

GIS를 활용한 도심 물류센터 거점 선정을 위한 연구:

서울시를 중심으로

전인성* · 안승범** · 윤경준***

A Study on the Selection of Distribution Center in the City Using GIS: With Seoul as the center

Jun, In-Sung · Ahn, Seung-Bum · Yun, Kyong-Jun

Abstract

Due to the impact of COVID-19 in 2020, online growth is increasing more rapidly, and the need for MFCs has become important to strengthen the Last Mile service, especially in Gangnam and Seocho, where population density is high. This study analyzed MFC operation case studies using Arc GIS (Geographic Information System), and in the case of Seoul, delivery to four MFC bases is not possible within 30 minutes, and for delivery within 30 minutes, it is necessary to secure MFC bases in areas with many consumers. As a result of the analysis, it was confirmed that two to three MFC operating bases are needed for each region based on Seoul Metropolitan Government and at least one base for each administrative district depending on the delivery service after ordering.

Key words: Last Mile, Micro Fulfillment Center, Dark Store, Online Sales, Delivery Volume, GIS

▷ 논문접수: 2024. 03. 04. ▷ 심사완료: 2024. 03. 30. ▷ 게재확정: 2024. 03. 31.

* 인천대학교 동북아물류대학원 박사과정, 제1저자, insungjun1974@gmail.com

** 인천대학교 동북아물류대학원 교수, 공동저자, sbahn@inu.ac.kr

*** 배재대학교 글로벌비즈니스학과 조교수, 교신저자, captainkjun@pcu.ac.kr

I. 서론

2020년 2월 갑자스러운 COVID19의 발생으로 온라인 소비시장은 기존 예측을 넘는 새로운 국면을 맞이하게 되었다. 전 세계적인 팬데믹(pandemic) 현상으로 인해 언택트(untact) 시대로 빠르게 사회 환경이 급변하게 되었으며, 예상치 못한 전염병 확산을 최소화하기 위해 사무실 근무에서 재택근무로 빠르게 전환되고 온라인 판매량 또한 빠르게 증가를 하였으며, 온라인 판매량 증가에 따른 오프라인 매장 매출은 급감으로 인해 폐점하는 매장이 이례없이 발생되었다.

COVID19가 불러온 다양한 변화들로 인해 전 세계가 새로운 일상을 맞고 있다. 특히 변화는 온라인쇼핑, 간편 결제서비스, 비대면 무인시스템, 플랫폼기업, 유연근무제 등을 이용자가 거부감 없이 빠르게 정착시켰다. 가장 큰 변화는 소비시장에서 나타났다. ‘집콕족¹⁾’이 늘어 온라인 소비도 급속도로 증가했는데, 전년 대비 온라인 신용카드 결제액이 30%이상 늘어 사상 최대를 기록하기도 했다. 주요 생필품 및 식품 판매량은 전년 동기 대비 20~30% 증가하였으며, 온라인 음식배달은 40~80%이상 늘어났다. 홈트(홈트레이닝) 상품 판매량도 큰 폭으로 증가했다. 재택근무와 온라인 개학등에 따라 디지털 가전 수요도 20% 이상 증가했다.(내손안에 서울, 2020).

COVID19 확산에 앞서 기본적으로 온라인 소비를 촉진해 온 것은 1인 가구의 증가이다. 2020년 기준 우리나라 1인 가구 수는 약 617만 가구로 가장 주된 가구유형을 차지 하고 있으며, 국내 인구 100명 중 12명이 1인 가구 유형을 유지하고 있다. 1인 가구는 향후 5년간 15만 가구씩 매년 증가하면서 향후 예견되는 인구 감소 시점 후에도 전체 가구수를 유지할 것이며, 2047년에는 전국 대다수의 지역에서 1인 가구 비율이 30%이상 될것으로 전망되고 있다. 연령대

별로는 70세 이상 여성 1인 가구가 가장 많으나, 최근 20년간의 1인 가구의 증가는 경제활동 연령대의 남성이 주도하였고(KB금융지주 경영연구소, 2020), 1인 가구 증가로 인해 온라인 소비 증가에 많은 영향을 주고 있다. 50대 이상 중장년층도 비대면 사회 환경에 직면하면서 오프라인 유통환경에서 온라인 유통환경으로 빠른 속도로 적응을 하고 있으며, 편리함을 몸소 체험을 하고 있는 현실이다. 마트에 직접 방문하지 않고 온라인 주문을 하여 물품을 구매하는 사람들이 늘어나고 있는 세상이 되어 가고 있고, 대형 오프라인 유통업체들은 매장 폐점 사례 증가, 온라인 매출은 증가하고 있어 오프라인 매장을 온라인 매장과 온라인 쇼핑을 병행할 수 있는 다크스토어(Dark Store)²⁾로 전환하여 온라인 환경에 발빠르게 적응을 하고 있는 현실이다.

최근 온라인 유통업체들이 안전하면서 빠르게 배송을 하기위해 투자를 하면서 물류 배송에 대한 관심도 역시 크게 늘어나고 있다. 구매자가 스마트폰으로 서비스나 온라인 상품을 주문하면 판매자가 오프라인으로 직접 물품을 배송하는 서비스체계(Online to Offline)³⁾가 매우 중요해진 것이다. 구매자가 스마트폰 등으로 온라인 주문한 물품이 배송지를 떠나 고객에게 배송되기 바로 직전의 마지막 거리내지 구간을 위한 배송을 라스트 마일 배송(Last Mile Delivery)이라고 한다(삼성증권, 2020). 이와 같은 온라인 물류의 중요성이 높아지면서 해당 기업들의 물류에 대한 관심과 투자에 대한 질적 양적 중요성이 더욱 높아지고 있다.

플랫폼 및 유통업체들이 점점 라스트 마일 배송 서비스 강화를 위해 소비자와 가까운 도시에 초소형 물류센터(MFC-Micro Fulfillment Center)가 빠르게 구축하고 있다. MFC는 라스트 마일을 선점하기 위해 도심지역에 자리를 잡고 고객 주문 시 가장 빠른

1) 다른 사람들과의 접촉을 피하기 위해 집안에서만 머무르려는 사람들이 늘면서 생겨난 신조어

2) 다크스토어란? 온라인 주문을 처리하기 위해 기존 매장을 지역형 물류거점으로 활용하는 전략

3) Online to Offline(O2O)은 오프라인과 온라인을 이어주는 서비스

배송이 가능하도록 설계가 된 소형 물류센터이다.

국내 물류 시장 내 MFC의 주요 유형은 크게 신규 진입형, 공유경제형, 다크스토어형으로 분류할 수 있다. 신규 진입형은 서울 외곽지역 내 물류센터를 보유하고 있던 기업이 새벽배송, 당일배송 등 1시간 이내 배송을 하기위해 더 빠른 배송 서비스를 원하는

소비자를 만족시키기 위해 도심 곳곳으로 진입하는 유형이다. 국내 대표적인 물류 브랜드 ‘부릉(VROONG)’을 운영하는 물류 기업 메쉬코리아와 바로그가 도심 내 MFC 구축을 적극적으로 추진 중이다(삼정KPMG, 2021).

표 1. 유통산업의 물류 프로세스 개요와 라스트마일

구 분	퍼스트 마일	라스트 마일
담당영역	✓ 제조사가 풀필먼트센터 등까지 인도하는 단계	✓ 풀필먼트센터 등에서 최종 고객에게 제품을 인도하는 단계
거래 당사자	B2B	B2C, C2C
거래 특징	✓ 생산성 향상이 중요 : 대규모 벌크 화물 이동 관리 / 자동화 : 계획적이고 집중적인 물류	✓ 생산성 향상 외 배송 리드타임 단축 및 서비스 품질 : 소규모 상품이동 : 불확실, 분산적 물류

주) 출처 - 삼성증권(2020)

공유경제형은 상업시설, 주차장, 주유소 등의 공공 용지를 공유하며 물류센터로 활용하게 된 사례이며, 현대오일뱅크의 여유있는 공간을 쿠팡 로켓배송을 위한 물류센터로 활용하는 사례가 대표적이다. 다크스토어형 MFC는 도심 내 오프라인 매장을 동시에 하는 것을 말한다. 국내에는 홈플러스, 롯데마트, 이마트 등에서 다크스토어형 MFC를 도입하여 효율적인 매장 운영을 통한 매출 상승에 기여하고 있다. 이로 인해 도심 물류센터 구축을 위한 선정이 가장 중요한 현실에서 본 연구자는 라스트 마일 배송 시간 변화에 따른 도심 물류센터 위치 선정을 위한 연구를 하고자 한다.

행 장소까지 걸어가는 거리’라는 뜻을 표현하는 용어로 사용되었다가 유통 업계에서는 그 의미가 점차 확대되어 ‘최종 단계’ 혹은 ‘최종 과정’이라는 뜻을 내포하게 되었다. 이에 물류-유통 분야에서 라스트마일 배송(Last Mile Delivery)은 ‘상품을 물류거점을 통해서 최종 목적지까지 배송하는 과정’을 의미한다(최진식, 2022). 즉, 라스트 마일 배송은 개인소비자에게 직접 상품을 전달하기 위한 배송의 마지막 구간까지를 포함하여(김태현, 2018), 주문한 물품이 배송지를 떠나 고객에게 직접 배송되기 바로 직전의 마지막 거리 내지 순간을 위한 배송을 뜻한다(삼성증권, 2021).

II. 이론 및 선행연구

2.1. 라스트 마일 물류

라스트 마일(Last Mile)은 본래 ‘독방에서 사형 집행

2.2. 마이크로풀필먼트

마이크로풀필먼트센터(Micro Fulfillment Center, MFC)는 Micro와 Fulfillment Center의 합성어로 풀필먼트센터를 기존의 방식처럼 도시 외곽에 배치하는

것이 아닌 온라인 채널이용 빈도가 높은 도심 지역에 소규모로 다수 진진 배치하여 구축한 것을 의미한다(최진식, 2022). 코로나19로 소비자 주문 채널이 오프라인에서 온라인으로 급격하게 이동, 물류업계

에 소비자가 실제 거주하는 도심 안에 ‘마이크로 풀 필먼트센터(MFC)’ 구축하려는 트렌드가 뚜렷하게 나타나고 있다(글로벌 물류기술동향, 2020).

표 2. MFC 유형별 개념 및 주요 기업 사례

유형	기업	D2C 비즈니스 주요 내용
신규진입형	메쉬코리아	<ul style="list-style-type: none"> • 2021년 상반기 강남·송파에 도심형 MFC 오픈 • 이륜차·사륜차를 활용하여 하루3번 배송하고 있으며 주문부터 배송까지 3시간 이내 완료 • 2021년 내 수도권 50개, 전국 300여 개로 확충 및 상품군 다양화 계획
	바로고	<ul style="list-style-type: none"> • 이륜 배달 서비스 노하우를 축적하여 종합 배달 플랫폼으로 도약 목표 • 강남·서초·송파 등 수도권을 중심으로 25개 MFC 개점 예정 • 신선식품과 비식품군 상품 배송으로 서비스 영역 확대 계획
	굿투릭	<ul style="list-style-type: none"> • 2021년 하반기 배송 서비스 브랜드 쌍배의 MFC 오픈(강남·종로) • 상온·냉장·냉동 식품부터 일반 소형·중대형 제품까지 취급 다양화 • 2022년까지 서울에 25개 이상의 MFC 확충 예정
공유경제형	쿠팡&현대오일뱅크	<ul style="list-style-type: none"> • 현대오일뱅크 주유소 유휴공간을 쿠팡 로켓배송 물류센터로 활용 중 • 쿠팡은 도심 물류 거점을 확보하고, 현대오일뱅크는 부지를 제공하여 임대수익을 창출하는 윈윈효과
	메쉬코리아&GS칼텍스	<ul style="list-style-type: none"> • 2021년 5월 GS칼텍스 주유소에 메쉬코리아 MFC를 구축하기로 합의 • 상온·냉장·냉동 장고를 모두 보유한 인프라 구축 예정
다크스토어형	홈플러스	<ul style="list-style-type: none"> • 인천 계산점, 수원 원천점, 안양점 다크스토어 구축 • 모든 매장을 온라인 주문과 장보기가 가능한 ‘쇼킹(shopping+picking)’점포화 계획
	허마센싱	<ul style="list-style-type: none"> • 매장 인근 3km 지역, 30분 내 도착 실현 • 30분 내 도착 배송 서비스 제공을 위해 주문 후 10분에 피킹 및 포장 후 20분 안에 소비자에게 배송
	롯데마트	<ul style="list-style-type: none"> • 잠실점·구리점 등 기존 점포의 일부 공간에 세미 다크스토어 마련 • ‘온라인 상품 주문 → 피킹 → 패킹 → 배송’의 프로세스로 운영하며, 패킹 단계에는 자동화 설비 도입하여 2시간 이내 바로배송 서비스 구현
	이마트	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 점포의 후방에 PP(Picking&Packing) 센터를 마련하고 피커가 pp센터에서 온라인으로 주문 받은 상품을 선별, 포장 및 배송 진행 • 전국 110여개의 PP센터에서 하루 평균 6만 여건의 온라인 주문 처리

주) 출처 - 언론 보도 종합

2.3. GIS 공간분석 기법

GIS(Geographic Information System) 공간분석기법 중에 버퍼기법과 커버리지기법이 있다. 버퍼기법

은 특정 개체로부터 일정 거리 안의 주변을 의미하는데, 근접 분석에 용이하다. 커버리지기법은 특정 개체로부터 정해진 배송시간 내 배송이 가능한 범위를 분석하는데 용이하다.

2.4. 선행 연구

유통·물류 환경변화에 따라 물류기업에게 요구되는 핵심 경쟁력 중 하나인 라스트 마일 배송을 효율적으로 수행하기 위한 거점 네트워크의 최적화 모델을 연구하였다(김태현, 2018). 도심 내 MFC 구축은 라스트 마일 배송 속도를 높이려면 교외가 아닌 소비자가 실거주하는 지역에 위치하는 것이 유리하다는 차원에서도 설득력이 있고, 유통업체들은 도심 내 MFC 구축을 통해 소비자 만족도를 제고할 뿐 아니라 인력을 줄여 비용을 낮추면서도 물류 운영 효율성을 제고, 시장 점유율을 높이고 수익도 증대시킨다(글로벌 물류기술동향, 2020).

새로운 물류 시설로 도심에 입지한 MFC의 입지특성을 분석하여, MFC가 도시공간에 줄 영향에 대해서 2단계 분석을 하였다. 기존 물류시설(Distribution Center, DC)과 MFC의 입지 특성을 비교 분석, 공간 중심분석(spatial centographic analysis) 중 하나의 표준편차 타원체(Standard Deviation Ellipse) 분석을 통해 DC와 도심형물류시설인 MFC의 공간적 입지패턴을 비교한다(윤윤채, 박진아, 2021).

택배업체의 도심 내 단말배송시스템을 활용하기 위한 방안을 모색하고 기대 효과를 분석하였다. 단말 배송 효율화 방안은 크게 운송수단 효율화 방안과 물류거점 효율화 방안으로 구분된다. 물류거점 효율화 방안은 도심에서 Ultra Micro Consolidation center를 활용하여 차량이 겹치는 주행구간을 최적화하는 방안이며, 운송수단 효율화 방안은 1톤 차량을 이륜차, 자전거, VAN 등 친환경 운송수단으로 대체하여 배송하는 방안이다. 여의도를 대상지역으로 시나리오별 기대효과를 ArcGIS 10.0을 이용하여 분석한 결과, 이동거리와 연료소모량 측면에서는 거점 효율화 방안이, 소요기간과 CO2 배출량 측면에서는 거점 및 운송수단 효율화 방안이 가장 좋은 대안인 것으로 분석되었다(이민규, 박진희, 2016).

도심복합물류센터 (Urban Consolidation Center:UCC)는 최근 단말배송 서비스를 운영하고 고

객의 수요를 만족시키기 위한 핵심적인 자산으로 인식되며, UCC를 활용할 경우 도심 내 다양한 요인을 고려하여 최적의 배송과정을 설계함으로써 배송에 소요되는 시간과 이동 거리를 최소화할 수 있다는 장점이 있어 지리정보시스템(GIS)을 활용하여 다양한 수리모형이 통합된 시나리오 분석을 활용하기 위한 기법을 제안한다(Daariimaa Enkhtuya, 신광섭, 2019).

적절한 운송 기간 내 조건을 만족하기 위한 콜드체인이 가장 중요한 운영 요소는 분배이다. 특히 도심 내 인구 증가와 품질이 높은 식품에 대한 수요가 늘어나면서 신선 식품을 선진화된 운송 방법, 분배시스템이 결정적인 요소로 자리매김 했다. 지리정보시스템(GIS, Geographic Information System)을 이용하여 방콕 도심 내 콜드체인 배송 및 분배 네트워크에 대한 수학적 모델을 적용하여 새로운 시나리오를 제안하는 것을 목표로 한다. 제안된 방법론은 입지 선정 분석과 VRP(Vehicle Routing Problem) 분석을 통합한다(Juthathip Suraraksa, 인천동북아물류대학원, 2019).

클라우드소싱은 주로 도시 물류에 인터넷 기반 서비스에 적용되는 화물 운송 분야에 증가되어 관심을 모으고 있다. 이커머스 환경에서 라스트마일 딜리버리에 클라우드소싱 솔루션을 적용하여 방법론적으로 접근법을 제안한다(Chao Chen, Shenle Pan, 2015).

도시 물류에 적용되는 지리 정보시스템(GIS)을 활용하여 '라스트마일 배송'과 관련 된 복잡한 도시 화물 상황을 모델링하는 방법을 설명한다(Cindy Guerlain, Stephane Cortina, Samuel Renault, 2015).

유럽 국가에서 온라인으로 구매한 상품의 주문 착오에 따른 반품 배송 비용을 줄이는 측면에서 CDP(Collect and Delivery Points)가 효율적으로 입증되었다. CDP의 위치 선정 및 밀도는 소비자의 분포 패턴 및 잠재적인 CDP 위치에 대한 접근성과 같은 요소를 고려해야 한다. 도시 인구 통계와 인구 중심지와 잠재적 시설 위치에 대한 문제 해결 접근법을 제안한다(Ashu Kediaa, Diana Kusumastutia,

Alan Nicholsona, 2019).

전자상거래 매출은 지난 20년 동안 꾸준히 성장해 왔다. 식료품 업계 전반에 걸친 온라인 구매는 코로나 바이러스 팬데믹으로 인해 주문이 더욱 증가를 하고 있다. 코로나19는 매장 구매 감소, 식료품 온라인 구매 수요 가속화 및 공급망 기간을 단축시켰다. 이 시대의 새로운 과제를 해결할 수 있는 로지스틱 솔루션을 연구하는 것을 목적으로 한다(Adriana Canas Verdugo 외, 2020).

스타벅스는 코로나19로 증폭된 고객 수요의 혼란을 겪었다. 스타벅스가 대형 카페 매장에 투자하지 않고도 모바일 주문 증가 수요에 지속적으로 부응할 수 있는 상생 시나리오를 파악하기 위해 지하철 지역에 픽업 전용매장을 여는 방안을 모색하고 있다. 이 전략은 총 이동 거리를 줄이는 동시에 매장에 재고를 여러 번 배달하는 데 도움이 되며, 스타벅스는 긴급한 매장 주문에 대응할 수 있는 배송의 유연성

을 제공한다. 마이크로풀필먼트는 스타벅스가 전통적인 카페를 변화시키고 더 새롭고 더 작은 가게를 열 수 있는 길을 열어 임대료와 인건비에서 상당한 절감을 할 수 있다(Sai Priyanka Jarugumilli, Feng Zhu, 2021).

III. 연구 방법

MFC를 운영하는 업체 사례 분석을 통해 배송 서비스 체계(당일, 익일, 새벽배송)에 따른 거점 변화를 연구 모형으로 설정하였다.

G사 사례를 연구한 배경은 다른 플랫폼 업체와 다른 방식을 활용하여 MFC를 운영하고 있어 해당 업체 사례를 연구하게 되었다. 서울지역 및 수도권 일부지역에 대해서 당일, 익일, 새벽배송 등 24시 운영 거점을 풀가동으로 운영 프로세스를 가지고 운영되고 있음을 알 수가 있다.

표 3. G사 MFC 현황

구 분	주 소	기 능
종로	서울 종로구 낙산길 14	MFC (Micro Fulfillment Center)
강남	서울 강남구 영동대로 122길 12	
김포	서울 강서구 하늘길 210	STC (Sub Terminal Center) + MFC (Micro Fulfillment Center)
남양주	경기 남양주시 오남읍 오남리 695	

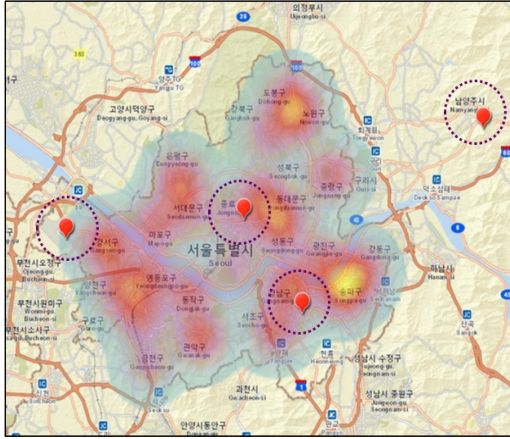
G사에서 운영 중인 MFC는 G사에서 배송서비스를 출시한 ‘쌍배’ 홈페이지를 통해 확인하였고, 권역별 배송 반경, 트럭 운행 기준 시간대별 배송권역은 Arc

GIS(Geographic Information System) Online를 활용하여 GIS 근접도 분석 기법을 활용하여 권역별 배송 가능 권역을 연구하였다.

표 4. G사 MFC 배송서비스

구 분	배송서비스	요일
당일 배송	당일 12시 주문 마감 당일 22시까지 배송	주 5일 서비스(주말, 공휴일 제외)
전담 배송	전일 24시 주문 마감 이익 18시 배송 완료	주 6일 서비스(일요일, 공휴일 제외)
야간 당일 배송	당일 낮 2시 주문 마감 당일 자정 ~ 이익 2시까지 배송	365일 배송 서비스

그림 1. G사 MFC 배송권역



1인가구 배달주문 분석 트렌드 리포트(오픈서베이, 2022)에서 배달 음식 주문은 주 1.94회, 1회 평균 주문은 2.94만원으로 조사가 되었다. 분석된 데이터 기준으로 1인가구당 연간 주문 회수 및 거래액을 산출해 볼 수 있다.

통계청 온라인쇼핑 동향에 의하면 21년 음식서비스 연간 거래액 249,828억원이며, 전체 주문의 48.6%가 가계 1km 이내에서 발생하고 있다고 분석

했다(배민트렌드, 2021). 배민 빅데이터 분석 결과에서도 확인 할 수 있듯이 쿡커머스 서비스 극대화를 위해서는 거래액 분석, 주문 패턴 등 다양한 빅데이터 분석을 통해서 쿡커머스 운영 거점에 대해서 전략적으로 판단이 필요하다.

표 5. 1인가구 연간 주문횟수 및 거래액

구 분	세부 내용
연간 주문회수	52주/년 × 1.94회/주 = 100.88회/년/1인가구
연간 거래액	100.88회/년 × 2.94만원/회 = 296.59만원/년/1인가구

서울시 25개 행정구역별 1인가구를 분석한 결과 관악구, 강서구, 송파구, 강남구 순으로 1인가구 밀집도가 높은 것으로 분석이 되었다. 서울시 중 관악구가 1인 가구가 가장 많이 밀집되어 있는 지역인데 1인 가구 중 20대~40대 비중이 관악구 1인 가구 전체 중 76.4% 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 최근 MFC 운영 거점을 보게 되면 20대~40대 1인 가구 비중이 높은 지역에 MFC 운영 거점이 생기고 있는 추세이다.

표 6. 지역별 1인가구 비중 및 거래액

(단위 : 천가구, 억원)

No	구분	전체가구 (㉠)	1인가구 (㉡)	1인가구 비중 (㉡/㉠)	1인가구 거래액	1인가구 거래액 비중
1	서울	3,982	1,391	34.9%	41,255	20.9%
2	부산	1,405	455	32.4%	13,495	6.8%
3	대구	986	305	30.9%	9,046	4.6%
4	인천	1,147	325	28.3%	9,639	4.9%
5	광주	599	194	32.4%	5,754	2.9%
6	대전	631	229	36.3%	6,792	3.4%
7	울산	444	123	27.7%	3,648	1.9%
8	세종	139	44	31.7%	1,305	0.7%
9	경기	5,098	1,406	27.6%	41,700	21.2%
10	강원	661	231	34.9%	6,851	3.5%
11	충북	679	236	34.8%	6,999	3.6%
12	충남	892	305	34.2%	9,046	4.6%
13	전북	756	255	33.7%	7,563	3.8%
14	전남	762	257	33.7%	7,622	3.9%
15	경북	1,132	389	34.4%	11,537	5.9%
16	경남	1,350	418	31.0%	12,397	6.3%
17	제주	263	82	31.2%	2,432	1.2%
합 계		20,926	6,645	31.8%	197,082	

주) 출처 - 2021 통계로 보는 1인가구(통계청)

표 7. 서울시 행정구역별 1인가구 현황

행정구역	전 체			20대비중	30대비중	40대비중
	계	남자	여자			
관악구	129,233	67,665	61,568	40.4%	25.6%	10.3%
강서구	86,172	39,138	47,034	23.3%	25.6%	13.1%
송파구	73,694	32,890	40,804	20.5%	28.3%	15.6%
강남구	68,999	29,446	39,553	21.5%	31.1%	16.7%
동작구	64,101	30,327	33,774	35.5%	22.4%	10.8%
영등포구	64,000	32,099	31,901	26.6%	27.2%	12.8%
마포구	63,172	27,264	35,908	32.0%	26.8%	13.6%
광진구	62,301	29,570	32,731	33.0%	23.6%	12.1%
성북구	61,510	27,229	34,281	34.1%	15.7%	10.7%
동대문구	60,925	30,239	30,686	34.8%	16.5%	10.7%
은평구	57,853	25,221	32,632	18.5%	20.2%	14.3%
중랑구	56,605	28,068	28,537	15.8%	18.4%	14.0%
노원구	56,438	23,701	32,737	19.1%	13.2%	12.2%
구로구	50,971	25,085	25,886	20.3%	22.0%	14.3%
강동구	50,316	23,817	26,499	17.8%	21.4%	15.0%
서대문구	49,863	21,359	28,504	36.0%	18.1%	10.7%
강북구	45,685	20,958	24,727	17.4%	14.7%	13.3%
서초구	43,942	19,142	24,800	21.5%	28.6%	16.1%
성동구	42,585	20,874	21,711	27.9%	20.5%	13.3%
금천구	42,334	22,847	19,487	23.2%	22.0%	12.9%
양천구	39,436	18,058	21,378	13.4%	18.6%	14.4%
용산구	36,881	16,880	20,001	22.5%	26.2%	15.0%
도봉구	34,884	15,438	19,446	12.7%	14.2%	13.9%
종로구	25,983	12,663	13,320	28.6%	18.9%	12.5%
중구	22,818	11,021	11,797	24.0%	20.5%	13.1%
전 체	1,390,701	650,999	739,702	26.1%	22.3%	13.1%

출처 : 2020년 서울시 인구총조사

SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) 통계시스템을 활용해서 1인가구 배달 소비액과 1인가구 밀집에 영향을 미치는 요인을 상관분석 및 선별하고 다중회귀분석을 실시하였다.

IV. 연구 결과

G사에서 운영 중인 4개 MFC 배송권역을 분석한 결과 서울지역 내 배송권역을 <표 8>과 같이 선정한 것으로 분석할 수 있었으며, 권역별 인구 현황 및 면적은 <표 9>와 같다.

표 8. G사 MFC 거점별 배송권역

MFC	배송 권역	지역갯수
종로	은평구, 성북구, 용산구, 성동구, 종로구, 동대문구, 중구, 마포구, 서대문구	9개지역
강남	강남구, 서초구, 송파구, 강동구, 광진구	5개지역
김포	양천구, 강서구, 구로구, 영등포구, 금천구, 동작구, 관악구	7개지역
남양주	도봉구, 노원구, 강북구, 중랑구	4개지역

주) 거점별 배송권역은 본 연구자가 GIS 분석을 통해 권역을 세분화함.

표 9. MFC 거점별 인구현황 및 배송권역

MFC권역	서울지역 인구현황					권역별 면적	
	총인구수	세대수	세대당 인구수	남자 인구수	여자 인구수	면적 (m)	면적 (평)
종로	2,691,084	1,283,737	2.10	1,296,283	1,394,801	182,590	55,233
강남	2,406,319	1,056,456	2.28	1,160,487	1,245,832	162,230	49,075
김포	2,897,201	1,399,532	2.07	1,423,913	1,473,288	162,420	49,132
남양주	1,514,854	686,282	2.21	737,357	777,497	98,340	29,748
합 계	9,509,458	4,426,007	2.15	4,618,040	4,891,418	605,580	183,188

4개 MFC 중 김포, 남양주 MFC는 STC(Sub Terminal Center) 기능을 포함하고 있으며 종로, 강남MFC는 재고 부족 시 보충기능도 함께 가지고 있는 센터로 병행해서 운영 중이다. 21년 실적 기준으로 택배물동량은 경기도 26.3%, 서울 18.4% 비중을 차지하고 있으며, 온라인 매출은 경기도 26.3%, 서울 18.4% 비중으로 분석할 수 있다.

택배 물동량은 연평균 12.3%, 온라인 매출은 연평

균 23.3% 성장을 하고 있으며 <그림 3>과 같이 온라인 매출을 지역별로 분석하고, 서울지역은 G사가 운영하고 있는 MFC 권역별로 세분화하여 분석을 하였으며, <그림 4>와 같이 2014년~2021년까지 매년 성장하고 있는 것을 확인 할 수 있다.

G사에서 운영 중인 4개 MFC 권역을 GIS 근접도 분석 기법을 활용하여 배송 반경, 배송 시간 분석을 단계별로 진행을 하였다. 운영중인 MFC 4개 거점을 GIS 배송 반경 분석 기능을 활용하여 분석을 한 결과 4개 MFC에서 서울 전지역 배송 가능 여부를 확인하기 위해서는 거점별 반경 15km를 설정해서 운영을 해야 서울지역 전체 배송이 가능한 권역으로 분석이 되었다. 4개 MFC 권역 분석 시 일부 지역은 중첩 되는 권역이 상당부분 있어 MFC 운영 거점을 4개에서 3개 또는 2개로 변경 운영을 해도 서울 전 지역에 배송하는데 문제가 없을 것으로 본 연구자는 판단을 하였다. 단, 배송 서비스에 따라 MFC 운영 개소 등 차이는 있을 수 있다.

그림 3. MFC 권역별 물동량 및 온라인 매출

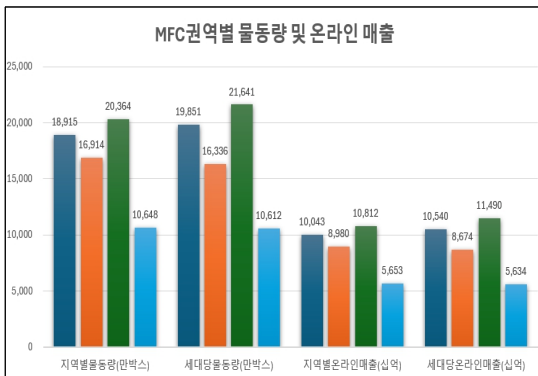


그림 4. 온라인 매출 & 택배 물동량

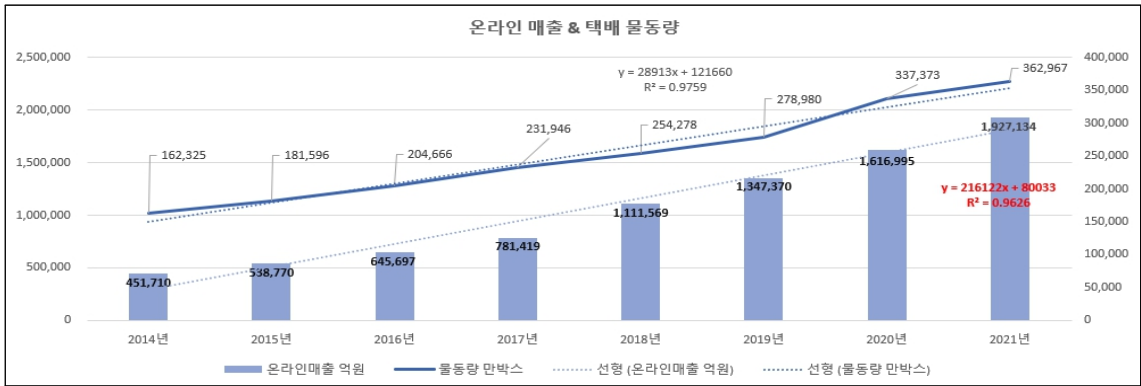


표 10. G사 MFC 운영 권역 반경 비교

반경	설 명
5km	각 MFC 위치에서 반경 5km 지정 시에는 센터 인근 지역만 배송권역으로 설정 가능
10km	각 MFC 위치에서 반경 10km 지정 시에는 일부 권역이 중첩되고, 10km 반경 내에 포함이 안되는 지역이 발생됨.
12km	각 MFC 위치에서 반경 12km 지정 시에는 대부분의 권역이 포함되나, 일부 지역이 배송권역에 포함되지 않음.
15km	각 MFC 위치에서 반경 15km 지정 시에는 서울전지역 배송이 가능하며, 서울외 지역도 일부 배송권에 포함됨.

표 11. G사 MFC 차량 운행시간별 비교

배송시간	설 명
10분	각 MFC 위치에서 배송차량 운행 시간을 10분 설정 시, 일부 지역에 한해 배송 가능
15분	각 MFC 위치에서 배송차량 운행 시간을 15분 설정 시, 남양주 MFC를 제외한 3개 MFC 거점은 배송 가능 지역이 확대됨.
20분	각 MFC 위치에서 배송차량 운행 시간을 20분 설정 시, 도봉구, 금정구 지역을 제외한 나머지 지역은 배송가능 지역으로 분석됨.
30분	각 MFC 위치에서 배송차량 운행 시간을 30분 설정 시, 서울 전지역을 배송 가능한 것으로 분석됨.

4개 MFC 권역을 GIS 근접도 - 배송 권역(시간설정) 기법으로 분석한 결과 4개 MFC에서 30분 내 배송이 되어야 서울 전체 배송이 가능한 것으로 분석이 되었으며, MFC 인근 소비자에게는 묶음 배송(비슷한 배송 지역을 묶어서 라이더가 같이 배송하는 것)이 가능할 수 있으며, 거리가 먼 곳은 단건 배송을 통해 고객과 약속한 배송 시간을 지킬 수 있을 것으로 확인 할 수 있었다. 해당 분석은 주문 후 피팅

및 포장하는 작업 시간을 반영하지 않고 단순하게 배송차량 이동 시간만 반영하여 분석한 결과 값이다. 고객이 주문 후 피킹, 포장하는데 소요 시간이 10분 걸린다고 가정해서 보면 MFC 4개 거점으로 30분 내 배송은 불가능을 분석할 수 있다. 30분 내 배송을 위해서는 MFC 거점 세분화가 필요하다. G사에서 운영 중인 MFC 거점별 배송 가능 시간 분석은 30분에서 15분이 더 늘어난 45분 설정을 해야 서울 전역 배송

이 가능하다는 결론을 도출하게 되었다. 단, 주문 후 작업시간은 고려하지 않고 단순 배송가능 여부를 분석한 결과 값이며, GIS 시스템적인 분석 한계가 있음을 확인할 수 있었다. 현재 시스템에서는 실시간 교통 상황을 반영해서 배송 가능 지역 분석을 할 수가 없으며, 또한 시간대별 교통상황, 기상상황 등을 반영하지 않고 단순 분석된 점이 본 연구에서 한계점

으로 볼 수 있다. MFC 거점별 배송 가능 시간 분석은 아래 <그림 5>, <그림 6>, <그림 7>, <그림 8>과 같다. 1인 가구 밀집도에 따른 상관관계를 분석한 결과 1인 가구 밀집도에 따라 주문회수, 거래액등 상관관계가 유의한 값을 도출할 수 있었고, 1인 가구 밀집도에 콕커머스 운영 거점 선정 요인에 매우 중요한 결정적인 영향을 미칠 수 있음을 확인할 수 있다.

그림 5. 강남 MFC - 권역 분석

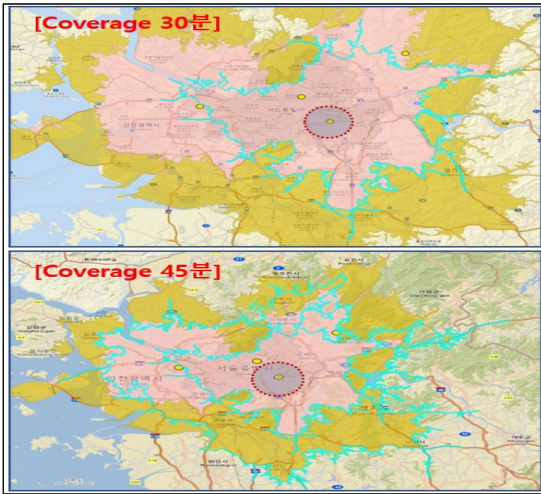


그림 6. 종로 MFC - 권역 분석

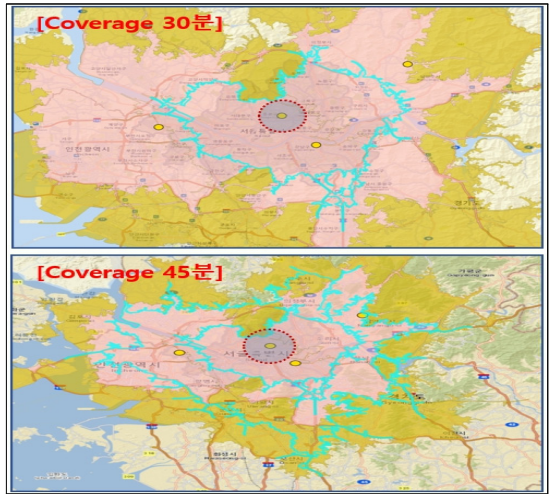


그림 7. 강서 MFC - 권역 분석

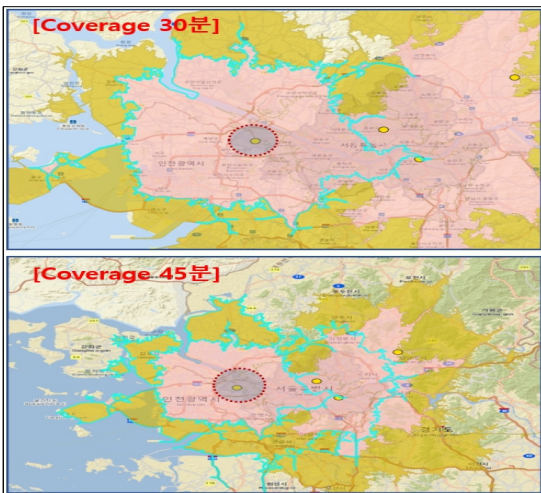


그림 8. 남양주 MFC - 권역 분석

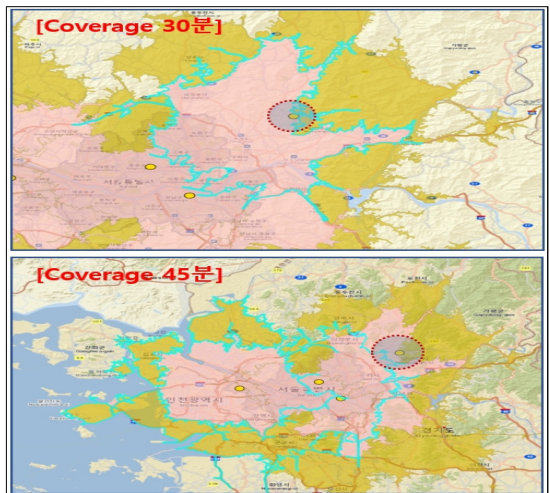


표 12. 1인 가구 상관관계 분석

		인구밀도 (명/km)	전체가구(천가구)	1인가구(천 가구)	1인가구 년간주문 회수	1인가구거 래액(억)	인구 (천명)	남자인구(천명)	여자인구(천명)
인구밀도 (명/km)	Pearson 상관계수	1	.540*	.640**	.640**	.640**	.502*	.470	.509*
	유의수준(양쪽)		.025	.006	.006	.006	.040	.057	.037
	N	17	17	17	17	17	17	17	17
전체가구 (천가구)	Pearson 상관계수	.540*	1	.989**	.989**	.989**	.998**	.996**	.999**
	유의수준(양쪽)	.025		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	17	17	17	17	17	17	17	17
1인가구 (천가구)	Pearson 상관계수	.640**	.989**	1	1.000**	1.000**	.979**	.971**	.980**
	유의수준(양쪽)	.006	.000		0.000	.000	.000	.000	.000
	N	17	17	17	17	17	17	17	17
1인가구년간 주문회수	Pearson 상관계수	.640**	.989**	1.000**	1	1.000**	.979**	.971**	.980**
	유의수준(양쪽)	.006	.000	0.000		0.000	.000	.000	.000
	N	17	17	17	17	17	17	17	17
1인가구거래 액(억)	Pearson 상관계수	.640**	.989**	1.000**	1.000**	1	.979**	.971**	.980**
	유의수준(양쪽)	.006	.000	.000	0.000		.000	.000	.000
	N	17	17	17	17	17	17	17	17
인구(천명)	Pearson 상관계수	.502*	.998**	.979**	.979**	.979**	1	.999**	1.000**
	유의수준(양쪽)	.040	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	17	17	17	17	17	17	17	17
남자인구 (천명)	Pearson 상관계수	.470	.996**	.971**	.971**	.971**	.999**	1	.999**
	유의수준(양쪽)	.057	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	17	17	17	17	17	17	17	17
여자인구 (천명)	Pearson 상관계수	.509*	.999**	.980**	.980**	.980**	1.000**	.999**	1
	유의수준(양쪽)	.037	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	17	17	17	17	17	17	17	17

*. 상관이 0.05 수준에서 유의합니다(양쪽).

** . 상관이 0.01 수준에서 유의합니다(양쪽).

그림 9. 서울 25개 구청 기준 - 반경 변화 분석

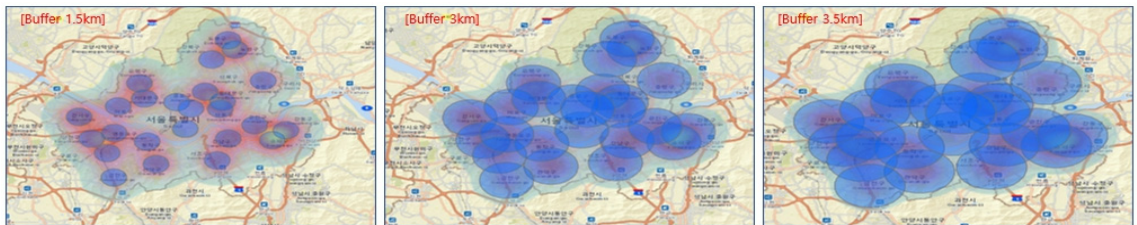
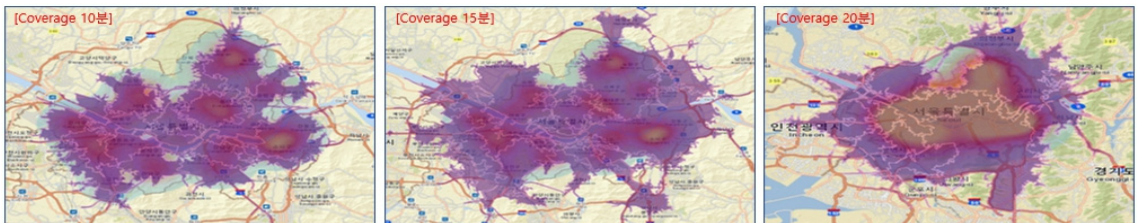


그림 10. 서울 25개 구청 기준 - 배송 시간 변화 분석



V. 결론 및 시사점

서울지역을 대상으로 MFC 거점 선정 요인 중 가장 중요한 것은 MFC거점 운영 정책(서비스)에 따라 위치 선정이 가장 중요하다. 소비자에게 빠른 배송 서비스를 하기 위해서는 소비자가 거주하고 있는 인접지역으로 MFC 거점 운영을 통해 빠른 배송 서비스를 제공하면 되고, 굿투력이 운영하는 형태로 다양한 배송 서비스 제공을 위해서는 전략적으로 어떻게 거점을 선정해서 운영할 것인지에 대해서는 의사결정이 필요하다고 판단이 된다.

예를 들어 권역별 소비 매출 분석을 통해 쿼터머스 및 당일 배송 매출이 높은 지역은 소비자가 많은 지역으로 거점 선정 운영, 새벽 배송 매출 비중이 높은 지역은 적합한 운영 거점을 선정해서 운영하는 것이 가장 합리적으로 MFC 거점 선정에 중요한 요인으로 결정을 할 수 있을 것이다.

연구의 한계점으로 첫 번째 GIS를 활용하여 분석 시 실시간 교통 상황(요일, 출퇴근 시간, 날씨)에 다양하게 영향을 적용하여 분석을 할 수 없는 시스템적인 한계가 있었다. 두 번째는 B2B처럼 주문 마감 시간이 정해져 있지 않아 배송 최적화 분석을 통한 최적의 입지 선정에 대해서 후보지 제안을 하지 못한 한계점이 있다. 세 번째는 서울지역에 국한되어 MFC 거점 선정에 대한 사례 연구를 하였으나 향후에는 수도권 전체 및 충청권에 대해서 MFC 거점 선정 요인에 대해서 비용 효율성까지 포함하여 연구할 필요성이 있다.

참고문헌

최진식(2022), 수평보급을 고려한 마이크로풀필먼트센터(MFC) 최적화, 한밭대학교 대학원 석사학위논문. 물류기술개발지원센터, “글로벌 물류기술 동향”, 한국교통연구원, vol.14, no.630, 2020.

- 김태현(2018), 라스트마일 네트워크에서의 거점 입지 최적화에 관한 연구-서울시를 중심으로, 인천동북아물류대학원, 석사학위논문.
- 윤운채, 박진아(2021), 도심형 물류시설의 특성 분석-기존 물류시설과 종합소매업과의 비교, 대한국토·도시계획학회, 추계학술대회.
- Daariimaa Enkhtuya, 신광섭(2019), GIS를 이용한 최적 도심 유통 네트워크 설계: 몽골 울란바타르 내 우유 산업 사례, 한국빅데이터학회지, 제4권 제3호, pp.159-173.
- Juthathip Suraraksa(2019), GIS를 활용한 도심 내 콜드체인 운송 네트워크 설계에 관한 연구: 방콕사례를 중심으로, 인천동북아물류대학원, 박사학위논문.
- 이민규, 박진희(2016), 도심형 집배송센터와 자전거를 활용한 단말물류 효율화 방안의 기대효과에 관한 연구, 물류학회지, 제26권 제3호, pp.15-24.
- 내 손안에 서울(2020), 코로나19이전과 이후는 달라... 새로운 일상을 준비할 때
- KB금융지주(2020), 한국 1인가구 보고서
- 삼성증권(2020), 유통산업의 미래, 라스트 마일(Last Mile) 배송서비스
- 삼정 KPMG(2021), 위기인가? 기회인가? : 물류센터 산업에 던지는 3가지 질문, 제144호
- 쌍배 홈페이지 (<http://www.ssangbae.co.kr>)
- 오픈서베이(2021), 배달서비스 트렌드 리포트
- 배민트렌드(2021)
- Cindy Guerlain, Stephane Cortina, Samuel Renault(2015), “Towards a collaborative Geographical Information System to support collective decision making for urban logistics initiative.” Transportation Research Procedia,12(2016), pp. 634-643.
- Ashu Kediaa, Diana Kusumastutia, Alan Nicholsona(2019), “Locating collection and delivery points for goods’ last-mile travel: A case study in New Zealand, Transportation Research Procedia.” 46(2020), pp. 85-92.
- Adriana Canas Verdugo, Carlota Martinez Aldeguer, Alba Romero Martinez, Irene Vila Rodriguez(2020), “The Future of E-Grocery. A Study of the Micro-Fulfillment Model.” Universitat Pompeu Fabra Barcelona.
- Sai Priyanka Jarugumilli, Feng Zhu(2021), “Micro-Fulfillment Feasibility for Metro Trade Area Transformation.”Massachusetts Institute of Technology.

Chao Chen, Shenle Pan(2015), "Using the Crowd of Taxis to Last Mile Delivery in E-commerce: a Methodological Research."
(<https://www.researchgate.net/publication/286449950>)

GIS를 활용한 도심 물류센터 거점 선정을 위한 연구: 서울시를 중심으로

전인성 · 안승범 · 윤경준

국문요약

2020년 COVID19 영향으로 온라인 성장세가 더욱 빠르게 증가하고, 이로 인해 라스트 마일(Last Mile) 서비스 강화를 위해 MFC 필요성이 중요하게 되었으며, 특히 인구 밀집도가 높은 강남, 서초 지역에서 MFC(Micro Fulfillment Center)가 활발히 운영되고 있다. 본 연구는 MFC 운영 사례 연구를 Arc GIS(Geographic Information System)를 활용하여 분석하였으며, 서울의 경우 MFC 4개 거점으로 30분 이내 배송은 불가능하며, 30분 이내 배송을 위해서는 소비자가 많은 지역에 MFC 거점을 촘촘히 확보할 필요성이 있다. 분석 결과 MFC 운영 거점은 주문 후 배송 서비스에 따라 서울시 기준으로 권역별 2개 ~ 3개, 행정구역 별로 최소 1개이상 거점이 필요함을 확인 할 수 있었다.

주제어 : Last Mile, Micro Fulfillment Center, Dark Store, Online Sales, Delivery Volume, GIS