

산업단지 근로자 통근행태 분석 및 승용차 이용저감방안에 관한 연구: 반월 및 시화산단을 중심으로

Analysis on Commuting Behavior and Policy Alternatives of Reducing
Automobile Dependence in Industrial Complex

성현곤

정용기

(한국교통연구원 광역도시교통연구실 책임연구원) (안산시청 교통행정과 교통정책팀장)

김주희

김부원

김수진

(시흥시청 교통행정과 교통전문위원)

(원이앤씨 대표이사)

(원이앤씨 과장)

목 차

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

2. 연구범위 및 분석방법론

II. 반월·시화산단의 현황 및 문제점

1. 승용차 대중화와 수송분담율

2. 특정시간대 수요편중과 버스서비스

3. 중소기업위주 산업단지와 대블록 설계

4. 통근버스운행과 수송분담율

5. 녹색교통 이용환경과 수송분담율

III. 산업단지 근로자 통근행태 분석

1. 통근행태 분석모형 구축: 다항로지모형

2. 다항로지 분석결과와 해석

3. 분석결과와 정책대안

IV. 결론 및 정책적 시사점

참고문헌

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

통근통학의 행태분석에 관한 대부분의 연구들은 주로 직장과 주거가 점적으로 분산된 도시들을 대상으로 통근통행의 행태 및 패턴을 파악하여 온 경향이 있으며, 직장과 주거가 집적화되어 공간적으로 분리된 도시내의 통근통행에 대한 문제는 간과되어 왔다고 볼 수 있다.

안산·시흥·포항·창원 등의 산업도시는 직장과 주거가 공간적으로 뚜렷하게 분절되어 있으며, 이로 인하여 통근통행의 수요가 시간대별로 방향성을 지니고 있다는 특징을 지니고 있다. 첨두시 통근통행의 과도한 집중과 방향별 편중은 당해 산업도시들의 주요한 교통문제 - 도로혼잡 등을 유발하고 있으나, 교통 및 도시계획 관련 학문분야에서는 이들의 문제를 분석하고 정책적 대안을 제시하고 있는 연구가 미약하다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구는 수도권 서남부 지역에 위치한 반월 및 시화 국가산업단지에 입주하고 있는 기업체를 대상으로 근로자들의 통근행태

분석 및 교통수요 특성과 관련된 문제점을 분석하고, 이를 개선하기 위한 정책적 대안들을 제시하고자 한다. 특히, 본 연구에서는 산업단지내 근로자들의 대부분이 자가용 승용차를 주된 교통수단으로 선택하게 되는 문제점에 대한 분석과 더불어 과도한 승용차의 이용에 따른 문제점을 고찰하고, 통근목적의 승용차 이용억제를 위한 정책대안을 제시함으로써 산업도시가 본질적으로 갖게 되는 교통문제를 해소하는데 기여하고자 한다.

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 제2장에서는 산업단지내 근로자들의 과도한 승용차 이용의 배경 및 이에 따른 문제점을 고찰하고자 한다. 제3장에서는 산업단지내 근로자들의 통근행태 분석을 위한 통계모형을 구축하고, 이의 결과를 해석하면서 가능한 정책대안에 대한 관련변수의 시행효과를 잠재적으로 도출하고자 한다. 마지막으로 제4장에서는 산업단지내 근로자들의 통근행태 분석과 관련된 연구내용들을 요약하고, 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

2. 연구범위 및 분석방법론

본 연구는 안산시 소재 반월국가산업단지과 시흥시 소재 시화국가산업단지를 대상으로 근로자의 통근실태 분석 및 승용차의 과도한 의존도를 감소시킬 수 있는 정책대안을 모색하고 있다. 반월 및 시화 산업단지는 수도권 서남부 지역에 위치하고 있으며, 시화호를 남향으로 하여 동서로 인접하고 있다. 이들 산업단지내 총 종사자 규모는 안산시의 전체 종사자 수 대비 약 43.7%를 차지하고 있다(<표 1> 참조).

<표 1> 산업단지 종사자수 현황

	전체	산업단지
안산시	234,425	87,976(37.5%)
시흥시	141,039	76,143(54.0%)
안산·시흥 전체	375,464	164,119(43.7%)

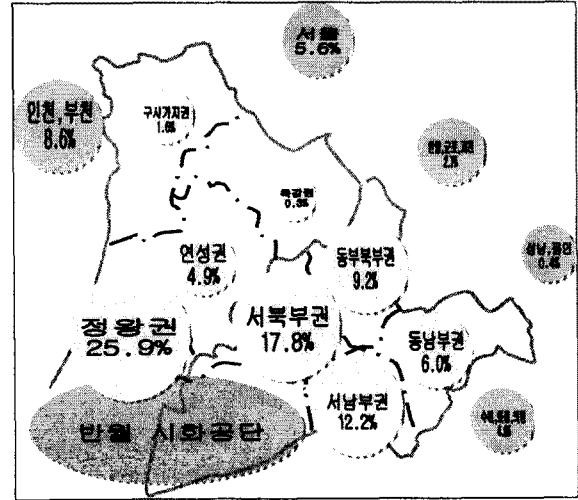
주: 산단 자료는 안산시 정보통신과 및 시흥시 지역경제과 내부자료이며, 2006년 6월 기준임

뿐만 아니라 집적효과 제고를 위한 기업체의 집중적인 산업단지내 배치의 직장과 주거가 공간적으로 뚜렷이 분리된 산업도시에서 통근관련 시간대별 방향별 통근수요분포에 따른 문제점을 유발하고 있다. 이의 문제점을 파악하기 위하여 각종 교통시설물 설치현황, 대중교통 서비스 제공현황 조사, 근로자의 통근실태 및 대중교통 이용만족도 조사, 통근버스 이용실태조사를 수행하였다. 전자의 두 현황조사는 주로 안산시 및 시흥시의 내부자료를 이용하였으며, 후자는 반월 및 시화공단내 기업체와 근로자를 대상으로 설문조사를 수행하였다.

기업체의 통근버스 운행실태 조사는 공단내 입주업체 전체를 대상으로 통근버스의 운행여부, 운행노선도 및 배차간격 등에 대한 설문패스를 통하여 수행하였다. 조사결과, 전체 입주업체 중 241개 업체가 응답하였으며, 통근버스 운행비율은 약 29.5%로 나타났다. 한편, 근로자의 통근실태 조사는 공간적 편의(偏倚)를 배제하기 위하여 각 블록별로 최소 1개 업체를 방문하여 설문지를 배포하고 며칠 후에 수거하는 방식을 채택하였다. 근로자의 통근실태조사 항목은 근로자의 통행행태, 이용만족도, 통근버스 운행여부, 거주지 및 개인 특성, 직장내 근무여건 등을 설문항목에 포함하였다. 설문조사 결과, 177개 업체에서 총 2204명의 근로자가 설문에 응답한 것으로 나타났다.

분석된 설문지를 이용하여 근로자의 거주지

를 생활권별로 분석한 결과, 공단과 인접한 생활권인 시흥시의 정왕생활권과 안산시의 서북부 및 서남부생활권에서 약 56%가 거주하고 있으며, 안산시와 시흥시내에 거주하는 근로자를 모두 포함할 경우 전체 근로자의 약 68%에 이르고 있는 것으로 파악되었다.



<그림 1> 거주지 생활권별 분포 현황

반월 및 시화 산업단지내 개별 근로자의 통근실태 분석을 위하여 본 연구는 다중로짓모형(Multi-nomial Logit Model)을 구축하였다. 이 모형은 종속변수가 3가지 이상의 범주형으로 표현될 때, 각 범주의 선택에 대하여 당시의 주어진 조건을 고려하여 효용을 극대화하는 효용극대화 모형이다. 특히, 모형구축은 통근수단으로서의 자가용 승용차 이용을 저감하기 위한 대안을 도출하기 위한 것이므로, 자가용 승용차를 준거로 하여 대중교통 이용과 녹색교통수단의 이용 여부를 파악하였다. 구체적인 변수선택 및 모형구축과정은 본문에서 제시하고 있다.

II. 반월·시화공단의 현황 및 문제점

1. 승용차 대중화와 수송분담율

본격적인 자가용 승용차 대중화 시대의 도래는 대부분의 사람들에게 승용차를 가용하게 만들고 있다. 마찬가지로 반월 및 시화 산업단지내 근무하고 있는 근로자의 가구당 승용차 보유현황을 살펴보면, 최소한 1대 이상의 승용차를 소유하고 있는 것으로 나타났다.

<표 2> 승용차 보유대수와 통근수단분담율

차소유	승용차	대중교통	녹색교통	기타	전체
1대	1083	148	19	34	1,284
	84.35	11.53	1.48	2.65	100%
2대이상	265	442	43	74	824
	21.16	53.64	5.22	8.98	100%
Total	1348	590	62	108	2,108
	63.95	27.99	2.94	5.12	100%

자료: 산업단지 근로자 통근실태조사, 2006.7

한편, 가구당 승용차 보유대수와 산업단지내 근로자의 통근수단분담율 살펴보면, 승용차를 1대를 보유하고 있는 가구의 근로자에 비하여 2대 이상을 보유하고 있는 가구의 근로자의 승용차 이용율이 상당히 낮은 것으로 나타나고 있다. 이는 승용차의 보유대수는 통근통행을 위한 승용차 이용과 밀접한 연관성이 적은 것으로 풀이할 수 있다.

높은 승용차 보유와 관련하여 산업단지내 근로자들의 약 63.4%가 승용차를 출퇴근에 이용하고 있다. 이는 안산시 및 시흥시의 수단별 수송분담율이 각각 50.0%와 48.5%임(<표 3> 참조)에 반하여 상당히 높은 비율이다. 또한 시흥 및 안산시 전체에서 대중교통 수송분담율이 약 30%대에 이르고 있음에 반하여 산업단지내 통근수송분담율은 28%대로 낮게 나타나고 있다. 산업단지의 경우에는 통근버스를 대중교통에 포함하고 있기 때문에 일반 노선버스만을 이용하여 산정할 경우 그 비율은 21.5%대로 낮아지고 있다(<표 7> 참조).

<표 3> 교통수단별 수송분담율(2006년) 단위:%

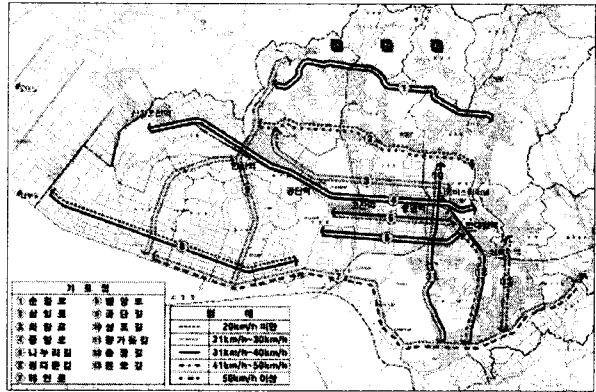
	승용차	버스	지하철	택시	트럭	기타
안산시	49.96	25.96	8.25	4.54	2.25	4.15
시흥시	48.45	26.79	3.73	8.66	3.02	14.24

자료: 2004년 서울시 O/D 예측

2. 특정시간대 수요편중과 버스서비스

산업단지내의 과도한 승용차 의존과 시간대별 뚜렷한 방향성은 도로혼잡을 가중시키는 요인으로 작용한다. 즉, 출근시에는 산업단지내로의 주요 진입도로에서, 퇴근시에는 산업단지 외부로의 진출도로에서 통행속도 저하되고 있다. <그림 2>는 2006년 4월에 조사된 안산시의 주요 가로에서의 오전 첨두시 통행속도 현황을

보여주는 것으로, 반월공단내 주요 동서방향 도로인 별망로, 해안로의 방향별 통행속도가 큰 차이를 보이고 있으며, 남북축의 공단길은 방향과 상관 없이 통행속도가 낮음을 알 수 있다. 한편, 시흥시의 시화공단내 도로인 서해안로와 정왕천로에서는 20~30km/hr, 옥구천동로는 20km/hr를 보이고 있는 등 첨두시의 통행속도가 전반적으로 저하되어 있다. 이러한 결과는 교통체계 개선을 통한 시화산업단지의 대기오염 저감방안을 연구한 이희관 외2인(2006)의 연구결과와 일치하고 있다.



<그림 2> 오전 첨두시 통행속도 현황

한편, 첨두시의 높은 비중의 승용차 이용은 버스서비스의 이용불편에 기인한다고 볼 수 있다. 그러나 버스노선의 불충분한 서비스는 교통수요가 특정시간대에 집중되어 있음으로 인하여 수익성을 담보하지 못한 결과라 할 수 있다. 다시 말하면, 통근시 승용차의 과도한 의존과 불충분한 버스서비스는 특정시간대의 교통수요 편중에 따른 구조적인 문제라고 할 수 있다. 산업단지내 버스노선의 분포를 살펴보면 주로 공단 근처의 주요 거주지 생활권과 안산시를 경유하는 방향으로 노선이 집중되어 있으며, 산업단지의 내부는 대부분 단일 노선이 운행되고 있어 버스서비스의 제공수준이 낮다고 볼 수 있다.

산업단지내 근로자의 대중교통 이용과 관련된 불만족도를 조사한 결과, 버스를 이용할 수 있는 수단이 부재하다는 것과 배차간격이 길어 이용이 불편하다는 항목이 전체의 57%를 차지하고 있다(<표 4> 참조). 이는 산업단지내 버스노선수의 절대적 부족의 문제를 증명하는 것이라 할 수 있다.

<표 4> 산업단지 근로자의 대중교통 불만족도

구분		이용수단 부재	접근성 열악	배차간격	통행시간	도착시간 불안정	환승 불편	차량내 혼잡	비싼 요금	기타	계
반월공단	점수	3,366	853	1,362	979	790	388	586	168	75	8,567
	백분율	39.3%	10.0%	15.9%	11.4%	9.2%	4.5%	6.8%	2.0%	0.9%	100.0%
시화공단	점수	2,369	735	950	506	457	210	209	91	39	5,566
	백분율	42.6%	13.2%	17.1%	9.1%	8.2%	3.8%	3.8%	1.6%	0.7%	100.0%
총계	점수	5,735	1,588	2,312	1,485	1,247	598	795	259	114	14,133
	백분율	40.6%	11.2%	16.4%	10.5%	8.8%	4.2%	5.6%	1.8%	0.8%	100.0%

자료: 산업단지 근로자 통근실태조사, 2006.7

주: 점수는 불만족 항목을 1, 2, 3순위로 작성하게 하여 점수화한 결과임

3. 중소기업위주 산업단지와 대블록 설계

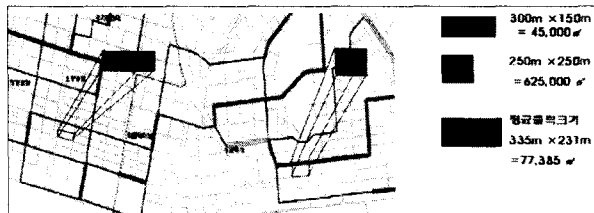
반월 및 시화 국가산업단지는 서울의 중소기업들의 이주를 목적으로 하여 국가가 정책적으로 조성한 산업단지이므로 대부분의 입주업체들의 규모가 영세한 경향을 띠고 있다. 따라서 산업단지내 입주하고 있는 기업체는 주로 1,000㎡이하의 대지규모에 입주하고 있다(<표 5> 참조). 이에 반하여, 가구(Block)는 대규모 위주로 구성되어 있어 버스이용의 접근성을 저해하는 결과를 초래한다.

<표 5> 반월공단내 기업체의 대지규모 현황

대지규모	반월공단	시화공단
1,000㎡이하	53.3%	59.5%
1,000~3,000㎡	23.3%	19.3%
3,000~10,000㎡	8.1%	3.8%
10,000㎡이상	5.2%	1.4%

자료: 안산시 및 시흥시 내부자료, 2006

반월 및 시화 국가산업단지내의 가구의 형태 및 크기를 <그림 3>에서 살펴 보면, 주로 장방형(300m×150m)과 정방형(250m×250m)의 형태로 각각 45,000㎡와 62,500㎡의 규모를 지니고 있으며, 이는 기업체 대지규모에 비하여 상당히 규모가 큰 블록크기라 할 수 있다. 이러한 대블록 위주의 설계는 주로 건설교통부령에 의한 '도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙'에서의 공업지 획지기준에 의한 것이다(오윤표·임재문, 2005).



<그림 3> 산업단지내 블록형태 및 크기

대블록 형태의 산업단지의 설계는 버스 및 보행의 접근성을 저하시키는 구조적인 한계를 유발하게 된다. 산업단지내 근로자의 통근실태 조사를 위하여 선정된 입주업체별 실제 버스정류장까지의 물리적 거리의 분포현황(<표 6> 참조)을 살펴보면, 300m미만에 위치하고 있는 기업체는 41%에 이르며, 심지어 1km이상인 경우도 높은 비중을 차지하고 있다. 이와 같이 버스정류장까지의 물리적 거리가 원거리에 위치할 경우 근로자의 버스이용은 저하될 수밖에 없다고 할 수 있다.

<표 6> 입주업체별 버스정류장의 최단거리 분포

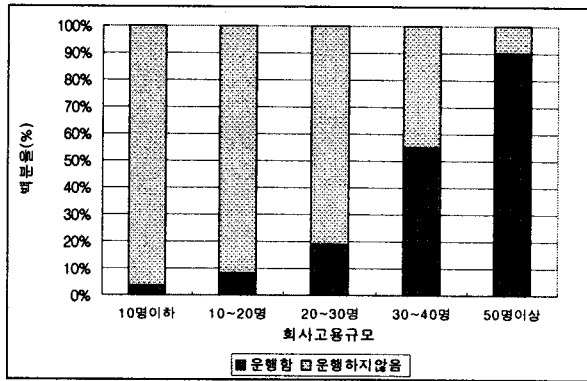
정류장까지의 거리	시화공단	반월공단
300m미만	52.6%	40.5%
300~500m	30.2%	23.4%
500~700m	12.1%	12.0%
700~1,000m	5.2%	7.6%
1,000m이상	0.0%	16.5%
평균	309m	521m
조사기업체수	116개	158개

산업단지 근로자의 대중교통이용 불만족도(<표 4> 참조)를 살펴보면, 버스와 접근성이 열악하다는 항목이 이용수단 및 배차간격 다음으로 높다. 이를 풀이한다면, 산업단지내 승용차의 과도한 의존은 버스노선수의 절대적인 부족과 더불어 대블록 형태의 단지설계로 인한 버스이용환경의 불편에 의하여 영향을 받는다고 할 수 있다.

4. 통근버스운행과 수송분담율

산업단지내 통근수요의 시간대별 극심한 편중은 버스서비스의 낮은 제공수준과 밀접한 연관성을 가지고 있으며, 이로 인하여 기업체는 구인·구직(求人·求職)의 어려움을 초래한다.

이러한 이유로 기업체는 근로자의 통근편의를 제공하면서 구인난(求人難)을 해소하기 위하여 통근버스를 운행하고 있다. 기업체의 통근버스 운행현황을 조사한 결과, 통근버스를 운행하는 비율은 전체 기업의 약 42.1%로 나타났다. 이를 기업체의 고용규모별로 살펴보면, 고용규모가 클수록 운행하는 비율이 높아지는 경향을 보이고 있다. 예를 들어 50인 이상 규모의 기업체는 약 90%가, 10인 이하의 기업체는 5% 미만만 통근버스를 운행하고 있는 것으로 나타났다 (<그림 3> 참조).



<그림 3> 회사고용규모별 통근버스운행현황
근로자 통근실태조사를 이용하여 통근버스 운행여부별 수송분담율을 살펴보면, 통근버스 운행하는 기업체 근로자의 약 38.5%가 통근버스를 포함한 대중교통을 이용하는 것으로 나타났다(<표 7> 참조). 이는 통근버스를 운행하지 않는 기업체의 경우에 비하여 약 2배 정도 높은 것으로 통근버스를 운행할 경우 자가용 승

용차의 분담비율이 약 18% 감소하는 결과를 유 발하고 있다.

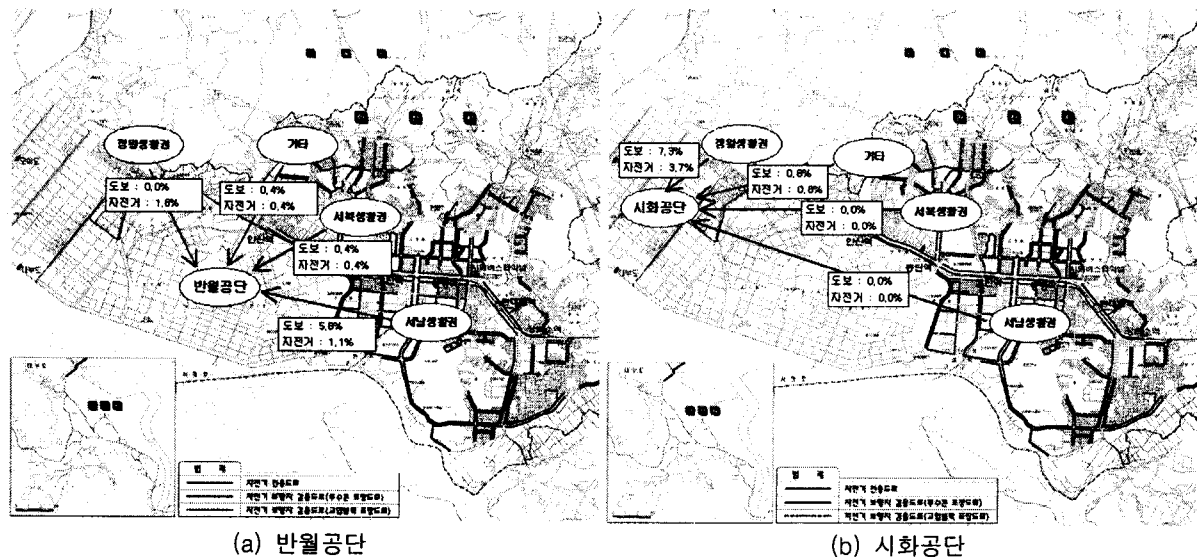
<표 7> 통근버스 운행여부별 통근수단분담율

구분	자가용 승용차	대중 교통	녹색 교통	기타	전체
하지 않음	848 (70.1%)	261 (21.6%)	41 (3.4%)	60 (5.0%)	1,210 (100%)
함	454 (53.7%)	326 (38.5%)	21 (2.5%)	45 (5.3%)	846 (100%)
합계	1,302 (63.3%)	587 (28.6%)	62 (3.0%)	105 (5.1%)	2,056 (100%)

5. 녹색교통 이용환경과 수송분담율

도보 및 자전거의 이용은 주로 직장과 인접한 거주지에서 가능하므로, 이를 중심으로 생활권역을 분류하여 녹색교통 수단분담율의 현황을 살펴보았다(<그림 4> 참조). 시화공단에 근무하면서 인접지역인 정왕생활권에 거주하는 근로자의 경우 약 12%가, 반월공단에 근무하면서 서남생활권에서 거주하는 근로자는 6.7%가 도보 및 자전거를 통근통행에 이용하고 있다. 이는 전체 공단 근로자의 약 3.0%에 비하여 상당히 높은 비율이다.

한편, 이들 인접지역들을 상호 비교하면, 시화공단에 비하여 반월공단 근로자의 녹색교통, 특히 자전거의 분담율이 낮게 나타나고 있다. 이러한 이유는 반월공단내 비동력 교통(녹색교통) 수단의 시설환경이 전반적으로 열악하기 때문으로 풀이된다. 구체적으로 설명하면, 시화공단의 경우 정왕생활권에서 공단남단까지 종축으로 하천변을 따라 자전거 전용도로가 3개가



(a) 반월공단

(b) 시화공단

<그림 4> 거주시 생활권별 녹색교통 수송분담율 현황

주: 시화공단 북측 인접지역을 정왕생활권, 반월공단의 서측 부분을 중앙로를 경계로 하여 서북과 서남생활권으로 분류하고, 도보 및 자전거의 이용이 용이하지 않은 물리적 거리에 위치한 이외의 지역을 기타로 분류하였음

설치되어 녹색교통의 이용환경이 상대적으로 반월공단에 비하여 우월하다고 할 수 있다. 반월공단의 경우 자전거 전용도로의 설치가 전무한 실정이다.

III. 산업단지 근로자 통근행태 분석

1. 통근행태 분석모형 구축: 다항로짓모형

지금까지 산업단지내 통근수요의 전반적인 특성과 문제점을 파악한 것을 토대로 산업단지 근로자의 통근시 자가용 승용차 분담율을 저감할 수 있는 방안을 모색하기 위하여 다항로짓모형(Multinomial Logit Model)을 이용하여 분석하였다. 본 연구에서는 자가용 승용차, 대중교통, 녹색교통(도보와 자전거), 그리고 기타 수단으로 분류하여 4가지 범주로 표현할 수 있으며, 모형에서는 기타수단을 제외한 3가지 교통수단에 대하여서만 분석하였다. 산업단지내 근로자의 출퇴근시 자가용 승용차의 과도한 의존도를 저감하기 위하여 통근수단의 선택모형에 일반적으로 영향을 미치는 요인으로 개인 및 직장의 특성 뿐만 아니라 산업단지 및 도시의 특성을 고려한 버스서비스 제공수준, 직장에서의 정류장까지의 물리적 거리, 거주지와 직장과의 물리적 거리를 선정하였다.

모형을 구축하기에 앞서 버스정류장의 위치 및 운행노선수를 조사된 기업체의 위치를 고려하여 선정하였고, 근로자의 통근속성을 결합시키는 절차를 수행하였다. 자료의 결합과정에서 기업체의 위치를 정확히 파악할 수 없는 경우와 선정된 변수들의 결측치를 제외한 결과 총 1,523개의 표본이 선정되었다. 선정된 변수의 속성과 분포현황을 살펴보면 <표 8>과 같다.

종속변수인 통근수단의 경우에는 승용차가 67.9%, 대중교통이 29.0%, 녹색교통수단이 3.1%의 분포를 보여주고 있다. 한편, 통근수단선택 통계모형에서는 근로자의 개인특성이 포함되었으며, 이는 통근통행 분석에 관한 선행연구(조중래·김채만, 1998; 정헌영·김정주, 2000)를 토대로 선정되었다. 근로자 평균 나이는 약 37.0세, 남성의 비율이 74.9%로 나타났다. 남성이 높은 비율을 차지하고 있는 것은 산업단지의 속성에 기인한 것이라 할 수 있다. 승용차의 소유여부 변수와 관련하여서는 현재 근로자가 속한 가구의 대부분이 승용차를 1대 이상 보유하고 있음에 따라 통계적 유의성이 없기 때문에 분석모형에서 제외되었다. 한편, 근로자의 업무형태에서는 생산직(40.5%)과 사무직(32.3%)이 높고, 영업직이 낮은 분포(6.8%)를 보이고

<표 8> 분석모형 관련변수의 속성 및 분포*

종속 변수	분류	명목	속성 및 분포				
			승용차	대중교통		녹색교통	
	통근수단		67.9%	29.0%		3.1%	
독립 변수	나이**	연속	37.0			9.61	
	성별	명목	남자			여자	
			74.9%			25.1%	
	소득수준**	연속	167.5			71.0	
	업무형태	명목	생산직	사무직	영업직	관리직	기타
			40.5%	32.2%	6.8%	14.9%	5.6%
	통근버스운행여부	명목	합			안합	
			42.9%			57.1%	
	주거지위치	명목	인접지역		안산시흥지역		시외곽지역
			52.3%		20.9%		26.9%
정류장최단거리***	명목	100m이하	100~200m	200~300m	300~400m	400~500m	500m이상
		11.6%	13.6%	27.9%	13.3%	8.7%	25.0%
최단거리정류장의 버스노선수****	명목	0개	1개	2개	3개	4개 이상	
		25.0%	43.3%	8.5%	13.3%	9.9%	

*: 기타 수단 및 선정된 변수들의 결측값을 제외한 유효표본 1,523개를 이용하여 분석함

** : 연속변수의 경우 평균 및 표준편차를 각각 이용함

*** : 정류장 최단거리를 연속변수로 이용하여 분석하였으며, 1~5의 값을 사용함

**** : 최단거리 정류장에서의 버스노선수는 물리적 거리가 500m이상일 경우 도보접근가능성을 고려하여 0개 노선으로 처리하였으며, 실제 분석에서는 연속변수로 사용함

있다.

한편, 본 연구에서는 일반적인 통근수단 선택 모형이 아닌 산업단지내 근로자의 통근특성을 파악하는 것이므로 산업단지의 특성을 파악할 필요가 있다. 이를 위하여 앞에서 언급한 주요한 산업단지의 특성을 고려하여 통근버스운행 여부, 주거지와 직장까지의 물리적 거리, 그리고 직장으로부터 최단거리 정류장의 거리 및 운행노선수를 분석모형에 포함하였다.

기업체의 통근버스 운행은 통근수단을 자가용 승용차로 선택하지 않을 확률을 제고할 수 있다. 앞서 통근버스를 운행할 경우가 운행하지 않을 경우에 비하여 약 18% 정도 낮은 승용차 분담율을 파악하였으며, 분석에서는 통근버스를 운행하는 기업체에서의 근로자수는 전체의 43%를 차지하고 있음을 알 수 있다. 직장과 주거지의 위치는 통근수단 선택모형에서 중요할 수 있다. 특히, 직장과 주거의 물리적 거리가 짧은 경우 도보와 자전거의 이용이 보다 용이할 수 있다. 주거지의 위치는 산업단지와 인접한 시흥시의 정왕생활권, 안산시의 서북부권 및 서남부권을 인접지역으로, 나머지의 안산시 및 시흥시의 지역을 중거리 지역으로, 그리고 이외의 지역을 장거리 지역으로 대별하여 분석에 이용하였다. 한편, 직장에서 버스정류장까지의 거리를 측정하였으며, 최단거리의 버스정류장이 500m 이상에 위치한 경우가 25%를 차지하고 있다. 버스정류장까지의 위치를 파악하여 분석에 이용한 이유는 기업체의 획지구모가 소규모임에 반하여 단지설계가 대블록 위주로 되어 있음으로 인하여 발생하는 대중교통의 문제점을 개선 수단으로 제시하기 위함이다. 마지막으로 최단거리 정류장에서의 버스노선수는 통행수요의 시간대별 극심한 편중에 따른 수익감소의 우려로 인한 버스서비스의 불충분함이 자가용 승용차의 분담율을 결과적으로 높이게 되는 결과를 파악하기 위함이다.

한편, 본 분석에서는 버스정류장 최단거리와 최단거리 정류장에서 운행되는 버스노선수의 순수효과를 파악하기 위하여 통근버스를 운행하지 않는 기업체에 근무하는 근로자를 대상으로 별개의 모형(B)을 구축하고자 한다. 이는 종속변수의 분류시 통근버스를 대중교통수단으로 분류함으로 인하여 나타날 수 있는 오류를 미

연에 방지하고자 함이다.

2. 다항로짓 분석결과와 해석

통근수단 선택에서 승용차를 기준으로 통계모형을 구축한 후 추정된 다항로짓모형의 결과는 <표 9>에서 제시되고 있다. 모형 A의 경우 상수항을 제외한 모든 설명변수가 0이라고 가정한 제한된 로그우도(L(0))값은 -1112.93이고, 수렴된 로그우도(L($\hat{\beta}$)) 값은 -925.43으로 계산되었다. χ^2 값이 375.01로 자유도 26에서의 유의수준을 살펴볼 때, 모형전체의 적합성은 우수한 것으로 판단된다. 통근버스를 운행하지 않는 기업체에 근무하는 근로자만을 대상으로 분석한 모형 B는 전반적으로 설명력이 떨어지기는 하지만 변수에 대한 유의수준은 전반적으로 모형 A의 결과와 유사함을 보여주고 있다.

근로자의 개인속성과 관련한 분석결과는 기존의 선행연구나 일반적인 인식상의 결과와 유사하게 나타나고 있다. 구체적으로 근로자의 개인별 속성과 관련하여 결과를 살펴볼 때, 연령·성별·소득수준 모두가 대중교통과 승용차의 수단선택에서 통계적으로 모두 유의하고, 녹색교통수단과 관련하여서는 소득수준만이 유의한 것으로 나타났다. 승용차 대비 대중교통의 경쟁력은 근로자의 나이가 일정수준에 도달할 때까지 증가하다가 이후에 감소하는 경향을 보이고 있다. 성별로는 여자가 남자에 비하여 대중교통을 선택할 확률이 1.8~2.8배 높게 나타났다. 소득수준과 관련하여서는 소득수준이 높은 근로자의 경우에 대중교통이나 녹색교통수단에 비하여 승용차의 선택확률이 높은 경향을 보이고 있다. 근로자의 업무형태에서는 생산직 근로자의 경우에 비하여 사무직, 관리직, 영업직 등의 근로자가 대중교통에 비하여 승용차를 택할 확률이 약 2배 정도 높음을 알 수 있다. 한편, 녹색교통수단과 승용차의 선택확률은 통계적으로 유의하게 나타나고 있지 않다.

통근수단분담율에서 자가용 승용차의 이용을 저감하기 위한 정책적 대안으로 활용 가능한 변수들을 살펴보면, 직장과 주거지의 거리, 통근버스운행 여부, 버스정류장 최단거리, 최단거리 버스정류장에서의 운행되는 버스노선수 모두가 선택모형에서 통계적으로 유의한 것으로

<표 9> 통근수단선택 모형의 분석결과

		모형 A (통근버스를 대중교통에 포함)			모형 B (통근버스 미운영 기업체 근로자)		
		RRR	Std.Err.	z(P> z)	RRR	Std.Err.	z(P> z)
대중교통 vs. 승용차							
나이	1차	0.778	0.3369	-5.30***	0.789	0.051	-3.66***
	2차	1.003	0.001	5.36***	1.003	0.001	3.55***
성별	여자	2.804	0.455	6.35***	1.766	0.422	2.38**
소득수준		0.993	0.001	-5.50***	0.997	0.002	-2.11**
업무형태	사무직	0.585	0.101	-3.11***	0.626	0.150	-1.96*
	관리직	0.444	0.139	-2.60***	0.429	0.179	-2.03**
	영업직	0.486	0.107	-3.28***	0.446	0.145	-2.47**
	기타				0.527	0.205	-1.64*
통근버스운행	함	2.579	0.339	7.21***	-	-	-
주거지위치	안산시흥				1.573	0.336	2.12**
	시외곽						
정류장최단거리		1.104	0.051	2.15**			
버스노선수		1.182	0.073	2.73***	1.243	0.093	2.92***
녹색교통수단(도보+자전거) vs. 승용차							
나이	1차						
	2차						
성별	여자						
소득수준		0.993	0.003	-2.13**	0.990	0.004	-2.43**
업무형태	사무직						
	관리직						
	영업직						
	기타						
통근버스운행	함						
주거지위치	안산시흥	0.374	0.184	-2.00**	0.291	0.153	-2.35**
	시외곽	0.206	0.113	-2.88***	0.222	0.143	-2.34**
정류장최단거리		0.750	0.081	-2.66***			
버스노선수		0.513	0.111	-3.08***	0.643	0.149	-1.90*
No. Observations		1523			869		
Restricted(Slope=0): L(0)		-1112.93			-564.06		
Log-Likelihood: L($\hat{\beta}$)		-925.43			-513.37		
LR χ^2 (26)		375.01			101.38		
Prob > χ^2		0.0000			0.0000		
Pseudo R ²		0.1685			0.0899		

주1: 종속변수에서는 '승용차', 통근버스운행여부는 '안함', 통근거리는 '인접지역', 업무형태는 '생산직', 성별은 '남성' 임

주2: ***은 1%에서, **은 5%에서, *은 10%에서 통계적으로 유의함

나타났다. 직장과 주거지의 거리 및 통근버스운행여부에 따른 통근수단 선택모형의 분석결과는 주로 모형 A를 이용하고, 버스의 접근성 및 서비스 제공수준과 관련하여서는 모형 B를 이용하여 결과를 해석하고자 한다. 다음 절에서는 이들 분석결과를 정책적 대안과 연결하여 구체적인 내용을 전개하고자 한다.

3. 분석결과와 정책대안

1) 녹색교통수단의 이용환경 제고

녹색교통수단의 출퇴근시 선택 여부는 직장

과 주거지와 물리적 거리가 결정적인 요인으로 작용한다. <표 9>의 분석모형 결과를 살펴보면, 직장과 주거지의 물리적 거리는 대중교통 관련 수단선택모형에서는 통계적으로 유의하지 않고, 녹색교통수단의 경우에는 통계적으로 유의함을 보이고 있다. 이는 직장과 주거지의 근접성은 주로 도보 및 자전거 수단선택에 영향을 크게 미치는 것으로 파악할 수 있다. 근로자의 주거지가 산업단지와 인접하여 있을 경우 중거리 및 장거리에 비하여 각각 약 1.6배와 약 5배 정도 녹색교통수단을 이용할 확률이 높다. 결과

적으로 직장과 주거를 근접하게 하는 정책을 수행할 경우에 녹색교통 수송분담율이 증가할 것으로 예상된다.

한편, 시화산업단지과 달리 반월산업단지는 단지내 자전거 전용도로가 구축되어 있지 않아 시화공단에 비하여 녹색교통 수단분담율이 낮은 편이다. 따라서 주거지의 산업단지 인접지역에서의 개발과 더불어 산업단지내 전용도로의 구축과 주거지와와의 연계방안을 모색할 경우에 녹색교통의 이용의 증진을 통하여 승용차의 이용을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

2) 통근버스 운행증대

기업체의 통근버스 운행은 승용차에 비하여 대중교통을 선택할 확률을 약 2.6배 정도 높여 줄 수 있음을 <표 9>는 제시하고 있다. 결과적으로, 기업체의 통근버스 운행비율을 제고하는 정책을 통하여 승용차의 이용을 억제할 수 있을 것으로 판단된다. 한편, 이러한 정책을 도입할 경우에는 기업체의 통근버스 운행과 관련하여서는 고용규모가 큰 기업체에 지원하기 보다는 약 10인 이하의 고용규모를 지닌 기업체에 대하여 통근버스 운영지원을 중점적으로 모색할 필요가 있다. 이러한 결과는 앞서 제시된 <그림 7>의 분석결과에서 연유될 수 있다.

3) 블록규모의 조정을 통한 버스접근성 제고

중소기업 위주의 산업단지에서 대블록 위주의 단지설계는 버스정류장까지의 접근성을 악화시키는 결과를 초래할 것으로 예상하였다. 이를 파악하기 위하여 버스정류장까지의 물리적 접근거리를 산정하여 분석모형에 포함하였으나, <모형 A>에서는 오히려 정류장까지의 거리가 길수록 대중교통을 이용하는 정도가 높음을 보여주고 있다. 이는 통근버스를 대중교통으로 포함함으로써 발생하는 오류라 할 수 있다. 반면에 보다 정확한 분석을 위하여 구축된 <모형 B>의 결과에서는 통계적으로 유의하지 않음을 보여주고 있다. 이러한 결과는 현재의 대블록 위주의 단지설계로 인하여 버스정류장까지의 물리적 접근성이 현재의 블록규모하에서는 의미가 없을 수 있음을 시사해 줄 수 있다. 비록 통계적 분석모형에서 통계적으로 유의하지 않은 결과를 나타내고 있으나, 버스정류장까지의

물리적 거리는 대블록일 경우 길어지는 구조적 문제점을 지니고 있다고 가정한다면, 향후 산업단지의 재개발이 추진될 경우 중·소규모의 단지로 설계함이 바람직할 것으로 판단된다.

4) 버스제공서비스의 수준 제고

현재 반월 및 시화산업단지내 운행되는 버스노선은 주로 1개 노선으로 침두시 통근수요에 비하여 상당히 낮은 서비스 제공수준이라고 할 수 있다. 최단거리내 위치한 버스정류장의 버스노선을 분석한 <모형 B>의 결과는, 버스노선수가 증가함에 따라 승용차 보다는 버스를 포함한 대중교통을 선택할 확률이 약 1.24배 정도 높게 나타나고 있다. 이를 통하여 볼 때, 산업단지내 버스노선의 추가 공급 등을 통하여 승용차의 통근수단 의존도를 낮출 수 있는 정책이 효과적일 것으로 판단된다. 그러나 버스노선의 신규 투입은 시간대별 수요의 편중에 따른 버스운영업체의 재정적자에 대한 지원방안과 함께 논의될 필요가 있다.

IV. 결론 및 정책적 시사점

대부분의 선행연구는 직장파와 주거가 공간적으로 점적으로 분산화된 도시를 대상으로 통근통행의 특성에 대한 연구를 수행하여 왔음에 반하여, 본 연구는 직장파와 주거가 공간적으로 분절되어 시간대별 방향별 통행수요가 뚜렷한 산업도시의 통근통행의 주요한 특성과 문제점을 파악하고 있다. 특히, 본 연구는 산업단지내 근로자의 통근특성 및 문제점을 파악하고, 이를 개선하기 위한 정책적 개선방안과 그 효과도 더불어 분석하고자 하였다. 이를 위하여 수도권 서남부 지역에 위치한 반월 및 시화 국가산업단지를 대상으로 각종 조사를 수행하였으며, 통근행태 특성과악을 위하여 다항로지모형을 구축하여 분석하였다.

반월 및 시화 국가산업단지내 근로자의 경우 상대적으로 높은 승용차 통근수송분담율을 보이고 있는 데, 이는 통근수요의 방향별 시간대별 편중, 불충분한 버스제공서비스로 인한 대중교통의 이용 저하, 중소기업위주의 산업단지에서의 대블록 설계에 따른 버스정류장 접근성의 저하, 열악한 녹색교통 이용환경으로 인한 낮은

비동력 교통수단 분담을 등이 문제점으로 제시되었다. 특히, 이러한 문제점은 대단위 산업단지가 조성된 산업도시들인 안산, 시흥, 포항, 창원 등의 공통된 문제점이라 할 수 있다.

본 연구에서는 산업단지내 근로자의 자가용 승용차 저감방안으로 직주근접 및 공단내 자전거 도로의 구축을 통한 녹색교통 수송분담율의 제고, 통근버스 운행 증대 및 버스노선수의 증설을 통한 대중교통 수송분담율 제고, 향후 재개발시 중소기업 위주의 산업단지의 중소규모 블록설계를 통한 버스의 물리적 접근성 제고 등을 제시하고 있으며, 이는 현황분석 및 다중로짓모형의 주요한 분석결과에 따른 것이라 할 수 있다. 한편, 향후의 연구에서는 본 연구의 결과를 토대로 정책적 대안에 대한 구체적 실현가능성을 제고하기 위한 필요한 대안별 정책적 분석과 실행방안을 강구할 필요가 있다.

참고문헌

오윤표·임재문 (2005) “산업단지내 공장용지의 최적형태 결정 모형구축에 관한 연구: 부산광역시를 중심으로,” 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」, Vol.40(7): 7-23

이희관 외2인 (2006) “교통체계개선에 의한 화물교통 대기오염영향 저감방안,” 「환경영향평가」, Vol.15(1)

정헌형·김정주 (2000) “통근·통학자의 지하철 연계교통수단 선택행태분석,” 「대한교통학회지」, Vol.18(5):69-82

조중래·김채만 (1998) “출근통행 교통수단 선택행태의 지역간 비교연구: 서울과 일산신도시를 중심으로,” 「대한교통학회지」, Vol.16:75-86