

통행량 분포모형의 적용 타당성에 관한 연구 - 광주광역시를 중심으로 - A Study on the Appropriateness in Applying the Trip Distribution Model - in Kwangju City -

황의진*

Hwang Eui Jin

要 旨

본 연구에서 교통수요 예측기법 중 통행량 분포기법의 이론적 배경에 대하여 광주광역시를 중심으로 컴퓨터 시뮬레이션 기술을 통하여 분석 평가하고 모형에 내재되어 있는 매개변수의 특성변화를 연구하여 통행량 분포모형의 적용 타당성을 찾고자 하는데 연구의 목적이 있다. 본 연구에서는 통행분포모형의 정립을 목적으로 광주시의 20개 대존 중에서 도심지역에 해당되는 9개 존을 중심으로 한 통행목적별, 수단별, 출발·도착통행량 모형을 정립하였다. 여기에서는 기준 년도를 1996년으로 하고 2001년까지의 통행량을 분석하고 2008년도까지의 통행분포량을 예측하였다.

핵심용어 : 통행분포모델, 매개변수, 시뮬레이션

Abstract

This study has an object of searching for appropriateness in applying the trip distribution model by studying the changes of the character of parameter which the model contains and by analyzing and evaluating trip distribution technique out of four steps of pre-estimate technique for the traffic demand through computer simulation centering around Kwangju. Method of this study is investigating the basic theory for trip distribution model and with this grounding, I rearranged it as research data for trip distribution model compatible for Kwangju, using data such as research data on actual state, the statistics annual report and basic plan for traffic full equipment of Kwangju. So, The most stable measure of the type of trip distribution of Kwangju city was produced in Fratar and Detroit model, however, gravity model has a little bit low reliance in sharing of estimation and actual survey although it is astrigent in short period.

Keywords : Trip distribution model, Parameter, Simulation

1. 서 론

교통문제는 지역적인 특수성을 가지고 있으므로, 이들 도시교통수요 예측모형의 적용에는 사전에 많은 조사와 분석이 이루어져야 하며, 예측결과에 따라 다소 다른 결과를 나타내므로 모형구조에 대한 이론적 검토와 함께 적용시 나타나는 문제점을 심도 있게 파악하여야 한다.

따라서 본 연구에서 교통수요 예측기법 중 통행량 분포기법의 이론적 배경에 대하여 광주광역시를 중심으로 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 분석 평가하고 모형에 내재되어 있는 매개변수의 특성변화를 연구하여 통행량 분포모형의 적용 타당성을 찾고자 하는데 본 연구의 목적이 있다. 본 연구에서는 통행분포모형의 정립을 목적으로 광주

시의 20개 대존 중에서 도심지역에 해당되는 9개 존을 중심으로 한 통행목적별, 수단별, 출발·도착통행량 모형을 정립하였다. 여기에서는 기준 년도를 1996년으로 하고 5년 후인 2001년을 목표연도로 설정하고 2008년도까지의 통행분포량을 예측하였다.

모형에 의한 예측결과와 신뢰성은 기준 년도의 통행패턴에 의해 구한 목표연도의 통행량과 모형에 의한 예측결과를 X^2 검증결과에 의해 분석하였으며, 각 모형의 X^2 검증결과는 통행량 보존법칙을 만족시키기 위해 도입되는 반복계산의 회수에 따른 오차의 변화를 분석하여 각 모형의 수렴성 문제를 검토하였다. 각 모형별 통행분포는 실제 치와 모형 치에 의한 계산 값과의 결과를 분석하여 통행발생량과 유입량에 따른 조정계수에 관하여 분석하였다.

2004년 8월 24일 접수, 2004년 9월 7일 채택

* 정희원, 한려대학교 토목환경공학과 전임교수 (midasej@nate.com)

2. 주요 도시지표 및 교통현황

'98년 말 현재 광주시의 인구는 1,342천인(전국의 2.7%)으로 '90년을 제외하고 꾸준한 증가추세를 보이고 있으며 '89년부터 '98년까지 10년 간의 연평균증가율은 1.86%를 보이고 있다. 또한 광주시와 인접 시·군을 포함한 광주권 인구도 꾸준한 증가추세를 보이고 있으며 광주인접 시·군에 있어서는 '94년까지 인구가 크게 감소되었으나 '95년부터 인구증가추세가 두드러지고 있는데 이는 표 1에서 나타난 바와 같이 광주권 인구증가는 전남의 인구가 유입된 데도 상당한 원인이 있는 것으로 분석되고 있다.

광주시의 학생 수는 '93년 398.5천인에서 '94년 398.8천인으로 안정세를 보이다가 '95년도에 298천인으로 감소하였고 '96년, '97년에 다시 증가추세를 보였으나 '98년도에는 404.6천인으로 다시 감소하는 추세를 보이고 있다.

다음으로 광주시 행정구역은 501.32Km²로써(전국의 0.5%)를 차지하고 있으며 도시계획구역은 744.22km²로

전라남도 편입지역이 265.85km²에 이르고 있다. 특히 도시계획구역의 87.5%가 녹지지역이며 녹지지역 중에는 GB(그린벨트)구역이 70.9%를 차지하고 있다.

주요건축물 용도별 연면적은 공동주택이 47%로 그 비중이 가장 높고 다음으로는 단독주택이 14.4%, 상점이 11.2%, 공장이 9.2%순으로 나타나고 있다.

한편 '97년 현재 광주시의 고용자수는 모두 544천인으로 전체인구의 41.0%이며, 산업구조별 취업구조를 살펴보면 1차산업이 5.1%로 28천인, 2차산업이 11.9%로 65천인, 3차산업이 82.7%로 450천인으로 나타난다(표 4).

표 3. 도시계획구역의 용도지역 현황

계	주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	비 고
744.22	64.03	8.48	20.71	651.00	GB527.73
(100%)	(8.6%)	(1.1%)	(2.8%)	(87.5%)	(70.9%)

자료 : 광주시 통계연보 1998년

광주시의 자동차보유대수는 '93년 161,456대에서 '98년 287,991대로 연평균 14.2%의 급격한 증가추세를 나타내고 있으며, 특히 승용차의 증가가 두드러지고 있다. 이중에 자가용승용차는 전체 차량대수의 73.4%인 211,359대에 이르고 있다.

표 1. 광주시 인구변화 현황 (단위 : 명, %)

년 도	광주광역시		년 도	광주광역시	
	인 구	증 감		인 구	증 감
1988	1,116,332	-	1994	1,273,854	224,173
1989	1,162,573	46,241	1995	1,287,134	13,280
1990	1,144,695	△17,878	1996	1,302,261	15,127
1991	1,179,077	34,382	1997	1,326,478	24,217
1992	1,224,778	45,701	1998	1,342,009	15,531
1993	1,249,681	24,903	연평균 증가율	-	1.86

자료 : 광주시 통계연보 1998년, '98.12월말 주민등록인구

표 2. 광주시 학생수 년도별 현황 (단위 : 명)

구 분	1993	1994	1995	1996	1997	1998
학 생 수	398,557	398,824	397,997	403,959	406,025	404,659
연 증가율(%)	-	0.07	-0.2	1.5	0.5	-0.3
초등학생	128,278	121,590	114,785	112,154	113,152	117,129
중 학 생	77,606	76,948	76,540	77,560	70,848	64,827
고등학생	75,143	73,070	75,020	75,201	78,190	77,976
대학생이상	74,893	109,720	113,689	120,705	118,624	127,803
기 타	1,174	4,716	4,757	4,449	4,097	3,666
총인구 대비(%)	32.03	30.98	30.90	27.96	30.61	30.15

자료 : 광주시 통계연보 1998년

표 4. 광주시 산업별 취업구조 현황 (단위 : 천인, %)

구 분	경제활동 인 구	산 업 별 취 업 구 조			실업률 (%)	
		계	1차산업	2차산업		3차산업
1993	470	451	30(6.7)	74(16.4)	647(76.9)	4.0
1994	493	474	29(6.1)	70(14.8)	375(79.1)	3.7
1995	515	500	28(5.6)	75(15.0)	397(79.4)	2.9
1996	534	520	27(5.2)	69(13.3)	423(81.3)	2.8
1997	561	544	28(5.1)	65(11.9)	450(82.7)	3.0

자료 : 광주시 1998년 통계연보

표 5. 자동차 보유대수 현황 (단위 : 대)

년 도	총 대수		자 가 용 승 용 차		기 타 차 량	
	대 수	증 감	대 수	증 감	대 수	증 감
1993	161,456	-	108,726	-	52,730	-
1994	196,466	35,010	135,558	26,832	60,908	8,178
1995	226,961	30,495	160,579	25,018	66,385	5,477
1996	258,799	31,838	187,848	27,272	70,951	4,566
1997	285,014	26,215	209,864	22,016	75,150	4,199
1998	287,991	2,977	211,359	1,495	76,632	1,482

자료 : 광주시 교통기획과

3. 광주광역권의 교통수요 전망

3.1 총통행 및 수단별 통행수요

광주시의 장래 통행수요를 예측하기 위해 제3차 국토종합개발계획, 광주장기종합발전계획의 상위계획을 고려하여 예측하였으며, 장래인구구조는 시정주요통계를 참조하여 예측하였다. 장래통행량 예측 결과 목적통행량은 1998년 2,820천 통행에서 2008년 3,188천 통행으로 약 13%정도 증가될 것으로 예측되었으며, 2008년 1인당 목적통행은 2.3통행/인으로 나타나 2회 이상의 목적통행을 발생시키는 것으로 예측하였다. 또한 수단통행량은 교통수단의 다변화 및 자가용 승용차의 보급확대 등의 영향을 받게되어 증가되는 추세로서 2008년에는 2,772천 통행으로 추정하고 있다.

다음으로 수단별 통행수요의 변화를 살펴보면 통행량이 가장 많은 시내버스의 분담통행은 '91~'98년 기간동안 1.35%의 비율로 증가하였으나 장래에는 연평균 0.52%의 비율로 낮게 증가하여 목표 년도인 2008년에는 1,258천 통행이 될 것으로 예측된다.

시내버스의 통행분담율 또한 1991년 53.6%인 것이 1998년 현재 51.3%로 줄어들었고 이러한 추세는 장래에도 계속되어 도시철도가 운영될 2008년에는 40.6%까지 떨어질 것으로 전망된다.

도시철도가 계획대로 건설될 경우 도시철도의 통행수요는 2002년 149천 통행 그리고 2008년 161천 통행으로 전망되어 버스와 지하철 등 전체 대중교통 분담율은 51~52% 수준을 유지할 것으로 전망되고 있다.

한편 장래에도 승용차 통행 분담율은 계속 증가하여 '98년 현재 15.6%이던 것이 10년 후인 2008년에는 16.7%까지 상승하여 455천 통행이 될 것으로 전망된다.

그리고 기타 수단의 연평균 증가율은 점차 감소 '98년 현재 11.4%이던 것이 장래에는 10.1%까지 떨어질 것으로 전망된다.

표 6. 연도별 1일 통행수요 예측

구 분	단위	1991	1994	1998	2002	2008
인 구	(천인)	1,179	1,274	1,342	1,405	1,500
교통 인구	(천인)	1,151	1,185	1,226	1,284	1,386
수단 통행량	(천 통행)	2,028	2,214	2,329	2,568	2,772
교통인구당 수단통행량	(통행/인)	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0
목적 통행량	(천 통행)	2,481	2,645	2,820	2,953	3,180
교통인구당 목적통행량	(통행/인)	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3

표 7. 교통수단별 통행수요 현황 및 전망

(단위 : 천통행/일)

구 분	수 단	1991	1994	1998	2002	2008	연평균증가율 (%)	
							91~98	98~08
통행 (천통행/일)	시내버스	1,088	1,178	1,195	1,166	1,258	1.35	0.52
	택시	470	503	505	568	613	1.03	1.96
	승용차	209	252	363	421	455	8.21	2.28
	지하철	-	-	-	149	161	-	8.10
	기타	261	281	266	264	285	0.27	7.14
	계	2,028	2,214	2,329	2,568	2,772	2.0	1.76
분담 율 (%)	시내버스	53.6	53.2	51.3	45.4	40.6		
	택시	23.2	22.7	21.7	22.1	22.0		
	승용차	10.2	11.4	15.6	16.4	16.7		
	지하철	-	-	-	5.8	10.6		
	기타	12.9	12.7	11.4	10.3	10.1		
	계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		

주) 지하철 분담율은 2002년 13.0km(1호선 1구간), 2008년 20.1km(1호선 1, 2구간) 개통시

자료 : 광주시 교통정비 기본계획 ('93)

3.2 자동차 및 준별 발생·도착통행량

자동차 보유대수는 사회·경제지표와 상관관계가 높은 것으로 나타나 산업별 취업구조에서 3차산업을 종속변수로 한 회귀분석모형을 사용하여 장래 자동차 대수를 예측하면 2002년에는 35만여대이며 6년 후인 2008년에는 46만여대로 증가할 것으로 예측된다.

다음은 통행발생·도착모형의 목적은 장래 각 준별 발생통행량과 도착통행량을 예측한 것으로 광주시에 적용한 모형은 기준 년도인 1991년의 각 준별 통행발생량과 도착량을 종속변수로 하고 1991년의 준별 인구, 학생수, 산업별 고용자 수 등을 독립변수로 한 다음과 같은 모형이다.

$$T_{ij} = a + (b \times POP_i) + (c \times EMP_i) + (d \times STU_i)$$

여기서 T_{ij} : i준의 수단의 발생통행량 또는 도착통행량

POP_i : i준의 인구

EMP_i : i준의 고용자수

STU_i : i준의 발생수

표 8. 광주시 장래 자동차 보유 대수

(단위 : 대)

구 분	1998	2002	2008
총 대수	287,991	347,134	460,599
자가용승용차	211,359	260,549	356,608
기타차량	76,632	86,585	103,991

자료 : 광주시 교통정비 기본계획 ('93)

표 9. 대존별 발생·도착통행량

구분	연도	1989	1991	1994	1996	2001	2006
		발생	175,109	193,079	197,959	219,893	258,134
1	도착	176,021	193,724	198,150	220,700	258,935	314,325
2	발생	100,185	110,638	116,913	132,510	156,680	187,411
	도착	100,567	110,863	117,187	133,417	157,976	188,872
3	발생	77,622	86,251	89,150	99,563	124,375	151,852
	도착	76,586	85,154	88,043	98,770	123,509	150,939
4	발생	43,459	49,006	53,432	61,835	76,622	94,077
	도착	43,626	49,181	53,512	62,109	77,046	94,657
5	발생	11,458	129,375	137,718	156,852	193,622	233,137
	도착	114,468	129,366	137,268	156,676	193,307	233,326
6	발생	88,439	101,254	109,185	125,430	155,422	185,588
	도착	87,923	100,405	107,504	123,445	153,148	182,977
7	발생	130,272	144,216	153,135	174,123	204,726	235,064
	도착	130,636	144,486	153,319	175,002	205,852	237,124
8	발생	124,675	140,845	150,349	171,560	238,960	327,826
	도착	124,581	140,385	152,996	177,768	237,379	325,525
9	발생	91,343	100,844	104,851	117,560	139,275	168,780
	도착	91,589	101,015	104,894	118,013	139,559	169,114

자료 : 광주시 교통정비 기본계획 ('93)

본 모형에 의한 장래의 존별 발생·도착통행량 예측결과, '94년 현재 가장 많은 발생·도착통행을 유발시키고 있는 i존은 장래에도 같은 비중으로 가장 많은 통행량을 유발시킬 것으로 전망된다. 단, 광주시 전체의 발생교통량은 '94년 현재 2,214천 통행에서 2001년 3,206천 통행 그리고 2006년 3,898천 통행으로 증가하여 연평균 증가율이 4.2%로 예상된다.

'91년 이전까지는 도심과 시내통행량이 많은 차이를

보였던 것과는 달리 장래에는 그림 1의 연구대상 존의 위도에서 1~11존인 시내 존간 통행량 차이가 다소 줄어들 것으로 전망되는데 이는 도심범위가 넓어지고 상업시설, 공공시설, 문화시설 등이 시내 전역에 골고루 위치하게 될 것으로 예측되기 때문이다.

한편 13존, 17존 등을 제외한 12~20존의 외곽지역은 장래에도 도심 및 시내지역과는 큰 차이를 보일 것이며 특히 12존, 19존의 경우 2006년에는 각각 75.5천 통행, 76.7천 통행을 발생시켜 광주시 전체 통행의 1.9%, 2.0%를 각각 점유하는데 그칠 것으로 전망된다.

3.3 시외 유출·입 통행 전망

광주시 유출입지점별로 살펴볼 때 통행량이 가장 많은 지점은 현재 가장 많은 통행량을 보이고 있는 부산방면이며 장래에도 꾸준히 통행량이 증가하여 목표년도인 2008년에도 많은 통행량을 보일 것으로 전망된다.

장성·비아방면과 나주방면 또한 통행량이 계속 증가하여 장래에도 광주시 11개 유출·입 방면 중 통행량이 많은 구간에 포함될 것으로 분석되는데, 장래 증가추세를 방면별로 살펴보면 부산방면은 유입·유출이 각각 연평균 4.91%, 6.69%씩 증가하여 2008년에 유입통행량이 36천 통행/일, 유출통행량이 56천 통행/일이 발생할 것으로 예측된다.

그리고 장성·비아방면은 2008년에 유입이 46천 통행/일, 유출이 42천 통행/일로 각각 6.87%, 6.67%의 연평균증가율을 보일 것으로 판단되며, 나주방면은 이보다 다소 낮은 3.60%, 6.22%의 비율로 증가할 것으로 예측된다.

한편 전체 광주시의 유출·입 통행량 증가율은 유입이 연평균 3.70%, 유출이 4.77%로 각각 증가하여 2008년

표 10. 시외 유출·입 통행 현황 및 전망

(단위 : 통행/일)

방 면	1998		2002		2008		연평균증가율(%)	
	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출
1. 장성·비아(비아I.C)	23,807	22,021	33,188	30,412	46,266	42,001	6.87	6.67
2. 목포(포충사입구)	17,603	19,868	20,616	23,313	24,144	27,356	3.21	3.25
3. 화순(용연정수장입구)	19,958	9,414	23,025	10,776	26,563	12,336	2.90	2.74
4. 대치·담양(용산교)	7,030	8,247	8,719	11,214	10,813	15,250	4.40	6.34
5. 서울(서광주I.C)	21,417	27,498	23,335	30,809	25,414	34,519	1.73	2.30
6. 영광(삼도)	9,326	8,980	10,317	10,360	11,413	11,952	2.04	2.90
7. 부산(동광주I.C)	22,771	29,734	28,938	41,103	36,775	56,819	4.91	6.69
8. 담양(망월동입구)	12,006	11,118	13,564	13,128	15,324	15,502	2.47	3.38
9. 나주(동곡)	20,145	19,721	24,042	26,666	28,692	36,057	3.60	6.22
10. 임곡(임곡동)	4,587	5,717	5,799	8,200	7,331	11,761	4.80	7.48
11. 남평(대촌4거리)	9,723	8,924	11,694	11,137	14,064	13,899	3.76	4.53
계	168,373	171,242	203,237	217,118	246,799	277,452	3.70	4.77

에는 총 524천 통행에 이를 것으로 전망된다.

4. 시뮬레이션 및 결과분석

4.1 모형의 접근방법

통행분포 모형은 4단계 모형의 2번째 단계로써 1단계에서 구해진 통행유출량과 통행유입량을 연결시키는 시뮬레이션이 이루어지는 과정이다. 즉, 통행자가 어느 곳으로 통행하는가를 추정하여 통행유출과 유입량을 각 존쌍(zone pair) 별로 분포시키는 작업이라 할 수 있다.

본 연구에서는 통행분포의 여러 모형중 평균성장율법, 프라타법, 디트로이트법, 중력모형 등 4가지모형의 시뮬레이션과정을 분석·평가하였다.

우선 모형분석을 위하여 광주시의 20개 대존 중에서 1차순환도로 내부의 도심지역에 해당되는 9개 존을 연구대상지역으로 설정하였으며 대상 존의 구분은 표 11에서와 같이 대존 9개(중존 32개)이며 Zone위치를 도면으로 표시하면 그림 1에서와 같다.

또한, 사례지구의 96년도 현재 O-D 분포표는 표 12와 같으며 2001년의 각 존별 통행유발량과 도착량을 다중회귀분석에 의하여 예측한 결과는 표 13에서와 같으며 이를 기반으로 각 존간 통행분포를 본 연구에서 설정한 프라타모형 등 4가지 모형으로 추정하였다.

단, 중력모형의 유형은 여러 가지가 있으나 본 연구에서는 미국 도로국 중력모형을 이용하여 분석하였다. 중력모형은 경험적으로 도출된 저항계수(friction factors)로서 통행저항(impedance) 함수를 이용하지만 저항을 도출하기 힘들기 때문에 계산과정을 단순화시키기 위하여 시간거리를 활용토록 하였다.

표 11. 연구대상 존의 구분

구 분	대존(중존)
동 구	1 (1·2·3·5·6), 2 (7·8·9·11), 3 (4·10·13), 4 (12·14)
서 구	5 (15·16·17·18·20), 6 (19·21·22), 7 (23·24·25·26), 8 (27·28·29)
북 구	9 (30·31·32)

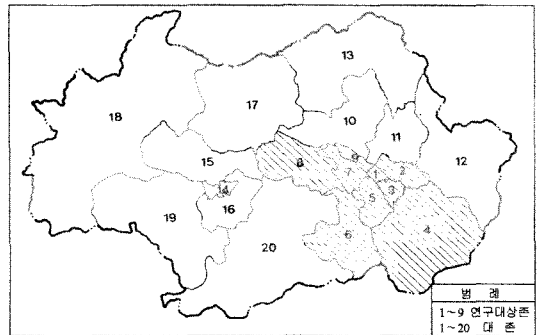


그림 1. 연구대상 존의 위치도

즉, 표 14와 같이 시간거리가 6분 이하의 통행수는 2개로 가장 적고 9~12분 사이가 25개로 가장 많게 나타나 도심지역내에서의 통행시간거리는 10분 내외인 것으로 보인다.

또한, F값은 표 15에서와 같이 정리하였는데, 존간의 통행시간의 영향을 나타내는 저항계수 F값은 일반적으로 반대수(Semilog)곡선의 4가지모형이 사용되고 있으

표 12. 1996년 O-D통행량 현황

O \ D	D									계	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0											
1	91,089	77,748	28,028	33,218	38,440	24,612	14,860	21,499	20,107	349,601	
2	33,859	20,548	36,255	53,349	25,264	23,577	12,378	17,634	44,253	267,117	
3	25,132	22,115	9,514	14,507	23,169	13,985	7,905	11,984	8,960	137,271	
4	32,869	23,967	12,556	16,992	30,885	38,633	21,732	28,059	17,735	223,428	
5	19,051	17,528	12,070	7,168	44,741	70,751	33,726	71,045	99,967	376,047	
6	18,685	20,321	18,427	7,482	23,873	38,123	16,246	38,562	50,520	232,239	
7	12,210	10,508	10,553	4,674	7,738	17,580	5,674	15,995	13,738	98,670	
8	27,150	25,232	25,061	12,589	22,629	39,402	18,908	39,762	52,233	262,966	
9	70,936	58,196	46,808	13,529	26,494	48,528	17,941	53,780	27,030	363,242	
계	330,981	276,163	199,272	163,508	243,233	315,191	149,370	298,320	334,543	2,310,581	

표 13. 2001년 통행유발·도착량 추정현황

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	계
1										470,146
2										308,076
3										178,023
4										275,458
5										429,263
6										320,365
7										118,046
8										332,753
9										435,277
계	440,398	317,550	257,727	199,709	272,361	430,920	176,230	375,172	397,340	2,867,407

자료 : 광주시 교통기획과 O-D조사자료

표 14. 시간대별 존의 수

시간 (분)	0~6	6~9	9~12	12~15	15~18	18~21
존(OD)	1-1 7-7	1-3, 2-3, 2-9 3-1, 3-2, 3-3 3-4, 4-3, 5-4 5-5, 7-5, 7-8 8-7, 8-8, 9-2 9-9	1-2, 1-5, 1-7, 2-1 2-2, 2-5, 2-8, 3-5 3-9, 4-5, 5-1, 5-2 5-3, 5-6, 5-8, 6-5 6-6, 7-1, 7-2, 7-9 8-5, 8-9, 9-3, 9-7 9-8	1-4, 1-8, 1-9, 2-4 2-7, 3-7, 4-1, 4-2 4-4, 4-7, 4-9, 5-9 6-4, 6-7, 6-8, 7-3 7-4, 7-6, 8-1, 8-6 9-1, 9-4, 9-5	1-6, 3-8 4-6, 4-8 6-1, 8-3 6-4	2-6 3-6 6-2 6-3 6-6 9-9
계	2	17	25	24	7	6

며 본 연구에서는 $F=t \cdot e^{-\beta t}$ 모형을 적용하여 산출하였다.

표 16. 모형값 반복계산에 따른 F값의 변화

모형별	계산횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
중력모형		1.0068	0.9962	1	1	1	1	1	1	1
프라타		1.0020	0.9997	0.9998	1	0.9999	1	0.9998	1	0.9997
디트로이트		1.2398	1.001	0.9999	1	1	1	1	1	1
평균성장율		1.2398	0.9986	0.9990	0.9994	0.9997	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999

표 15. 중력모형의 마찰계수(F)

O \ D	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	93	56	70	36	47	36	56	41	56
2	56	56	70	47	47	36	56	36	47
3	70	70	70	56	70	47	56	36	47
4	36	47	56	47	56	56	41	32	41
5	49	47	70	56	47	56	56	41	47
6	93	36	47	56	56	56	47	41	47
7	56	56	56	41	70	47	70	56	70
8	41	36	36	32	47	41	56	56	47
9	56	56	47	41	47	47	70	47	935

주) F계수 산정모형식 : ① $F=t^{-\beta}$ ② $F=e^{-\beta t}$
 ③ $F=t \cdot e^{-\beta t}$ ④ $F=1/(\beta+t)$

4.2 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 반복계산 결과, F값의 변화 특성은 평균성장율법과 디트로이트 모형의 경우 2회 반복과정에서 만족되어지고 중력모형과 프라타 모형은 1회 반복과정에서 오차범위가 1% 미만으로 수렴성이 매우 양호하게 나타났다.

또한 4개 모형 모두 3회 이후의 반복과정에서도 F값이 안정성을 보이고 있었으며 그 변화값은 표 16과 같고 모형별 누적값을 그래프로 나타내면 그림 2에서와 같이 나타난다.

시뮬레이션 과정에서 도출된 반복계산 결과값을 95% 신뢰수준에서 χ^2 검증한 결과 한계값은 27.59이며 이를 기준으로 프라타 및 디트로이트모형은 2회 반복값에서, 중력모형은 3회 반복값에서 그리고 평균성장율법은 5회 반복을 통하여 신뢰성을 확보하는 것으로 분석되었다.

이때 중력모형과 평균성장율법의 접근경사는 매우 크고 프라타모형과 디트로이트모형은 비교적 완만한 접근경사를 보이고 있다(표 17, 그림 3).

종합적으로 F값이 1에 근접하는 정도와 χ^2 값의 신뢰도를 동시에 만족시키는 값을 찾으면 중력모형에서는 3회 반복값, 프라타모형은 1회 반복값, 디트로이트 모형은 2회, 평균성장율모형은 5회 반복값에서 신뢰성을 갖

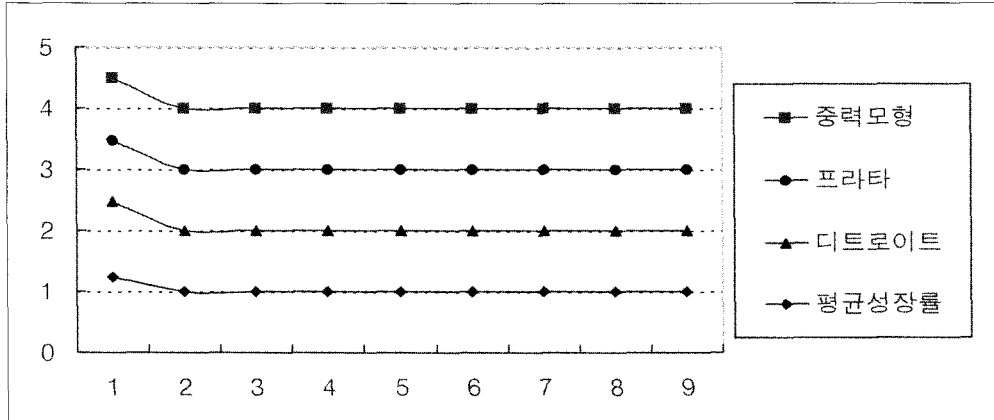


그림 2. 모형값 반복계산에 따른 F값의 변화

표 17. 모형값 반복계산에 따른 X^2 값의 변화

모형별 \ 계산횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9
중력모형	19542	164.13	3.17	0	0	0	0	0	0
프라타	43.441	5.5161	0.2362	0.2046	0.0415	0.0985	0.1512	0.5458	1.3099
디트로이트	178.51	19.004	1.789	0.2247	0.0287	0.0037	0.0005	0	0
평균성장률	3253.8	894.14	256.58	77.09	24.423	8.2157	2.9442	2.0514	0.45

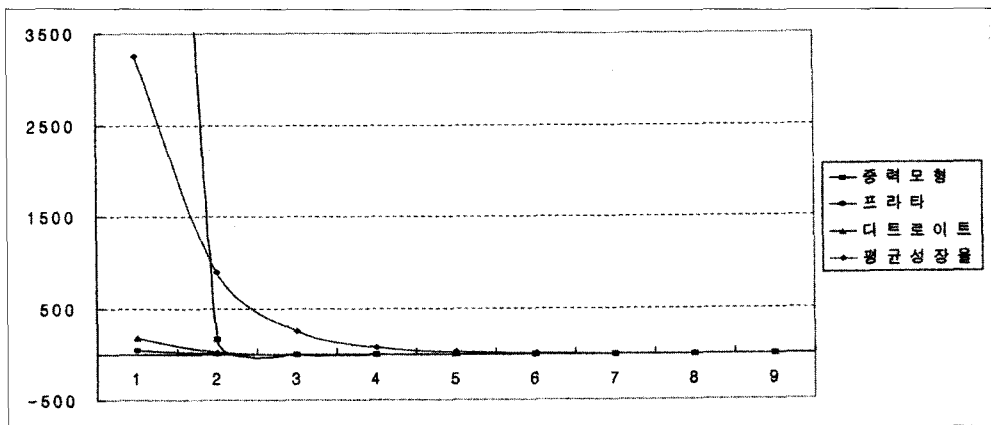


그림 3. 모형값 반복계산에 따른 X^2 값의 변화

는 것으로 나타났다.

따라서, 4가지 모형중 수렴성이 가장 빠른 모형은 프라타 모형이며 수렴성이 더딘 모형은 평균성장률모형으로 나타났다. 그 이유는 프라타 모형의 수렴성은 모형의 계산과정에서 L값의 영향에 따른 것으로 분석된다.

한편 광주시 1차 순환도로를 중심으로 한 9개 존에 대

한 통행배분의 저항요소인 통행시간거리는 5.4분에서 18.9분까지 나타나고 있으며 이를 6분에서부터 3분단위로 6단계로 구분하여 통행시간별 교통량의 계산치에 대한 실측치의 접근성을 살펴보면, 평균성장률법에서는 별 다른 특성을 보이지 않고 있으나, 프라타 모형의 경우에는 $Y = 0.9977 \times 1.002^x$ 의 지수 형태를 보이고 디트로

이트모형에서는 $Y = 1 + e^{-0.002x}$ 의 음지수 형태를 보이고 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 통행분포모형을 정립하기 위하여 광주 시 도심지역에 해당되는 9개 존을 중심으로 통행목적별, 수단별, 출발·도착통행량 모형을 정립하였는데, 교통수요예측 4단계기법 중 통행량 분포기법의 중력모형을 비롯한 4가지 모형에 대한 매개변수의 특성을 교통량 분포기법의 적용 및 평가를 위하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모형별 시뮬레이션 결과를 통하여 조정값 F_{ij} 의 수렴성을 살펴보면 프라타모형과 중력모형에서는 1회 반복, 그리고 평균성장률모형과 디트로이트모형에서는 2회 반복과정에서 오차범위 1%미만의 양호한 접근성을 나타내었다.
2. 모형별로 예측값과 실측값의 결과를 검증한 결과 프라타모형과 디트로이트모형은 2회, 중력모형은 3회, 그리고 평균성장률법은 5회의 반복과정에서 95%의 신뢰성을 확보하는 것으로 분석되었다. 따라서 프라타 및 디트로이트모형은 수렴성이 높고 평균성장률법의 수렴성은 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.
3. 도심지역을 중심으로 한 9개 존의 통행배분의 저항요소인 통행시간거리를 기준으로 통행시간별 교통량의 계산치에 대한 실측치의 비율의 수렴성을 추정해 보면 프라타모형의 경우 $Y=0.9977 \times 1.0002^x$ 의 지수모형을 보이고 디트로이트모형에서는 $Y=1 + e^{-0.002x}$ 의 음지수 모형을 보이고 있다.
4. 광주시의 통행배분형태는 프라타 및 디트로이트모형

에서 가장 안정된 값이 도출되어지며 중력모형은 수렴과정은 빠르지만 실측값과 예측값의 배분에 있어서 신뢰도가 다소 떨어지는 특성을 가지고 있었다.

참 고 문 헌

1. 교통개발연구원: 광주시 교통정비기본계획 1993.
2. 도철웅: 『교통공학원론』, 서울: 청문각, 1998, pp. 184-192.
3. 원제무: 『도시교통론』, 서울: 박영사, 1987, pp. 228-234.
4. 원제무·최재성: 『교통공학』, 서울: 박영사, 1990, pp. 290-303.
5. 윤대식·윤성순: 『도시모형론』, 서울: 홍문사, 1995, pp. 524-532.
6. 이건영·원제무: 『교통정책』, 서울: 박영사, 1997, pp. 177-183.
7. 임강원: 『도시교통계획』, 서울: 서울대출판부, 1986, pp. 94-101.
8. 광주광역시: '98통계연보, 1998.
9. 서채연·이상국·김재국·문권수, "TRANSYT-7F Delay Model에 의한 교차로 서비스 수준 분석에 관한 연구", 『대한교통학회지』, 8권 제2호, 1990.
10. 오윤표·신제철, "교통수요변동률 내생화한 도시고속도로의 장래 교통량 예측에 관한 연구", 『대한교통학회지』, 7권 제2호, 1989.
11. Hill, D. M. and H. G. von Cube, "Development of a Model forcastion Travel Mode Choice in Urban Areas," Highway Research Record No. 38, 1975, pp. 78-96.
12. Hutchinson, B.G., Principles of Urban Transport Systems Planning, New York: McGraw-Hill Book Co., 1974, pp. 60-65.
13. Martin, B. V., F. W. Memmott, III, and A. J. Bone, Principles and Techniques of Prediction Future Demand for Urban Area Transportation, Cambridge: M. I. T. Press, 1961, pp. 126-138.
14. Rawnsstein, E. G., "The Laws of Migration," Journal of the Royal Statistical Society, 48(6/1885), pp. 167-235.