

도시공간구조 유형별 초등학교 통학로 실태 및 안전도 영향규명 연구

김태호 · 김승현 · 이수일[†]
현대해상 교통기후환경연구소
(2013. 6. 11. 접수 / 2013. 9. 12. 채택)

An Investigation on Actual Condition and the Influence of Safety on Elementary School Road by Types of Urban Spatial Structure

Tae-Ho Kim · Seung-Hyun Kim · Soo-Il Lee[†]
Hyundai Insurance Research Center
(Received June 11, 2013 / Accepted September 12, 2013)

Abstract : This Study aims at investigating actual condition on attending school road of children and analyzing empirically the characteristics of cognition and the influence of safety on school road. This study findings are as follows : 1) Walking alone to go to school is the highest rates among Commuting Mode, and Commuting distance to school is nearly doubles than range of school zone(300 m). 2) Among characteristics of urban spatial structure affecting on influence classify safety of school road, 'Commuting Distance' has been drawn to most influential variable. Especially, there are 4 types classified by commuting distance and it became obvious that the longer the distance, the lower the safety score(under 127 m=76.9 points, Over 451 m=58.3 points). 3) As a result of investigating the influence of Safety on attending school road, Vehicle commuting speed under 127 m as internal of school zone, and Walking and crossing convenience over 451 m as external of school zone have a lot of influence on safety cognition on school road. Therefore Safety on school road should be considering the commuting distance to school among surrounding characteristics, needed for improvement plan and program based on real safety cognition of children.

Key Words : school road, actual condition and the influence of safety on school road, classification of urban spatial structure

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

어린이보호구역(School Zone)은 1995년부터 어린이 교통안전사고 예방을 위해 초등학교 인근에 설정되어 2011년 기준으로 전국 14,921개소에 이른다. 스쿨존 정비 사업은 2003~2007년까지 총 6,354억 원을 투입하여 스쿨존 개선 1단계 사업을 완료하였으며, 2008~2012년까지 총 7,000억 원을 투입하여 2단계 사업을 추진하였다. 스쿨존 사업이 지속적으로 확대되어 왔음에도 어린이 인구 10만 명당 교통사고 수준은 한국이 1.9명으로 OECD 회원국의 평균인 1.6명보다 1.2배 많게 나타났다. 특히 스쿨존에서의 교통사고는 2009년 535건, 2010년 733건, 2011년 751건으로 지속적으로 증가하고 있다. 이와 같이 스쿨존 사업이 어린이 교통안전에 대한 사회적인 관심을 증대시키는데 공헌하였지만, 사고증가추세로 볼 때 어린이 안전에 문제가 있음을 보여주고 있다. 따라서 본 연구에서는 스쿨존 내부의 안전시설물에 초점을 맞추고 있는 현행 평가시스템의 문제점을 개선한 실질적인 평가모형을 개발하고자 한다. 현재 선행연구에서 언급된 평가방법론의 문제점을 요약하면, 첫째, 모든 초등학교

통학로를 같은 조건으로 바라보고 있다는 점이다. 하지만 스쿨존이 위치한 지역의 특성(토지이용, 가로망형태)이나 교통사고 발생 위험도(통학거리)에 대한 종합적 관점에서의 유형별 특성을 고려할 필요가 있다. 둘째, 통학로 주변의 단순 안전시설물 수준 평가가 이루어지고 있다는 점이다. 하지만 실제 통행을 하고 있는 어린이가 느끼는 안전도(치안포함)를 조사하고 이에 대한 영향요인을 규명하는 연구가 필요하다.

따라서 본 연구는 실제적인 통학로 안전에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 어린이들이 실제로 느끼는 정성적인 안전도(중속변수)를 기준으로 다양한 통학로 특성(토지이용, 가로망형태, 통학거리, 입지특성)을 종합적으로 고려하여 가장 영향력 있는 요인으로 유형을 분류하고자 한다. 분류된 유형을 토대로 어린이가 실제로 느끼는 통학로 안전도 영향관계 분석을 통해 시사점을 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 내용 및 과정

본 연구를 위한 자료는 서울시에 위치한 11개 초등학교 학생 2,309명을 대상으로 2012년 3월~2013년 4월 실시한 설문결과를 활용하고자 한다.

[†]Corresponding Author: Soo Il Lee, Tel: +82-2-3701-3285, E-mail: sooillee@hi.co.kr
Hyundai Insurance Research Center, Hyundai Marine & Fire Insurance, 178 Sejongno, Jongno-gu, Seoul 110-731, Korea

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) Commuting 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)	

Note. This questionnaire survey is written and considered by FGI on Walking School Bus of Australia, advanced country on Children Traffic Safety.

본 연구의 진행과정은 다음과 같다. 첫째, 기존 어린이 보호구역관련 연구 및 사회적 요구사항을 검토하여, 본 연구의 착안점을 설정한다. 둘째, 설문조사 자료(Table 1) 관한 기초통계분석을 토대로 초등학교 주변의 통학로 실태를 파악한다. 셋째, 초등학교 주변특성을 고려하여 도시공간구조 유형별로 초등학교를 분류하고, Data Mining (CHAID)을 활용하여 유형분석을 실시한다. 넷째, 도시공간구조 유형별로 입력방식의 회귀분석 모형(Regression Analysis)을 개발하고, 통계적 검증을 실시한다. 다섯째, 유형별 영향관계 분석을 토대로 시사점을 도출하고 결론을 종합한다.

2. 선행연구 검토 및 착안점

2.1. 국내외 선행연구 검토

초등학교 및 어린이 보호구역을 중심으로 다룬 선행연구를 중심으로 검토하였다.

금기정은 안전측면에서 위험요인인 주행속도, 교통량, 횡단속도차, 주차차량, 보도폭, 정리행태, 보행시간에 대한 평가항목의 중요도를 산정하고, 어린이 보호구역별 도로 및 교통특성을 고려한 위험요인의 특성화를 시도하였다²⁾. 엄상미는 어린이 보호구역 내 교통사고 예방을 위한 개선방안을 제시하고자 하였으며, 보호구역내에서의 위험요인은 차량속도로 나타났으며, 교통사고 경험은 간선도로보다 이면도로에 접한 통학로를 이용하는 학생들이 더욱 위험하게 느끼는 것으로 나타났다³⁾. 석중수는 어린이 보호구역의 문제점을 진단하고 어린이 교통사고 예방에 실질적으로 도움을 줄 수 있는 개선방안을 제시하고자 일반 운전자들의 어린이 보호구역 인지도와 어린이 보호구역에 대한 인식도를 알아보기 위하여 직장인 130명을 대상으로 현장설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과, 교통안전시설 및 안전표지에 대한 만족도는 보통수준으로 나타났으나, 학교 주변 도로에 대한 인식으로는 통행량이 많고 통행속도도 다소 높아 조금

위험하다는 응답이 가장 많이 나타났다⁴⁾.

김재만·김정은은 어린이 보호구역 개선사업의 문제점을 지정절차, 준수율, 유지관리 측면으로 나누어 분석한 후 각 측면별 준수율과 설문조사를 통해 개선방안 도출하였다⁵⁾. 김요셉은 어린이 보호구역 지정 기준의 방법론 제시를 위하여 5개 위험요인과 교통사고 적용기준 점수를 2~4개 등급(A~D)으로 구분하여 어린이 보호구역 지정순위를 제시하였다. 어린이 보호구역 지정의 정량적 기준을 제시하기 위하여 위험요인을 교통요인(교통량, 평균주행속도, 중차량 혼입율), 도로요인(도로유형, 도로폭원, 보차분리), 안전시설요인(가드레일, 방호울타리, 과속방지턱, 노면표지), 보행환경요인(토지이용, 보행 장애물, 주정차), 학교요인(평균통학길이, 학생 수, 학교종류, 학교위치)으로 구분하였으며, 교통사고 적용기준을 사망, 중상, 부상으로 구분하였다. 실제 현장조사를 통해 조사된 값으로 점수화한 평가지표를 제시하였다⁶⁾.

이성근은 어린이 보호구역 내 속도 규제는 교통사고 예방을 위해 가장 중요한 사항이기 때문에 획일적인 규제보다는 도로의 형태, 차로수, 주변여건 등을 고려하여 도로의 상황에 맞는 탄력적인 규제가 필요하다고 했다. 보호구역 내에서의 불법주정차 차량에 대한 지속적인 단속이 필요하며, 보호구역의 지정범위 및 운영시간은 가능한 넓게 설정한 후, 실제 학교 주변의 특성을 고려하여 규정된 지정범위 내에서 탄력적으로 운영되도록 해야 한다고 제시하였다⁷⁾. 이수범 외는 수도권 지역의 어린이 보호구역 601개소를 대상으로 어린이 보호구역 개선사업이 교통사고에 미치는 효과를 평가하였으며, 학교가 위치한 지역의 토지이용 형태에 따른 유형별 효과분석을 실시하였다. 분석결과 개선사업 시행 지역이 미시행 지역보다 교통사고 감소율이 39% 감소한 것으로 나타났으며, 토지이용 형태에 따라 주거지역은 31%, 아파트지역은 57%, 주상복합지역은 45%로 분석되었다⁹⁾.

장명순 외는 어린이 보호구역의 설치 및 운영현황, 어린이 교통사고 현황 및 문제점 분석을 통하여 어린이 보호구역 운영상의 필요조치를 포함한 개선방안을 제시하였다¹⁰⁾. 주요 제안내용은 출입문을 중심으로 1,000 m 반경을 어린이 보호구역으로 지정할 것, 자동차 통행금지 제한, 자동차 주정차 금지, 차량제한속도 30 km/h 이내로 규정, 이면도로의 일방통행을 하나로 제한하지 않고 포괄적으로 설치하는 것이다. 박재영·김도경은 로지스틱 회귀분석을 이용하여 제한속도 위반에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 분석결과, 조사 시간, 차로수, 보도폭, 도로의 유색포장 상태가 유의하게 나타났다¹¹⁾. 이호원은 기존의 어린이 보호구역에 대한 효과를 검증하기 위해 구간통행속도를 평가지표로 활용하였다. 분석결과 과속방지턱, 고원식 횡단보도가 통행속도를 감소시키는 데 효과적이고, 과속방지 노면표시는 효과가 미미하게 나타났다¹²⁾.

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 초등학교

교에 실제 적용해보고 검증을 실시하였다¹³⁾.

강소정은 어린이 보호구역의 유형별로 차별화된 개선방안을 제시하고자 도로기능(간선도로, 집산 국지도로)과 토지이용형태(주거, 상업, 공업, 녹지)를 고려하여 유형을 분류하였다. 각 유형별로 초등학교 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 제시하였다¹⁴⁾.

다음으로 국외 연구를 살펴보면, Damian C. A. Collins는 뉴질랜드의 어린이 통행의 안전 향상을 위해 한 초등학교에서 학생들의 통학행태를 조사 분석하였다. 분석 결과, 학교 주변의 교통 혼잡, 많은 통행량, 불법주차, 좋지 않은 가시성, 차량속도, 건물목에서의 주의가 어린이 통행위험 요소로 분석되었다¹⁵⁾. Gates는 어린이가 교통안전 개선을 위해 어린이 보호구역 진입부 끝부분에 설치된 Rear-Facing Flashing Beacon의 효과분석을 실시하였다. 효과분석 결과, 통계적으로 유의한 속도 감소 효과는 약 1 mph 정도이며, 속도가 빠른 운전자들에게 더욱 높은 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 속도분산이 0.8~1.1 mph 감소하였고, 30 mph 이상의 속도로 주행하는 차량의 빈도가 3/4 감소한 것으로 나타났다¹⁶⁾.

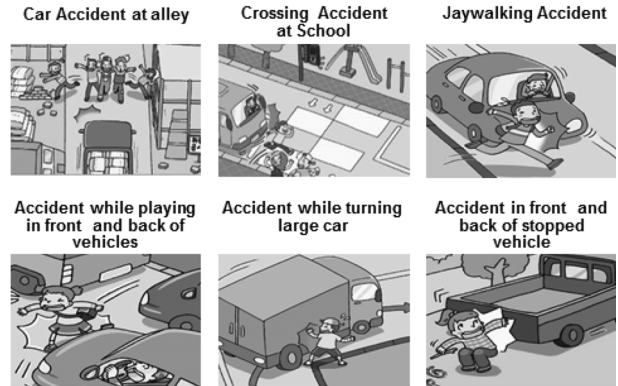
NHTSA는 어린이 보호구역에서 무인 과속 단속을 시행하였을 때, 실시하지 않았을 때 보다 1주일간 2~3배의 차량들이 속도를 줄이고 차량들은 대체로 4~5 mph 만큼의 속도를 줄이는 것으로 나타났다. 무인과속 단속 및 Beacon을 함께 배치하였을 때 효과가 극대화되며 그 때 차량의 속도는 8~9 mph 정도 감소하는 것으로 나타났다¹⁷⁾. Clifton 외는 학교 주변에서 발생하는 보행자 사고에 영향을 미치는 물리적이고 사회적인 학교 특성을 분석하였다. 분석결과, 진입로의 여부, 상업지 접근성, 인종비율, 인구밀도 등이 치명적인 사고를 일으키는 중요한 요인들로 나타났다¹⁸⁾.

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 제시하였다¹⁹⁾.

2.2. 연구의 착안점

초등학교 및 어린이보호구역 선행연구를 검토한 결과, 어린이보호구역 주변의 효과분석(속도, 사고), 정량 평가지표, 전문가 시스템을 활용한 평가체계 관련 연구가 주를 이루고 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 조사대상, 입지 및 공간구조 특성에 관한 종합분석, 어린이 보호구역 주변특성을 고려하여 연구의 착안점을 정립하고자 한다.

첫째, 조사대상 측면에서는 어린이 보호구역의 실제 통행자인 어린이의 만족도에 초점을 맞춘 연구는 매우 미흡



(a) Possible traffic accident type



(b) Commuting distance to school

Fig. 1. Visualization on questionnaire items.

하였다. 이에 본 연구는 조사대상인 어린이들에 대한 응답이 쉽고 오류가 발생하지 않도록 설문항목 간소화, 도식화된 그림지도(School Road Mapping)를 활용하여 설문을 실시하였다(Fig. 1 참조).

둘째, 초등학교가 위치한 입지 및 공간구조 특성에 대한 종합적인 고려가 미흡한 것으로 나타났다. 세부적으로 살펴보면, 첫째, 주거, 아파트, 주상복합을 중심으로 토지이용을 고려한 연구⁹⁾, 둘째, 통학로의 접근로 수를 고려한 연구^{4,8)}, 셋째, 토지이용과 도로위계를 동시에 고려한 연구¹⁴⁾로 구분해 볼 수 있다. 이렇듯 토지이용과 도로위계를 제외하고는 일부 요소(지역특성, 통학거리)가 고려되지 못하고 있으며, 어린이의 안전도를 가장 잘 설명할 수 있는 초등학교 주변의 입지 및 공간구조를 규명하는 통계방법론 적용이 미흡한 것으로 나타났다. 이에 본 연구는 Data Mining(CHAD) 기법을 적용하여 유형 분류에 가장 영향력 있는 요인을 분석하여 주변특성 유형을 분류하고자 한다.

셋째, 초등학교 통학로의 실태분석 결과에서 나타났듯이 서울시의 평균 통학거리는 반경 600 m 이상으로 나타나 실제 어린이 보호구역 범위(반경 300 m)를 중심으로 평가 및 연구를 진행한다는 것은 실질적인 통학여건을 반영하지 못한다고 판단된다¹⁾. 이에 본 연구는 실제 어린이보호구역의 간접영향권에 해당하는 지역도 연구범위에 포함하여 초등학교 주변을 종합적으로 규명할 수 있는 유형별 모형을 개발하고자 한다.

3. 설문조사 개요 및 기초통계분석

3.1. 설문조사 개요

본 연구는 초등학교 주변 통학로 실태조사를 위해 현대 해상 교통기후환경연구소에서 자체적으로 수행 중인 Walking School Bus, 교통안전지도(TSM), 제작 DB를 활용하고자 한다. 설문조사는 2012년 3월~2013년 4월까지 11개 초등학교 2,500명을 대상으로 설문조사를 실시한 자료이며, 이 중 결측치를 제외한 2,309명의 자료만을 대상으로 분석을 수행한다.

조사된 표본을 세부적으로 살펴보면, 학년별로는 2학년(36.9%), 성별로는 남학생(51.2%)이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 고학년에 비해 저학년 학생들의 안전을 반영하기 위하여 저학년(1~3학년)에 대한 비율이 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

3.2. 기초통계분석

초등학생의 통학로 특성을 분석한 결과, 등교 시 이용하는 교통수단은 걸어서(89.1%), 부모님차(7.7%), 일반버스(2.7%) 순으로 나타났다. 등교 시 동반자 여부는 혼자등교(44.5%), 친구와 함께 등교(29.7%), 친구와 함께(25.8%) 순으로 나타났다. 특히, 저학년의 혼자 등교비율은 50%를 상회하고 있어 통학로에서 위험에 노출될 확률이 높을 것으로 판단된다.

다음으로 평균통학거리를 비교해보면, 서울시 평균은 648.2 m로 어린이보호구역(반경 300 m)을 상당부분 벗어나서 통학을 하고 있는 것으로 나타났다.

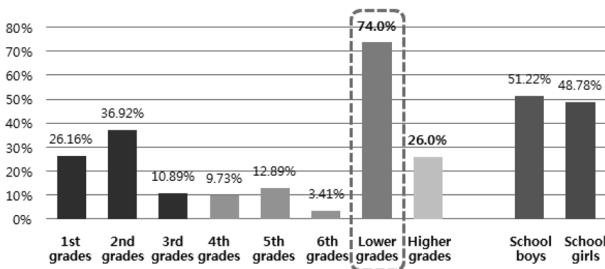


Fig. 2. Demographic characteristics of respondents.

Table 2. Descriptive statistics of attending type to school road.

Division	Sample Size	Alone	with Friends	with Adults
Total	1,552(100.0%)	651(44.5%)	519(29.7%)	383(25.8%)
Lower Grades	748(100.0%)	575(50.1%)	306(26.6%)	267(23.3%)
Higher Grades	404(100.0%)	76(18.6%)	213(52.7%)	116(28.6%)

Table 3. Descriptive statistics of commuting distance to school.

Division	Entire Seoul	Grades		Gender	
		Lower Grades	Higher Grades	Schoolboys	Schoolgirls
Commuting Distance	648.2 m	574.7 m	981.2 m	699.5 m	649.5 m

초등학교 통학로에서 발생하기 쉬운 잠재적인 교통사고 유형은 골목길 차량사고(44.5%), 학교 앞 횡단보도 사고(28.2%), 대형차량 회전사고(17.7%) 순으로 나타났다.

초등학교 통학로에서 실제 어린이들이 느끼는 안전도에 대한 분석결과, 치안수준(6.10), 도로횡단편의(5.16), 통행방해/혼잡수준(4.96), 보행편의(4.81), 보차분리수준(4.22), 자동차통행속도(3.45) 순으로 나타났다. 통학로에서 가장 위험도가 높은 것은 자동차 통행속도로 나타나 통과차량에 대한 속도저감 개선을 가장 중요하게 생각하고 있는 것으로 나타났다.

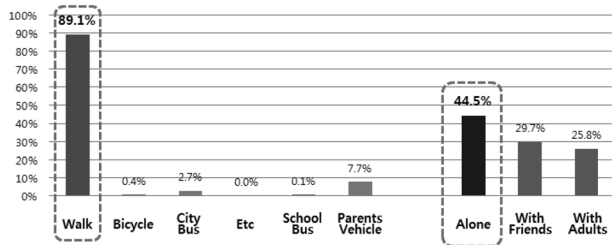


Fig. 3. Comparative analysis by attending type on school road.

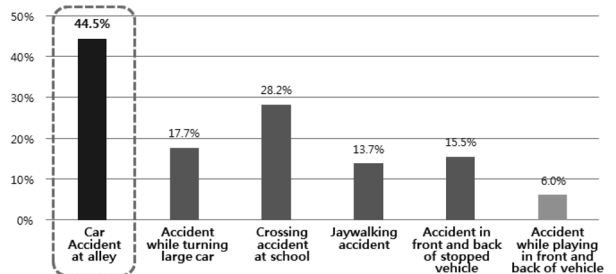


Fig. 4. Cognition rate of possible traffic accidents types.

Table 4. Descriptive statistics on risk(safety) questionnaire.

Division	Walking Convenience	Crossing Convenience	Vehicle Commuting Speed	Segregation between Pedestrian and Vehicle	Commuting Congestion	Public Security
Safety Score	4.81	5.16	3.45	4.22	4.96	6.10

3.3. 도시공간구조 유형검토 및 통학거리 분석

초등학교 및 통학로 주변의 특성을 살펴보면 주거지인지 상업지인지 등에 대한 토지이용, 그리드형 구조인지, 골목길이 많은 지역인지 등에 대한 가로망형태, 간선도로변 인지, 블록 가운데 입지하는 지등에 대한 입지특성 등 다양한 특성을 가지고 있다.

다음은 해당 초등학교를 입지 및 공간구조로 분류한 결과이며, 세부적인 사항은 <Table 5>와 같다.

일부 선행연구에서 토지이용 유형별(주거, 아파트, 주상복합지역), 통학로 개수(ㄱ자형, ㄴ자형, ㄷ자형, ㄹ자형), 도로위계(간선, 보조간선, 집분산, 국지도로)에 대한 특성을 세분화하였다. 하지만, 다양한 입지 및 공간구조 특성을

Table 5. Classification of urban spatial structure around school road.

Urban Spatial Structure		Relevant elementary school	Notes
Division	Subdivision		
Regional Characteristics	Northern Seoul (Gang-buk)	Sungbuk, Soongduck, Changseo, Cheongduck	
	Southern Seoul (Gang-Nam)	Gildong, Doksan, Munbaek, Siheung, Shinmyoung, Sinnirim, Hwagok	
Urban Fabric Composition	Irregular land	Sungbuk	Slope, Spontaneous and Natural Area (Non-Planned)
	Land subdivision	Gildong, Doksan, Siheung, Changseo, Hwagok	Normal residential Area (detached house, multi-family housing)
	Super Block	Munbaek, Sinnirim	Apartment Complex
	Mixed land	Soongduck, Shinmyoung, Cheongduck	Mixed with irregular and subdivisional land
Land use Characteristics	Low-rise Complex	Cheongduck, Soongduck, Siheung, Hwagok, Gildong, Doksan, Changseo, Sungbuk	Commercial on the ground, Educational Facilities
	High-rise Complex	Shinmyoung, Munbaek, Sinnirim	High-rise residential Mountain/River, Industrial complex
Locational Characteristics	Internal Block	Gildong, Doksan, Munbaek, Changseo, Cheongduck, Hwagok	
	Arterial roadside	Soengbuk, Soongduck, Siheung, Shinmyoung, Sinnirim	
Commuting Distance		Whole school	

개별적으로 유형화하여, 종합적인 분석은 미흡한 것으로 나타났다. 따라서 입지 및 공간구조 특성을 종합하고, Data Mining(CART, CHAID)을 활용하여 통계적으로 가장 유의미한 입지 및 공간구조 특성을 제시하고자 한다.

앞서 언급한 지역, 도시가로망, 토지이용, 입지특성을 독립변수로 활용하여 Data Mining(CHAID)을 실시한 결과, ‘통학거리’가 가장 영향력이 높은 요인으로 나타나 통학거리에 따라 안전도 인식의 차이가 있음을 알 수 있었다.

Data Mining 분석결과, 통학거리가 증가할수록 안전에 관한 종합만족도 인식수준이 감소하는 것으로 나타났다. 세부적으로 살펴보면, 127 m이하(76.9점), 127~200 m(72.7점), 200~451 m(63.2점), 451 m이상(58.3)순으로 나타났다. 특히, 어린이 보호구역 범위 내(200 m이하)에 해당하는 경우 74.8 점인데 반해 보호구역 범위 외(451 m 이상)는 58.3점으로 16.5점 낮은 만족도를 보였다. 각 유형별로 종합안전도 측면에서 차이가 있는 것으로 나타났으며, 어린이들의 통학거리 유형별로 차별화된 평가 및 개선대책 제시가 가능할 것으로 판단된다.

4. 종합안전도 영향관계 모형개발

4.1. 상관분석을 활용한 변수선정

Table 6. Comprehensive classification of results(data mining).

Node No	Classification Rule	Level of Safety	Description
1	< 127 m	76.91	internal School Zone
2	128~200 m	72.74	
3	201~451 m	63.17	Transition School Zone
4	> 452 m	58.31	External School Zone

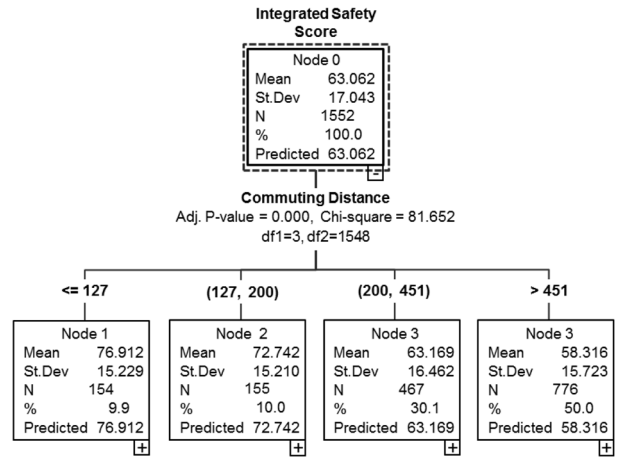


Fig. 5. Classification result of urban spatial structure by CHAID.

Table 7. Results of correlation analysis between Risk variables.

Items	Summary of correlation analysis
Risk on school road	Vehicle Commuting Speed (0.468)***, Segregation of Pedestrian and Vehicle (0.465)***, Commuting Congestion (0.582)***, Public Security (0.495)***
	Walking Convenience (0.672)***, Crossing Convenience (0.638)***

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, 전반적으로 0.4를 모두 상회하고 있어 안전도 변수 모두를 활용하도록 하였다.

4.2. 통학거리 유형별 안전도 영향모형 개발

본 연구에서는 안전도를 종속변수로, 상관관계가 높은 독립변수를 활용하여 인과관계 모형을 개발하기 위해서는 다중회귀분석을 수행하는 것이 적합하다고 판단된다. 특히, 정성적인 영향관계를 규명하기 위해서 필요한 6개 항목과 종합안전도의 인과관계를 규명하는 모형을 개발하고자 한다.

다음은 본 연구의 분석모형을 개발할 경우, 통계적으로 유의한 모형을 선택하기 위해 검토하여야 할 검통계량을 요약 제시하였으며, 통계적 검증을 위해 활용하였다.

- 계수 유의성 : 95%신뢰구간에서 t-value 절대값(1.96값)이 크면 의미 있음
- 다중공선성 : VIF 10이상이면 다중 공선성이 있음.
- 자동상관 : Durbin-Watson 1.5~2.50이내의 값을 가지면 유의함.
- 모형의 설명력(R^2)은 1에 가까울수록 좋음.

앞서 언급한 검증 통계량을 기준으로 다음은 본 연구에서 통계적으로 가장 유의한 모형을 요약한 것이다. 모형간 비교를 위하여 표준화 계수값(Standardized Coefficient)을 중심으로 정리하였다.

영향모형 분석결과, 초등학교 출입구로부터의 거리에 따라 안전도에 영향을 미치는 요인들의 차이가 있음을 알 수 있었다.

어린이보호구역 내에 포함되는 반경 127 m에서는 자동차 통행속도가 가장 높은 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 이는 초등학교 출입구로부터 멀어질수록 위험도가 증가하지만, 어린이 보호구역 내에서 통학하는 학생들 즉, 단거리 통행의 경우 학교 주변도로에서의 자동차 통행속도에 의해 안전도 인식의 변화가 크게 나타나고 있음을 보여주고 있다.

또한, 어린이보호구역 외부에 포함되는 반경 451 m에서는 보행편의, 도로횡단편의, 통행방해/혼잡수준, 치안수준이 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. 그리고 통학거리가 멀어질수록 통학로 안전에 다양한 요인들이 영향을 미치고 있음을 보여주는 결과로도 해석할 수 있다.

따라서 초등학교 주변의 통학거리가 따라 어린이들이 요구하는 안전도 향상 항목에 차이가 나타나 차별화된 통학로 개선방안 및 프로그램 제시가 필요하다.

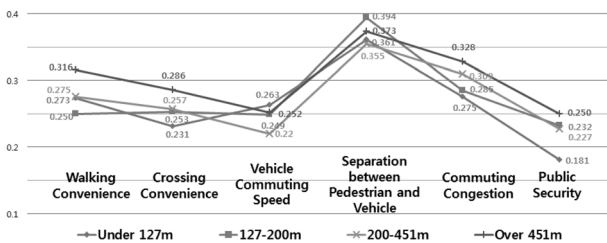


Fig. 6. Comparison on influence coefficient of risk variables by types of distance.

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

Division(type)	Walking Convenience	Crossing Convenience	Vehicle Commuting Speed	Separation between Pedestrian and Vehicle	Commuting Congestion	Public Security
under 127 m	0.273	0.231	0.263	0.361	0.275	0.181
127~200 m	0.250	0.253	0.249	0.394	0.285	0.232
200~451 m	0.275	0.257	0.220	0.355	0.309	0.227
4ver 451 m	0.316	0.286	0.252	0.373	0.328	0.250
Influence Section	over 451m	proportional to distance	under 127m	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) = 8.49-13.45, Variance inflation factor (VIF) = 1.09-1.63

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구는 초등학교 통학로를 이용하는 어린이들의 통학 실태 및 안전도 인식특성을 파악하고, 초등학교 입지특성을 대변하는 도시공간구조 유형특성을 중심으로 영향관계를 규명하였다.

본 연구의 분석결과를 통해 나타난 흥미로운 내용은 도시공간구조 유형 중 선행연구에서 사용하였던 토지이용, 도로위계와 같은 특성보다는 ‘통학거리’에 의해 가장 적절한 유형으로 분류되었다는 것이다. 이는 어린이들의 통학 거리가 도시공간구조 특성을 일정 부분 대변하기 때문으로 판단된다. 이를 토대로 정책적 시사점을 도출하였다.

1) 초등학교 주변 통학로 실태 조사결과, 혼자 걸어서 등교하는 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 통학로에서 잠재적인 사고 발생 경험으로는 골목길 차량사고가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 어린이들의 실제 통학거리는 648.2 m로 어린이 보호구역의 직접 영향권(반경 300 m)의 2배 이상을 벗어나고 있어 상당히 위험한 수준이라고 판단된다.

2) 초등학교 주변 통학로의 어린이들이 실질적인 위험도 중 자동차통행속도를 가장 위험한 요소로 인식하고 있으며, 치안수준은 비교적 양호한 것으로 인식하고 있다.

3) 초등학교 및 통학로 주변 특성을 고려하기 위해 도시공간구조(지역, 도시가로망, 토지이용, 입지, 통학거리)를 분석하였다. 유형분류 분석에서 일반적으로 활용되고 있는 Data Mining기법을 적용하였으며, 통학거리가 가장 영향력있는 변수로 선정되었다. 특히, 통학거리를 기준으로 4가지 유형으로 구분되었으며, 어린이 보호구역에 포함되는 127 m이하(76.9점), 127-200 m(72.7점)는 안전도 점수가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이와 반대로, 어린이보호구역 전이구간인 200-451 m(63.2점), 어린이보호구역에 포함되지 않는 451 m 이상(58.3)은 매우 낮은 안전도를 가지는 것으로 나타났다. 이는 어린이 보호구역 범위 내(200m이하)에 해당하는 경우 74.8점인데 반해 보호구역 범위 외(451 m 이상) 58.3점으로 16.5점 낮은 만족도를 보였다. 각 유형별 종합안전도 측면에서 차이가 있는 것으로 나타나 현재 어린이보호구역 내 중심의 접근보다 안전영향 범위를 크게 보는 정책적 접근이 필요하다고 볼 수 있다.

4) Data Mining을 활용하여 도출된 4가지 통학거리 유형별로 종합안전도와 영향요인의 관계를 위해 회귀분석모형을 개발하였다. 통계적으로 유의한 영향모형 개발결과, 통학거리별로 어린이들이 요구하는 안전영향요인에 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히, 어린이보호구역 내에 포함되는 반경 127 m에서는 자동차통행속도가 가장 높은 영향력을 미치는 것으로 나타났으며, 어린이보호구역 외부에 포함되는 반경 451 m에서는 보행편의가 가장 높은 영향력을 보이는 것으로 나타났다. 이는 초등학교 주변의 통학거리에 따라 어린이들이 요구하는 안전도 향상 항목에 차이가 있으며, 자동차통행속도의 경우는 단거리 통행, 보행편의는 장거리 통행을 하는 어린이들이 많은 영향을 받고 있는 것으로 나타났다.

지금까지 살펴본 결과를 토대로 향후 초등학교 주변지역의 안전도(위험도) 평가시 유형별 결과 도출이 가능하며, 이를 토대로 각 초등학교 입지특성마다 취약한 구간을 도출할 수 있을 것이다. 취약구간별로 실제 통학로를 이용하는 어린이들이 요구하는 개선사항에 집중하여, 예산을 효율적으로 사용하는 차별화된 전략수립이 가능할 것으로 판단된다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 다음의 한계를 지니고 있다. 첫째, 도시공간구조 분석시 통학거리를 제외한 다양한 특성을 추가적으로 고려할 필요가 있다. 본 연구에서는 설문 조사라는 한계로 인해 다양한 유형 조합에 대한 시도가 미흡하였기 때문이다. 둘째, 어린이들이 느끼는 정성적인 위험도를 중심으로 연구를 진행하였으나, 정량적인 요인에 대한 고려도 필요하다고 판단된다. 셋째, 위험도 평가모형에 대한 평가체계 마련을 하는 것도 필요하다.

References

- 1) T. H. Kim, Report of Actual Condition on Elementary School Road, Hyundai Insurance Research Center, 2013
- 2) K. J. Keum, "A Characterizes to Secure the Safety of Traffic in the School Zone Using the Analytic Hierarchy Process", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol. 19, No. 3-1, 1999
- 3) S. M. Uhm, Study on Safety Countermeasures following Analysis the Actual Conditions of Traffic Accident School Zone, Hanbat University, Master's Thesis, 2003
- 4) J. S. Seok, Operation Condition and Improvement Plan of School Zone of Incheon, Incheon Development Institute, 2004
- 5) C. M. Kim and J. E. Kim, "Efficiency of Improving Project on School Zone of Gyeonggi-do", Transportation Technology and Policy, Korean Society of Transportation, Vol. 3, No. 1, 2006
- 6) 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, 2008
- 7) K. S. Lee, A study on the Revision of the School Zone Laws, University of Seoul, Master's Thesis, 2007
- 8) D. Y. Jung, D. K. Kim and S. B. Lee, "An Evaluation of the Crash Reduction Effects of School Zone Improvement Projects", Journal of Seoul Urban Studies, Vol. 9, No. 1, 2008
- 9) S. B. Lee, D. Y. Jung and D. K. Kim, "The Effects of a School Zone Improvement Project on Crash Reduction Regarding Land Use Characteristics", Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 26, No. 3, 2008
- 10) 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, 2010
- 11) J. Y. Park and D. K. Kim, "The Characteristics of Vehicle Speed Violation in School Zones", Journal of Korean Society of Road Engineers, Vol. 12, No. 2, 2010
- 12) H. W. Lee, D. H. Joo, C. S. Hyun, D. H. Kim, B. H. Park and C. K. Lee, "An Analysis of Effects of Travel Speed Using the Safety Facilities in the School Zones", Journal of Korean Intelligent Transport Systems, Vol. 11, No. 3, 2010
- 13) 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, 2012
- 14) S. J. Kang, "Study on the Improvement of School Zones based from the Analysis of Land Use and Road Function Characteristics", Kongju University, Master's Thesis, 2013
- 15) Damian C.A. Collins, The Safe Journeys of an enterprising school : Negotiation landscape of opportunity and risk, 2001
- 16) Gates T. J., H. G. Hawkins and R.T. Ewart, Effectiveness of Rear-Facing Flashing beacon in School Speed Limit Sign Assemblies, Presented at the TRB 83rd Annual Meeting, 2004
- 17) NHTSA, Demonstration of Automated Speed Enforcement in School Zones in Portland, Oregon DOT Report No. DOT HS 810 764, 2006
- 18) Clifton K. J. and K. Fults, The Role of Environmental Attributes in Explaining Pedestrian Vehicular Crashes near Public School, Presented at the TRB 85th Annual Meeting, 2006
- 19) Nurul Hidayati, Ronhui Liu and Frank Montgomery, The Impact of School Safety Zone and Roadside Activities on Speed Behaviour : the Indonesian Case, 15th meeting of the EURO Working Group on Transportation(EWGT 2012). 2012