

서울시 기종점 통행량(OD) 조사 신뢰성 증대방안

-
- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1. 문제의 제기 | 4. 유효표본 증대를 위한 OD보완조사 방법 |
| 2. OD조사의 적정 표본율 산정 및 표본추출방법 | 5. 정책적 시사점 |
| 3. OD조사의 IT정보 활용방안 | |
-

1. 문제의 제기

- 서울시는 1996년과 2002년 수도권 가구통행실태조사를 통하여 목적·수단별 기종점 통행량(OD), 수단분담율 등 주요 서울시 통행지표를 산출하고 있음. 이러한 대규모 조사는 1996년을 기점으로 5년마다 실시되어 수도권 교통DB구축에 있어 중요한 역할을 담당하고 있음.
- 기존의 서울시 OD조사는 조사규모에 비하여 예산이 제약되어 경품과 행정력을 이용하는 등 선진국에 선례가 없는 독특한 조사방법을 적용하였으나 OD조사자료의 활용도가 지속적으로 확대됨에 따라 OD조사의 신뢰성을 제고하는 방안이 필요한 시점임.
- 특히, 대부분 전화조사방법을 적용하는 선진외국도시에 비해 턱없이 적은 예산 문제를 일시에 해결하는 것이 현실적으로 쉽지 않기 때문에 기존의 조사방법을 개선함으로써 조사결과의 신뢰성을 증대할 수 있는 방안 마련이 우선적으로 필요함.
- 본 연구에서는 OD조사결과의 신뢰성 제고를 위해 기존 OD조사의 조사방법상 문제점 해결 방안과 버스카드 등 다양한 기존정보 활용방안을 제시해 보고자 함.

2. OD조사의 적정 표본을 산정 및 표본추출방법

1) OD조사 표본을 산정의 문제점

○ 외국과의 표본을 비교

- 서울시 가구통행실태조사의 경우, 외국과 비교하였을 때 절대 표본율이 약간 높은 수준을 보이고 있어 전체적인 표본율은 문제가 없는 것으로 판단됨.

<표 1> 외국의 표본규모 산정과 2002 서울시 가구통행 실태조사 비교

구분	도시내 존의 개수 (개)	존내 가구수 (가구)	존당 유효 표본수 (가구)	표본율 (%)
외국기준 ¹⁾	1,000	1,500	30	2.0
2002 서울시 가구통행 실태조사	1,129	5,800	144	2.5

1) Wolfgang S. Homburger et al., *Fundamentals of Traffic Engineering*, 13th Edition, Institute of Transportation Studies University of California at Berkeley, 1992, pp.12~15, Table 12-1.

○ 거주지 기준의 표본을 산정 문제점

- 인구밀도가 높은 도시지역은 절대표본수가 많은 반면, 인구밀도가 낮은 시외곽 지역의 절대 표본수는 적게 조사되었는데, 존(Zone)당 절대표본수가 적으면 목적통행(10개) 및 수단통행(14개)에 대한 표본누락 가능성이 높아짐.

<표 2> 인구밀도에 따른 유효가구수 비교

구분	지역	인구밀도 (인/km ²)	총 가구수 (가구)	유효가구수 (가구)	존당 유효가구수 (가구)	유효 표본율(%)
인구밀도 높은지역	서울시 노원구	18,170	180,438	4,649	194	2.6
	서울시 송파구	17,176	193,385	4,447	159	2.3
인구밀도 낮은지역	경기도 여주군	173	29,237	741	74	2.5
	경기도 연천군	79	15,637	394	39	2.5

자료: 서울특별시, 2002, 「2002 서울시 가구통행실태조사」.

- 특정 목적통행 및 수단통행이 누락되는 현상은 대부분 절대 표본수가 적은 존에서 나타남.
- 존별 인구규모 1만명을 기준으로 인구규모가 작은 존과 큰 존 사이에 특정목적 및 특정 수단의 누락율 차이가 큼(<표 3>, <표 4> 참조).

<표 3> 특정 목적이 누락되는 존의 개수 (거주지 기준)

(단위 : 개)

존별 인구규모	귀가	출근	등교	학원	업무	쇼핑	여가/오락	기타	총계
0≤인구<1만명	0	0	0	16	4	14	38	4	76
1만명≤인구<2만명	0	0	0	0	1	3	1	0	5
2만명≤인구	0	0	0	0	0	2	2	0	4

<표 4> 특정 수단이 누락되는 존의 개수 (거주지 기준)

(단위 : 개)

존별 인구규모	승용차	통근·통학/기타버스	일반버스	좌석/고속버스	마을버스	지하철	택시	기타	총계
0≤인구<1만명	0	13	0	62	67	66	71	22	280
1만명≤인구<2만명	0	0	0	18	21	15	16	21	90
2만명≤인구	0	0	0	5	17	1	3	17	33

○ 도착지 기준의 표본율 산정 문제점

- 거주지 기준으로 표본율을 산정하기 때문에 도착지 기준으로 표본율을 살펴보면 편차가 심한 경우가 발생함.
- 수도권 전체 통행 중 통근통행이 37.0%, 통학통행이 19.1%로, 통근/통학 통행이 전체의 절반 이상 차지할 정도로 중요하나, 도착지의 고용자수와 학생수에 의한 도착지 기준의 통근·통학 표본율을 파악해 보면 표본율이 낮은 존이 많이 나타남. 도착지 기준으로 통근 및 통학통행의 표본율이 낮은 지역에 대한 보완이 필요함(<표 5> 참조).

<표 5> 거주지 기준과 도착지 기준으로 표본율 2.0% 이하인 존의 개수 비교

구분		존 개수(비율)
거주지 기준	표본율이 2.0% 이하인 존	94개 (8.3%)
도착지 기준	통근통행 표본율이 2.0% 이하인 존	361개 (32.0%)
	통학통행 표본율이 2.0% 이하인 존	306개 (27.1%)

자료: 서울특별시, 2002, 「2002 서울시 가구통행 실태조사」

2) 적정 표본을 산정방법

○ 거주지 기준

- 인구가 5,000명 미만인 경우 기존의 유효표본율보다 좀 더 높은 3.6%를 적용하도록 하며, 인구가 5,000~1만명일 경우에는 유효표본율 2.9%를 적용함. 반면 인구 1만명 이상일 경우에는 기존보다 약간 낮은 2.4%의 유효표본율을 적용하여 전체적으로 2.5% 표본율을 유지함.
- 인구 1만명 이상일 경우 2.0%까지 표본율이 낮아져도 목적 및 수단통행의 신뢰성에 있어서 별다른 문제점이 없는 것으로 분석되었음. 따라서 <표 6>과 같이 인구수준별로 차등화된 표본율을 적용하면 동일한 비용을 가지고도 좀 더 높은 OD의 신뢰성 확보가 가능할 것으로 보여짐.

<표 6> 동일 표본을 적용시와 인구별 차등화된 표본을 적용시 조사가구수 비교

구 분		총 가구수	유효 조사가구수
전체 가구수 동일한 표본율 적용시 ▶ 2.5%		6,548,616	163,172
인구별로 차등화된 표본율 적용시	인구 5천 미만 ▶ 3.6%	66,866	2,407
	인구 5천 이상 1만 미만 ▶ 2.9%	367,834	10,667
	인구 1만 이상 ▶ 2.4%	6,113,916	146,733
	소계	6,548,616	159,807

○ 도착지 기준

- OD 조사표 회수 후, 통근도착 통행수와 통학도착 통행수 집계 결과를 고려하여, 목표 유효 표본율 2.0% 및 최소 표본수 30개 미달지역에 대해 직장방문 보완조사와 학생매체 보완 조사를 실시함.

3. OD정보의 IT정보 활용방안

1) IT정보자료의 현황 및 문제점

○ 교통카드(T-Money) 자료

- 서울시 교통카드 자료에는 서울시 버스체계 개편에 따른 순환, 지선, 간선, 광역버스의 T-Money 카드 단말기가 부착된 버스 데이터만 수집되어 현금승차와 무임승차 자료가 수집되지 않고, 서울시를 유출입하는 수도권 각 지자체별 버스자료가 연계되지 않기 때문에, 서울시 버스 이용객 수요의 모집단 파악이 불가능함.
- 또한, 교통카드 자료의 승하차 및 환승 자료를 활용하여 OD를 구축하는 데는 몇 가지 구조적인 문제가 있음.
- 2004년 10월 교통카드 자료에 의하면, 승차정류장과 하차정류장이 동일한 오류가 전체의 5.65%임. 이 오류는 실제 하차정류장 이전에 하차 Tag를 시행하기 때문에 발생하는 것으로 판단됨. 승차거리가 짧은 마을버스에서 이러한 오류 발생율이 11.98%~18.18%로 특히 높았음.
- 하차 정보가 없는 오류 발생율은 전체적으로 6.06%임. 이 오류는 하차정류장에서 하차 Tag를 시행하지 않아 발생하는 것으로 판단되며, 환승할인이 되지 않는 광역버스에서 이러한 오류발생율이 64.35%로 가장 높았음.
- 환승할인이 적용된 복합수단 통행자에 대해 1가지 목적통행인지, 2가지 이상 목적통행인지에 대한 구분이 불가능함. 따라서 기존의 목적 OD 및 수단 OD에 활용하기가 현실적으로 어려움.

○ 지하철 RF/MS 자료¹⁾

- 지하철역이 행정구역의 경계에 위치한 경우가 많아 지하철역 이용객의 출발지와 도착지에 대한 행정구역 파악이 어려움. 따라서 이용자의 행정구역 정보가 없는 역간 OD를 기존의 행정동 단위 OD에 활용하는 데 한계가 있음.

1) RF 자료는 교통카드, 정기권 등을 이용하여 지하철을 이용한 경우 카드단말기에서 집계되는 승하차 수송실적 자료이며, MS 자료는 카드 이외의 보통권, 일반정액권, 청소년·학생 정액권, 소아권, 우대권(노인권), 무임권, 직원·가족권, 단체권 등을 통해 수집되는 수송실적 자료를 말함.

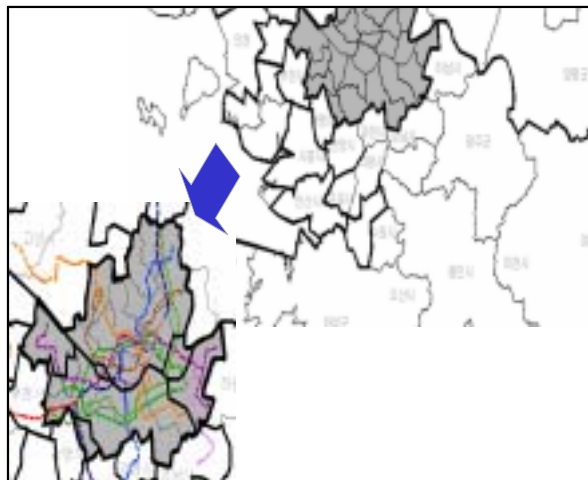
2) IT정보자료의 OD조사 활용방안

○ 교통카드(T-Money) 자료 활용방안

- 1단계는 현재 단계에서 교통카드 자료를 이용하여, 모집단 전체 자료 수집이 가능한 서울시 전체 마을버스의 OD보정과 서울시 버스만 운행되는 성북구, 성동구의 시내버스 OD보정을 할 수 있음. 현재 단계에서 발생하는 하차정류장에 대한 오류를 해결하기 위해서는 하차 정류장 추정 알고리즘이 필요함.
- 2단계에서는 서울시 경계 유출입 버스 간의 자료연계가 필요함. 이를 통해, 서울시 시계 코든(Cordon) 교통량 조사보다 더 정확한 시계 통행량을 파악할 수 있고 서울시 관련 환승 통행에 대해서도 분석 정확도를 향상시킬 수 있음.
- 3단계는 수도권 전체의 교통시스템 통합이 이루어지는 단계이며, 수도권 OD 모집단 추정의 정확도가 향상됨에 따라 서울시 OD의 신뢰성이 증진됨.

○ 지하철 RF/MS Data 활용방안

- 1단계로, 물리적 거리에 의한 지하철 이용가능 권역을 그룹화 함. 역간 지하철 OD를 권역별 OD로 변환하여, 전수화 된 지하철 OD 검증자료로 활용함. 본 연구 결과에 의하면, 기존의 수도권 5대 권역(서울강북, 서울강남, 경기북부, 경기남부, 인천시) 구분을 24개 그룹으로 확대 구분하여 적용하는 것이 가능함.
- 2단계로, 지하철 역 이용자 공간분포 표본조사를 통한 이용가능 존을 세분화함. 실제 지하철 역 이용자의 공간분포 표본조사를 통해 좀 더 정확하게 존이 세분화 되면, 보정 가능한 매트릭스(matrix) 단위의 수가 증가되고, 이에 따라 신뢰성 있는 서울시 지하철 OD를 구축할 수 있음.



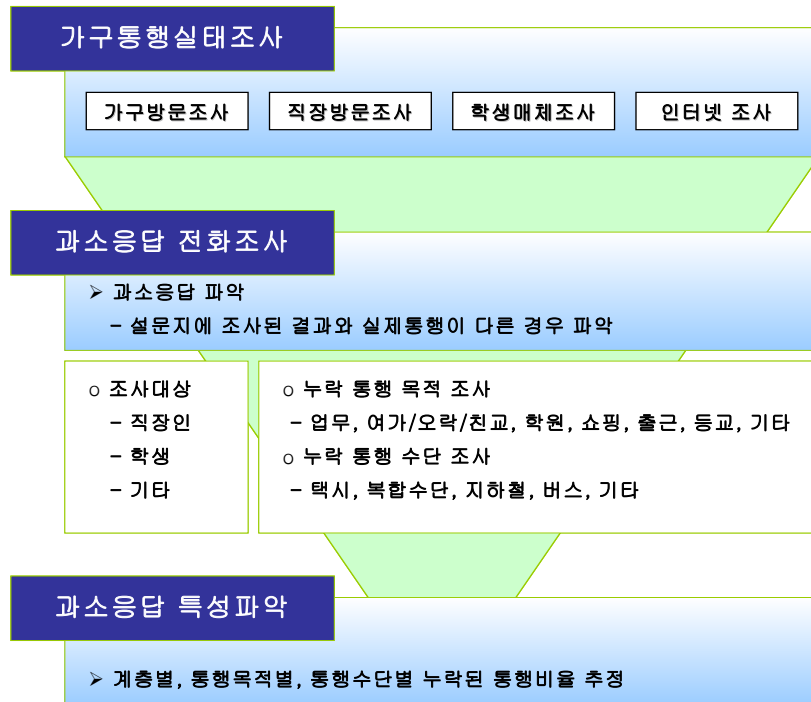
[그림 1] 물리적 거리에 의한 그룹별 행정구분도

4. 유효표본 증대를 위한 OD보완조사 방법

1) OD보완조사(전화조사) 사례연구

○ OD보완조사의 필요성

- 국내의 OD조사는 예산규모가 전화조사를 본조사 방법으로 채택하고 있는 선진국 예산의 약 10% 수준도 안되기 때문에 (미국 LA 경우 \$125/가구, 국내의 경우 \$7/가구) 행정력을 이용한 조사를 본조사 방법으로 채택할 수밖에 없는 실정임.
- 이와 같은 조사방법은 표본의 무작위성(Randomness) 확보가 어렵고, 어느 정도의 과소 응답(Under Reporting)이 예상되기 때문에 이를 보완하기 위한 보완조사 방법이 강구되어야 함.



[그림 2] 전화조사 사례연구 방법론

○ 전화조사 사례연구로 본 통행목적자료의 누락

- 전화조사 사례연구 결과, 통행목적자료의 누락율은 전체적으로 11.9%이며, 특히, 업무목적의 경우 누락율이 44.1%, 여가/오락/친교목적은 42.5%로 매우 높음(<표 7> 참조).

<표 7> 통행목적별 누락된 통행 수 비율

통행목적	시트지에 기재된 통행수 (A)	누락된 통행수 (B)	실제 통행수 (C=A+B)	누락된 통행비율(%) (B / C×100)
출퇴근	1,242	33	1,275	2.6
업무	189	149	338	44.1
등하교	636	9	645	1.4
학원관련	339	42	381	11.0
쇼핑	99	2	101	2.0
여가/오락/친교	199	147	346	42.5
기타	132	0	132	0.0
총계	2,836	382	3,218	11.9

○ 전화조사 사례연구로 본 통행수단자료의 누락

- 전화조사 사례연구 결과, 통행수단자료의 누락율은 전체적으로 13.4%이며, 특히, 택시의 경우 누락율이 33.3%, 2가지 이상의 교통수단을 이용하는 복합수단의 경우 16.6%로 매우 높음(<표 8> 참조).

<표 8> 통행수단별 누락된 통행수 비율

통행수단	시트지에 기재된 통행수 (A)	누락된 통행수 (B)	실제 통행수 (C=A+B)	누락된 통행비율(%) (B / C×100)
승용차	974	105	1,079	9.7
복합수단	416	83	499	16.6
버스	830	116	946	12.3
지하철	413	102	515	19.8
택시	54	27	81	33.3
기타	158	8	166	4.8
총계	2,845	441	3,286	13.4

2) 유효표본 증대를 위한 보완조사 방법

○ 거주지 기준의 유효표본 증대를 위한 보완조사 방법

- OD보완조사 사례연구결과 전체조사에서 누락된 통행목적의 비율이 11.9%, 누락된 통행수단의 비율이 13.4%였으며, 가구방문조사에서 누락된 통행목적의 비율이 7.8%, 누락된 통행수단의 비율이 11.4%로 나타났음. 따라서 전화조사를 시행한다면 약 10%의 OD 신뢰성 증진이 예상되며, 본조사 시행 후 전화보완조사하는 방법과 본조사 시행시 일부표본을 전화조사하는 방법이 있음.
- 첫 번째 방법은 조사지 회수 후 전화보완조사까지 시간이 오래 걸리기 때문에 조사의 정확도가 떨어지는 단점이 있으며, 두 번째 방법인 처음부터 일부 표본에 대해서 전화 조사를 시행할 경우 응답률이 떨어지는 문제가 생길 수 있음.
- 본조사 후 일부 표본에 대해 전화보완조사를 시행하는 방법과 처음부터 일부 표본에 대해서 전화조사를 시행하는 경우에 대해서 파일럿 조사를 시행한 뒤 둘 중에서 더 나은 방법을 선택하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

○ 도착지 기준의 유효표본증대를 위한 보완조사 방법

- 기존의 통반장을 이용한 가구방문조사 후 출근도착 통행수와 등교도착 통행수의 집계결과를 고려하여, 목표 유효표본율(도착지 기준) 2.0% 미만 지역이나 최소 표본수 30개 미달 지역에 대해서 직장방문 보완조사와 학생매체 보완조사를 실시함.
- 직장방문 보완조사와 학생매체 보완조사에 대해서도 전화보완조사를 실시하도록 함.
- 이를 통해서 비정기적인 업무 및 친교위락통행과 택시수단 및 복잡한 복합환승통행의 누락 파악이 가능함.

5. 정책적 시사점

- 전체 표본율은 문제가 없으나, 유효표본증대를 위한 OD보완조사 사례연구결과 목적통행에 대한 과소응답비율이 11.9%, 수단통행에 대한 과소응답비율이 13.4%로 나타남. 선진국과 같이 본조사를 전화조사로 하거나, 기존과 같은 가구방문조사 이후 전화보완조사를 하는 방법이 있으나 선진국의 10% 수준도 안 되는 예산으로는 불가능함. 예산의 현실적 반영이 필요함.
- 교통카드(T-Money) 자료 활용을 통한 OD신뢰성 검증 및 보완을 위해 수도권 대중교통 체계의 통합 및 카드자료 연계가 필요함. 우선적으로, 서울 시계를 유출입하는 서울시, 인천시, 경기도의 버스자료를 공유하고, 지자체별로 수집되는 교통카드 수집자료 및 방법을 표준화하며, 궁극적으로는, 시도간 환승 및 교통카드 공용이 가능하도록 수도권 대중교통 체계를 통합해야 함.
- 현재와 같은 수동식 조사는 정책에 대한 민감도를 상시적으로 반영하는 데 한계가 있어, 정책변화가 바로 반영되는 체계화된 OD수정 및 보완 시스템 구축이 필요함.
- 실시간으로 수집이 가능한 T-Money 데이터와 지하철 RF/MS 데이터의 정기적인 수집 및 분석을 통해 수도권 OD를 업데이트하기 위해서는 교통 DB센터 설립이 필요함.

김순관 | 서울시정개발연구원 연구위원
02-2149-1095
sdigwan@sdi.re.kr