Commutable Zone)로 구분하여 분석을 진행하였다.

통학거리 유형별로 교통수단 이용구성비를 비교 분

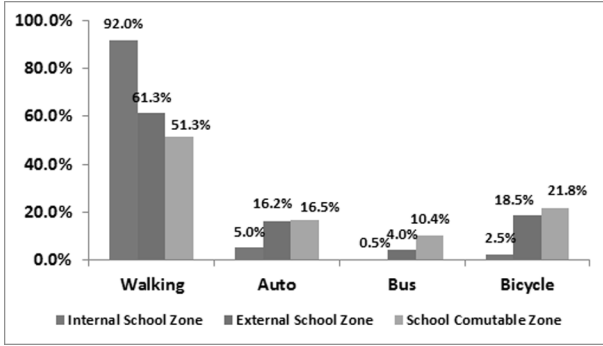


Fig. 6. Comparison of mode choice by commuting distance.

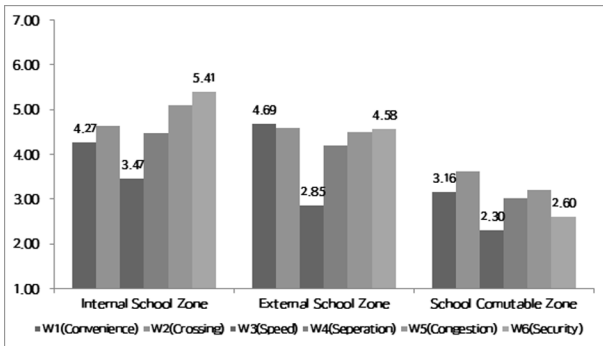


Fig. 7. Comparison of walking risk(safety) questionnaire by commuting distance

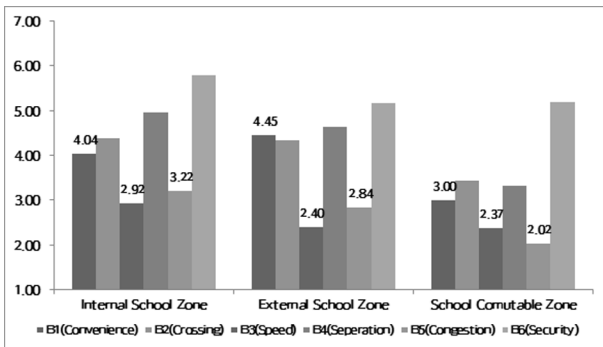


Fig. 8. Comparison of cyclist risk(safety) questionnaire by commuting distance.

석해보면, 직접 영향권인 어린이보호구역 인접의 경우는 통학생의 92.0%가 도보로 통행을 하며, 학구범위내에 해당하는 어린이보호구역 외부의 경우도 61.3%가 도보를 이용하는 것으로 나타났다. 또한, 학구범위를 벗어나는 경우 자전거를 이용하는 비율이 21.8%로 증가하며, 마을버스를 이용하는 경우도 10.4%에 해당하여 권역별로 수단특성 고려가 필요한 것으로 판단된다 (Fig. 6참조).

도보 통행 안전도를 통학거리 유형별로 살펴보면 (Fig. 7참조), 변화 폭이 가장 많은 요소는 치안이며, 보

행편의성, 차량통행속도 주요한 요소로 도출되었다. 특히, 치안관련 항목의 감소폭이 51.2%(5.41→2.60)로 장거리 통행의 경우 교통요소 보다는 범죄에 대한 불안감이 가장 큰 것으로 나타났다.

자전거 통행자는 도보통행자와 유사한 결과 도출되었으나, 자전거이동 경로에 대한 혼잡 및 방해가 가장 중요한 요소로 도출되어 이에 대한 고려가 필요하다 (Fig. 8참조).

#### 4. 종합안전도 영향관계 모형개발

##### 4.1 상관분석을 활용한 변수선정

상관분석(Correlation Analysis)은 두 변수간의 (선형) 상관관계를 분석하는 기법으로서 하나의 변수가 다른 변수와 어느 정도 밀접한 관련성을 갖고 변화하는지를 알아보기 위해 사용한다. 일반적으로 인과관계 모형을 개발하는 경우 잠재적 종속변수와 상관관계가 높은 변수들을 활용해야 하며, 0.4 이상(상관관계가 다소 높다)의 상관관계 기준을 토대로 독립변수를 선택해야 한다. 상관분석결과(Table 5 참조), 도보통행자의 경우 전반적으로 0.4를 모두 상회하고 있는 것으로 나타났다.

Table 5. Results of correlation analysis(Walking)

Items	Potential independent variables	Zone type			
		Entire	Internal	External	Commutable
Risk on school road	Walking convenience	0.612**	0.571**	0.615**	0.681**
	Crossing convenience	0.638**	0.551**	0.602**	0.611**
	Vehicle commuting speed	0.468**	0.652**	0.411**	0.421**
	Segregation of pedestrian and vehicle	0.465**	0.512**	0.452**	0.413**
	Commuting congestion	0.582**	0.551**	0.531**	0.441**
	Public security	0.595**	0.485**	0.575**	0.652**

Table 6. Results of correlation analysis(Cycle)

Items	Potential independent variables	Zone type			
		Entire	Internal	External	Commutable
Risk on school road	Biking convenience	0.520**	0.485**	0.523**	0.579**
	Crossing convenience	0.542**	0.468**	0.512**	0.519**
	Vehicle commuting speed	0.698**	0.654**	0.649**	0.658**
	Segregation of cyclist and vehicle	<b>0.395*</b>	0.435**	<b>0.384</b>	<b>0.351</b>
	Commuting congestion	0.695***	0.568**	0.651***	0.675**
	Public security	<b>0.306*</b>	<b>0.312**</b>	<b>0.389</b>	<b>0.354</b>

Table 7. Comparison on standardized coefficient of Walking risk variables by types

Division (type)	Walking convenience	Crossing convenience	Vehicle commuting speed	Separation between pedestrian and vehicle	Commuting congestion	Public security
Internal	0.287	0.243	<b>0.316</b>	0.309	0.289	0.190
External	0.275	0.278	0.274	<b>0.333</b>	0.314	0.255
Commutable	<b>0.320</b>	<b>0.312</b>	0.271	0.319	<b>0.366</b>	<b>0.274</b>
Influence section	over 2.7km	proportional to distance	under 0.49km	no relation	proportional to distance	proportional to distance

Note) Verification overall of influencing risk model : Goodness of fit test( $R^2$ ) = 0.88~0.89, Significance test(t-value) = 7.13~11.45, Variance inflation factor(VIF) = 1.19~1.53

Table 8. Comparison on standardized coefficient of Cycle risk variables by types

Division (type)	Biking convenience	Crossing convenience	Vehicle commuting speed	Separation between cyclist and vehicle	Commuting congestion	Public security
Internal	0.250	0.231	0.363	0.319	0.275	0.265
External	0.278	0.255	0.335	<b>0.375</b>	<b>0.397</b>	<b>0.285</b>
Commutable	<b>0.353</b>	<b>0.315</b>	<b>0.377</b>	N/A	0.361	N/A
Influence section	proportional to distance	proportional to distance	over 2.7km	no relation	proportional to distance	under 0.49km

Note) Verification overall of influencing risk model : Goodness of fit test( $R^2$ ) = 0.81~0.79, Significance test(t-value) = 6.24~10.54, Variance inflation factor(VIF) = 1.11~1.63

다음으로 자전거 통행자의 경우 자전거-차 분리수준, 치안수준을 제외하고는 전반적으로 0.4를 모두 상회하고 있어 안전도 변수 모두를 활용하도록 하였다 (Table 6 참조).

#### 4.2 통학거리 유형별 안전도 영향모형 개발

본 연구에서는 초등학생들이 실질적으로 느끼는 종합안전(Integrated Safety Cognition)를 종속변수로 설정하고, 이에 영향을 미치는 독립변수로 수단별(도보, 자전거) 안전관련 항목과의 인과관계를 규명하는 모형을 개발하고자 한다. 다만, 버스를 이용하는 통행자의 경우는 본 연구의 범위에서 제외하고, 향후 연구과제로 제안하였다. 다음은 분석모형에 대한 통계적 검증절차를 수행하기 위해 요약 정리하였다.

- 계수 유의성 : 95%신뢰구간에서 t-value 절대값(1.96값)이 크면 의미 있음
- 다중공선성 : VIF 10이상이면 다중 공선성이 있음.
- 자동상관 : Durbin-Watson 1.5~2.5이내의 값을 가지면 유의함.
- 모형의 설명력( $R^2$ )은 1에 가까울수록 좋음.

앞서 언급한 검증 통계량을 기준으로 통계적 검증을 실시하였으며, 통계적으로 가장 유의한 모형을 요약한 것이다. 모형간 비교를 위하여 표준화 계수값(Standardized Coefficient)을 중심으로 비교정리하였다.

보행 영향모형 분석결과(Table 7 참조), 초등학교 출

입구로부터의 거리에 따라 안전도에 영향을 미치는 요인들의 차이가 있음을 알 수 있었다. 각 권역별로 어린 보호구역에 해당하는 Internal Zone의 경우는 자동차통행속도가 가장 높은 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 이는 초등학교 출입구로부터 멀어질수록 위험도가 증가하지만, 어린이 보호구역 내에서 통학하는 단거리 통학생의 경우 학교 주변도로에서의 자동차 통행속도에 의해 안전도 인식의 변화가 크게 나타나고 있음을 보여주고 있다. 또한, 어린이보호구역 외부와 학구범위 내부에 해당하는 External Zone은 보차분리 수준이 가장 높은 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 마지막으로 학구범위를 벗어나는 원거리 통학생이 많은 Commutable Zone은 보행자 편의, 횡단편의성, 혼잡 및 방해수준, 치안수준에서 높은 영향력을 보이는 것으로 나타났다. 이는 일정 범위를 넘어가는 장거리 통행 학생들은 얼마나 걷기 편한지, 도로를 건너지 쉬운지, 통학로가 범죄로부터 안전한지가 안전도 인식에 크게 영향을 주고 있음을 보여주고 있다. 또한, 통학거리가 멀어질수록 통학로 안전에 다양한 요인들이 영향을 미치고 있음을 보여주는 결과로도 해석할 수 있다.

자전거 영향모형 분석결과(Table 8 참조), 초등학교 출입구로부터의 거리에 따라 안전도에 영향을 미치는 요인들의 차이가 있음을 알 수 있었다. 어린보호구역에 해당하는 Internal Zone의 경우는 전반적으로 높은 영향력을 미치는 변수는 없는 것으로 나타났다. 이는 자전거 통행자의 대부분이 어린이 보호구역 내에서 통

학하는 단거리 통행자가 아니기 때문에 판단된다. 어린이보호구역 외부와 학구범위 내부에 해당하는 External Zone은 통행방해/혼잡수준, 자전거와 차의 분리 수준이 가장 높은 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 마지막으로 학구범위를 벗어나는 원거리 통행학생이 많은 Commutable Zone은 자전거 편의성, 횡단편의성, 자동차통행속도에서 높은 영향력을 보이는 것으로 나타났다. 이는 장거리 자전거 통행자의 경우 차량과의 상충에 대한 위협이 되는 자동차 통행속도, 얼마나 자전거 타기 편한지, 도로를 건너지 쉬운지에 크게 영향을 주고 있음을 보여주고 있다.

## 5. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구는 초등학교의 실제 통학행태(통학거리, 교통수단)를 활용하여 통학권역을 재정립하고, 이용수단 유형별 안전도에 미치는 영향관계를 규명하였다.

연구결과를 종합하면, 첫째, 조사대상 초등학교의 평균 통학거리는 727.6 m로 어린이보호구역(반경 300 m)에 비해 약 2.5배 넓은 범위를 통행하고 있으며, 최대통학거리는 3,200 m로 학구범위(1,500 m) 보다도 약 2배 이상 넓은 분포를 보이는 것으로 나타났다. 특히, 학구범위를 벗어나 통행하는 초등학교생 비율이 15% 수준으로 조사되었다.

둘째, 통학거리 권역별로 도보, 자전거, 버스를 이용하는 구성비에 차이가 있는 것으로 나타났다. 어린이보호구역 내부는 92.0%가 도보로 통행 하지만, 학구범위를 벗어나는 경우 자전거를 이용하는 비율이 21.8%로 하는 것으로 나타났다. 또한, 마을버스를 이용하는 경우도 10.4%로 나타나 각 권역별로 수단특성을 반영한 안전도 영향관계 모형 개발이 필요함을 알 수 있었다.

셋째, 실제 통학거리 자료를 활용하여 Data Mining 분석을 실시하였으며, 초등학교 통학로 권역은 4가지 형태로 구분됨을 알 수 있었다. 각 권역별 범위를 살펴보면, Internal Zone(0.491km이하), External Zone(0.492~1.492 km), Commutable Zone(1.493~2.699 km, 2.70 km 이상)으로 구분되었다. 특히, 어린이 보호구역 내부(0.491 km 이하)인 경우 안전도가 67.78점인데 반해 학구범위 외부(1.493~2.699 km, 2.7 km 이상)는 44.21점으로 23.6점 낮은 만족도를 보였다.

이는 선행연구들에서 어린이보호구역의 범위를 확장해야 한다는 연구결과를 뒷받침 할 수 있는 근거자료를 마련하였다고 볼 수 있다.

넷째, 앞서 언급한 각 권역별로 종합안전도와 영향요인의 관계를 규명하기 위해 회귀분석모형을 개발하

였다.

보행중심의 통학생은 어린이보호구역 내부는 자동차 통행속도가 가장 높은 영향을 미치며, 어린이보호구역 외부는 보행편의성이 가장 높은 영향력을 보이는 것으로 나타났다. 이는 초등학교 주변의 통학거리에 따라 어린이들이 요구하는 안전도 항상 항목에 차이가 있으며, 자동차통행속도의 경우는 단거리 통행, 보행편의는 장거리 통행을 하는 어린이들이 많은 영향을 받고 있는 것으로 나타났다.

다음으로 자전거 중심의 통학생은 어린이보호구역에 해당하는 Internal Zone의 경우는 전반적으로 높은 영향력을 미치는 변수는 없는 것으로 나타났다. 이는 자전거 통행자의 대부분이 어린이 보호구역 내에서 통학하는 단거리 통행자가 아니기 때문에 판단된다. 어린이보호구역 외부와 학구범위 내부에 해당하는 External Zone은 통행방해/혼잡수준, 자전거와 차의 분리 수준이 가장 높은 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 마지막으로 학구범위를 벗어나는 원거리 통행학생이 많은 Commutable Zone은 자전거 편의성, 횡단편의성, 자동차통행속도에서 높은 영향력을 보이는 것으로 나타났다. 이는 자전거를 이용해 장거리 통행을 하는 경우 차량과의 상충 및 위협이 되는 자동차 통행속도, 얼마나 자전거 타기 편한지, 도로를 건너지 쉬운지에 크게 영향을 받고 있음을 보여주고 있다. 그리고 통학거리가 멀어질수록 차량과의 상충에서 발생할 수 있는 요인들이 영향을 미치고 있음을 보여주는 결과로도 해석할 수 있다.

지금까지 살펴본 결과를 토대로 향후 초등학교 주변 지역의 안전도(위험도) 평가시 유형별 결과 도출이 가능하며, 이를 토대로 각 초등학교 통학거리 및 이용수단특성마다 취약한 구간을 도출할 수 있을 것이다. 취약구간별로 실제 통학로를 이용하는 어린이들이 요구하는 개선사항에 집중하여, 예산을 효율적으로 사용하는 차별화된 전략수립이 가능할 것으로 판단된다. 다만, 본 연구는 각 권역별로 추가변수 및 새로운 교통수단에 대한 고려가 필요하다고 판단된다. 어린이보호구역 및 학구범위 내의 도시공간구조(부정형, 복합형, 슈퍼블럭형), 통학로 개수(ㄱ형, ㄴ형, ㄷ형, ㄹ형), 도로 위계(간선, 보조간선, 국지도로), 불법주차(대/면)와 같은 정량적인 지표의 반영이 필요하다고 판단된다. 또한, 장거리 통행자의 10%가 이용하는 버스 안전도에 대한 설문항목(대기, 승차, 버스내부, 하차)을 반영 필요할 것으로 판단되며, 이를 토대로 초등학교 통학권역별 중 학구범위를 벗어나는 통학환경에 대한 평가 및 개선방안 마련연구가 필요하다고 판단된다.



## References

- 1) 2015 Edition of the Traffic Accident Analysis Report, Road Traffic Authority, pp.3-4, 2015.
- 2) H. J. Lee, A Study on Child Friendly Neighborhood Environment Composition through Participation of Elementary School Students : Focusing on Students in Mia Elementary School in Gireum dong, Seongbuk-gu, Seoul National University, Master's Thesis, pp.9-15, 2014.
- 3) T. H. Kim, Report of Actual Condition on Elementary School Road, Hyundai Insurance Research Center, pp.9, 2013.
- 4) Y. S. Kim, J. J. Park, G. W. Park, S. Y. Park and J. H. Kim, "New Methodology about the Criteria for Appointing School Zones", Journal of Korean Society of Transportation, Vol.26, No.5, pp.29-40, 2008.
- 5) M. S. Jang, J. Y. Park, M. J. Kim and D. J. Jung, "Improvement Measures for Traffic Safety at School Zone by Roadway and Accident Characteristics", Transportation Technology and Policy, Korean Society of Transportation, Vol.7, No.45, pp.91-98, 2010.
- 6) J. Y. Park and D. G. Kim, "The Characteristics of Vehicle Speed Violation in School Zones", Korean Society of Road Engineer, Vol.12, No.2, pp.63-69, 2010.
- 7) S. I. Lee, S. H. Kim, J. W. Kim and U. Huh, "A Development of the Integrated Evaluation Criteria for Safety of School Zones", Journal of Korean Society of Safety, Vol.27, No.1, pp.117-122, 2012.
- 8) S. J. Kang, "A Study on the Improvement of School Zones based from the Analysis of Land Use and Road Function Characteristics", Kongju University, Master's Thesis, pp.27-52, 2013.
- 9) T. H. Kim, S. H. Kim and S. I. Lee, "An Investigation on Actual Condition and the Influence of Safety on Elementary School Road by Types of Urban Spatial Structure, Journal of the Korean Society of Safety, Vol.28, No.5, pp.71-77, 2013.
- 10) D. C. A. Collins, "The Safe Journeys of an Enterprising School : Negotiation landscape of Opportunity and Risk", Health Place 2001, pp.293-306, 2001.
- 11) K. J. Clifton and K. Fults, The Role of Environmental Attributes in Explaining Pedestrian Vehicular Crashes near Public School, Presented at the TRB 85th Annual Meeting, Paper No. 06-2325, 2006.
- 12) N. Hidayati, R. Liu and F. Montgomery, "The Impact of School Safety Zone and Roadside Activities on Speed Behaviour : the Indonesian Case", Procedia-Social and Behavioral Sciences, Vol.54, pp.1339-1349, 2012.
- 13) T. H. Kim, Report of Development and Application on Evaluation Indicators Considering Elementary School Road type, Hyundai Insurance Research Center, pp.11-22, 2015.