creative commons
COMMONS DEED

저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공학석사 학위논문

온라인 전용 물류센터의 입지 및 공간 특성 분석

– 이마트와 쿠팡의 사례를 중심으로 –

2022년 02월

서울대학교 대학원

건축학과

김 창 용

온라인 전용 물류센터의
입지 및 공간 특성 분석

– 이마트와 쿠팡의 사례를 중심으로 –

지도 교수 조 항 만

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함
2022년 2월

서울대학교 대학원
건축학과
김 창 용

김창용의 공학석사 학위논문을 인준함
2022년 2월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문초록

온라인 전용 물류센터의 입지 및 공간 특성 분석

– 이마트와 쿠팡의 사례를 중심으로 -

서울대학교 대학원 건축학과 김 창 용

지도교수 조 항 만

최근 이커머스 시장의 꾸준한 성장으로 인해 여러 기업에서 온라인 유통 네트워크를 강화하고 있으며, 배송시간을 단축하고 배송권역을 확대하는 등 시장 점유율을 높이려는 시도가 계속되고 있다. 이로 인해 기존의 대형화된 허브 물류센터의 확충뿐만 아니라 도심형 물류센터라는 새로운 유형의 물류센터가 등장하였다. 도심 곳곳에 물류센터가 신설되며, 물류센터는 머지 않아 도심 내에서 쉽게 볼 수 있는 건축물 유형으로 자리잡을 것으로 전망된다.

그러나 물류센터에 대한 건축 부분의 연구는 많지 않으며, 새롭게 등장하고 있는 온라인 전용 물류센터에 대해서는 거의 논의된 바가 없다. 도심에 물류센터가 들어서며 물류센터와 도시가 주고받는 영향에 관한 다양한 건축적 논의가 가능할 것으로 보이나, 아직 도심형 물류센터의 등장 기간이 충분히 길지 않아 도시에 미친 영향을 파악하기에는 이른 시점이다. 오히려 그에 앞서 온라인 전용 물류센터 그 자체에 대한 이해와 분석이

이루어질 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 온라인 전용 물류센터의 입지 및 공간 특성을 파악하고, 기존의 물류센터에 관한 건축 이론이 온라인 전용 물류센터에서도 유효한지 확인하고자 한다. 나아가 기존의 물류센터 뿐만 아니라 온라인 전용 물류센터, 특히 도심형 물류센터까지 포괄하는 공간 특성이나 구축 논리를 발견하고자 한다.

국내 이커머스 시장 점유율 상위 3개 기업은 네이버, 이마트, 쿠팡이다. 그러나 이 세 기업은 이커머스 사업에 있어 서로 다른 전략을 취하고 있다. 네이버는 자체 판매 및 배송보다는 판매자와 구매자를 연결해주는 오픈마켓을 중심으로 사업을 확장하고 있으며, 이로 인해 상대적으로 자체 물류센터를 조금 보유하고 있다. 반면, 이마트와 쿠팡은 경쟁력 있는 자체 판매 플랫폼을 가지고 있으며, 다수의 물류센터를 보유 또는 임차하고 있다. 이 두 기업은 취급 품목에서 서로 차이를 보인다. 이마트는 오프라인 유통에서부터 구축해왔던 신선식품을 중심으로 운영하고 있으며, 쿠팡은 많은 물품 종류를 가진 공산품을 중심으로 차별화하고 있다. 연구에 있어 여러 기업의 물류센터를 참고하였으나, 국내 이커머스 시장의 선두에 있으며 허브 물류센터 뿐만 아니라 도심형 물류센터를 구축한 이마트와 쿠팡을 중심으로 분석을 진행하였다.

먼저, 과거의 물류센터와 이커머스를 보조하는 물류센터를 각각 오프라인 물류센터, 온라인 전용 물류센터로 구분하여, 최근 새롭게 등장한 온라인 전용 물류센터에 대해 분석을 진행하였다. 또한 입지와 규모 등의 측면에서 차이를 보이는 물류센터 유형을 각각 도심형 물류센터, 허브 물류센터로 세분하여 분석을 진행하였다. 또한, 도심형 물류센터의 경우 적재공간이 필수적이지 않으며, 대신 일시적인 보관을 위한 공간이 존재함을 확인하였다. 이를 분석에 반영하기 위해 보조적재공간을 추가로 정의하여 물류센터의 공간요소를 적재공간, 보조적재공간, 이동공간, 접안공간으로 구분하였다.

두번째로, 각 기업의 주요 취급 품목에 따른 입지 특성의 차이을

분석하였다. 연구 결과, 전반적으로 오프라인 물류센터에 비해 수요지를 지향하는 특성을 보이나, 주요 취급 품목에 따라 입지 특성이 차이를 보이는 것을 확인하였다. 신선식품을 주로 취급하는 기업의 물류센터는 상대적으로 도심지에 가까웠으며, 개별 배송권역이 작고 분산되어 있었다. 또한, 물류센터의 입지가 배송권역 내부에 위치하거나 오히려 배송권역보다 도심지에 가까이 위치하였다. 반면, 공산품을 주로 취급하는 기업의 물류센터는 배송권역 밖 도심지에서 먼 곳에 위치하였고, 개별 배송권역이 넓고 서로 집적되는 경향을 보였다. 그리고 신선식품 위주의 물류센터는 허브 물류센터와 도심형 물류센터를 구분하지 않고 최종 적환지의 역할을 담당하고 있어, 여러 적환지를 거쳐 배송되는 공산품 위주의 물류센터와 차이를 보였다.

마지막으로, 각 기업의 주요 취급 품목에 따른 공간 특성의 차이를 분석하였다. 허브 물류센터의 공간은 취급 물품에 대부분 영향을 받지 않는 것으로 나타났으나, 적재공간의 경우 신선식품 위주의 물류센터가 공산품 위주의 물류센터에 비해 더 밀도 있고 자동화가 많이 이루어졌음을 확인하였다. 도심형 물류센터의 경우, 신선식품 위주의 물류센터는 접안공간이 통합되어 있으며, 독립적인 적재공간과 이를 순환하는 이동공간을 가지고 있었다. 또한, 자동분류장치가 구축되어 있으며, 배송을 위한 보조적재공간은 생략되어 있었다. 반면, 공산품을 주로 취급하는 물류센터는 분리된 접안공간을 가지고 있었으며, 적재공간이 없는 대신 배송을 위한 보조적재공간을 가지고 있었다.

건축 이론의 경우 LeCavalier가 주장하였던 ‘The Content is the Form’으로의 물류센터와 Lyster가 주장한 ‘Ground Rule’이 온라인 전용 물류센터, 특히 도심형 물류센터에는 더 이상 적용되지 않는 것을 확인하였다. 반면, Weick의 ‘Loosely Coupled System’으로 바라본 물류의 특징은 도심형 물류센터에도 유효하게 적용되었다. 본 연구에서는 물류 시스템 전반에 대해 논의되었던 ‘Loosely Coupled System’에 대한

LeCavalier의 관점을 공간의 형태로 보완하여 물류센터의 공간을 설명하는 데에 사용하였다. 물류센터는 물품을 각자의 규칙에 따라 묶어 보관하는 집합공간과 각 집합공간을 연결하는 프로토콜 역할을 하는 재분배공간의 조합으로 구축되며, 해당 특성이 기존의 오프라인 물류센터 뿐만 아니라 새롭게 등장하는 물류센터 전반을 아우르는 건축적 특성임을 확인하였다.

주요어 : 물류센터, 이커머스, 유통, 이마트, 쿠팡, 구축 논리
학　번 : 2020-22207

목 차

논문 초록 i
목 차 v
표 목차 vii
그림 목차 viii

제 1 장 서 론 1
제 1 절 연구의 배경 및 목적 1
제 2 절 선행연구 4
1. 최적화를 위한 알고리즘 및 시뮬레이션 제안 연구
2. 물류센터 입지요인에 관한 연구
3. 물류센터 건축에 관한 연구
제 3 절 연구의 대상 및 방법 13
1. 대상 물류센터의 선정
2. 연구의 흐름
제 4 절 용어 정의 20
1. 온라인 전용 물류센터의 정의
2. 허브 물류센터와 도심형 물류센터

제 2 장 물류센터 이론 고찰 24
제 1 절 물류센터 입지이론 24
1. Weber와 산업입지론
2. Christaller와 중심지이론
3. AHP를 통한 입지요인분석 연구
제 2 절 물류센터 건축이론 36
1. Le Cavalier의 “Content is the Form”
2. Weick의 “Loosely Coupled System”

3. Lyster의 “Ground Rules”

제 3 장 온라인 전용 물류센터의 입지 특성 46

제 1 절 이마트와 쿠팡의 물류 구축 현황 46

제 2 절 물류센터 입지 및 배송권역 특성 53

제 3 절 허브물류센터와 도심형 물류센터의 관계 63

제 4 절 소 결 65

제 4 장 온라인 전용 물류센터의 공간 특성 67

제 1 절 물류센터의 공간 및 설비 67

제 2 절 사용 설비로 바라본 공간 특성 74

제 3 절 공간요소의 배치로 바라본 공간 특성 78

제 4 절 건축이론을 통해 바라본 공간 특성 85

제 5 절 소 결 98

제 5 장 결 론 99

제 1 절 결 론 99

제 2 절 연구의 한계 및 의의 103

참고문헌 105

Abstract 110

표 목차

[표 1] 주요 이커머스 기업의 영업 및 물류센터 현황 14

[표 2] AHP 기법을 이용한 물류센터 입지요인 연구의 요인별 중요도. 35

[표 3] 이마트 온라인 전용 허브 물류센터 목록 47

[표 4] 물류센터 유형별 입지 특성 66

[표 5] 취급 품목에 따른 온라인 전용 물류센터의 입지 특성 66

[표 6] 물류센터의 공간요소별 물류설비 및 공간구성 유형의 종류 71

[표 7] 쿠팡, 이마트, 롯데마트의 물류센터 공간 구성 유형 75

[표 8] 온라인 전용 물류센터의 공간 특성 81

[표 9] 세부 공간에 따라 다양한 물품 묶음 규칙 91

[표 10] 집합공간과 재분배공간을 통해 바라본 온라인 전용 물류센터의 공간 배치 및 연결 관계 95

그림 목차

[그림 1] 이커머스 시장 규모의 성장 2

[그림 2] 서울시 물류비 최소화 입지 산정 연구 6

[그림 3] 사용 장비와 물류 규모에 따른 최적 보관면적 산출 연구..... 7

[그림 4] 물류입고에 있어 효율적인 운반 대수 산정 연구 8

[그림 5] 글로벌 콜드체인 허브 물류센터의 입지선정요인 분석 연구 ... 10

[그림 6] 접안공간, 이동공간, 적재공간 구분을 통한 물류센터 건축 분석 12

[그림 7] 생산자 공간, 물류창고, 소비자 공간, 온라인 공간 간의 관계 분석 12

[그림 8] 네이버의 오픈스토어..... 15

[그림 9] 이마트의 이커머스 쓱닷컴(SGG.COM) 16

[그림 10] 쿠팡 이커머스 사이트 이미지..... 16

[그림 11] 연구의 흐름도..... 19

[그림 12] 삼각입지도형과 등비용선..... 26

[그림 13] 법령상 물류비의 과목분류 일부 27

[그림 14] 정육각형 중심지 공간구조의 형성과정 28

[그림 15] 시장원리에 따른 이상적인 시장 중심지 배치 구조..... 29

[그림 16] 교통원리에 따른 이상적인 교통 중심지 배치 구조..... 30

[그림 17] 행정원리에 따른 이상적인 행정 중심지 배치 구조..... 31

[그림 18] 월마트 슈퍼센터의 공간구조 다이어그램 37

[그림 19] 월마트 데이터센터의 공간구조 다이어그램 38

[그림 20] 월마트 물류센터의 공간구조 다이어그램 39

[그림 21] 물리적 공간과 데이터 세계를 연결하는 바코드 41

[그림 22] 물류센터와 슈퍼센터를 연결하는 트레일러 42

[그림 23] 아마존 Westport 7 물류센터의 항공사진 44

[그림 24] 콘크리트 바닥에 박히는 RFID 바닥 태그 45

[그림 25] 이마트 이천 후레쉬센터의 CA 저장고 48

[그림 26] 이마트의 온라인 물류 프로세스 50

[그림 27] 쿠팡의 온라인 물류 프로세스 52

[그림 28] 주요 이커머스 기업의 수도권 허브 물류센터 입지 55

[그림 29] 이마트 온라인 전용 물류센터 입지 및 배송가능지역 56

[그림 30] 쿠팡 물류센터 입지 및 배송가능지역 57

[그림 31] 서울에 배송하는 이마트 물류센터의 배송권역 60

[그림 32] 중심지이론을 통해 본 이마트 서울 배송권역 배치 구조 다이어그램 61

[그림 33] 쿠팡의 물류센터 분포와 교통비용 순위 분포 비교 62

[그림 34] 이마트, 쿠팡, 롯데마트의 물류 흐름도 64

[그림 35] 물류센터의 절차 흐름 및 공간요소의 구분(Amazon의 예시) 69

[그림 36] 도심형 물류센터를 고려한??? 70

[그림 37] 이마트 도심형 물류센터 E.OS의 공간 구조 82

[그림 38] 이마트 도심형 물류센터 대형 PP 센터의 공간 구조 82

[그림 39] 이마트 도심형 물류센터 일반 PP 센터의 공간 구조 83

[그림 40] 쿠팡 도심형 물류센터 메인 캠프의 공간 구조..... 83

[그림 41] 쿠팡 도심형 물류센터 미니 캠프의 공간 구조..... 83

[그림 42] 주요 이커머스 기업의 도심형 물류센터..... 84

[그림 43] 장방형의 평면을 갖는 허브 물류센터(동일 축척) 86

[그림 44] 적재 공간과 천장으로 가로지르는 컨베이어 87

[그림 45] 롯데마트 광교점 매장공간(적재공간)에 설치된 물류 설비 .. 87

[그림 46] Ocado의 OSP(Ocado Smart Platform) 이미지 89

[그림 47] 적층 방식 혹은 지하로 확장되는 물류센터 건축 89

[그림 48] 기존 물류센터 공간 분류와 Loosely Coupled System 관점에서의 물류센터 공간 분류 92

[그림 49] 집품공간과 재분배공간이 상하로 구분된 OSP(Ocado Smart Platform) 93

[그림 50] 도시적 관점에서 Loosely Coupled System으로서의 물류 네트워크 97

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

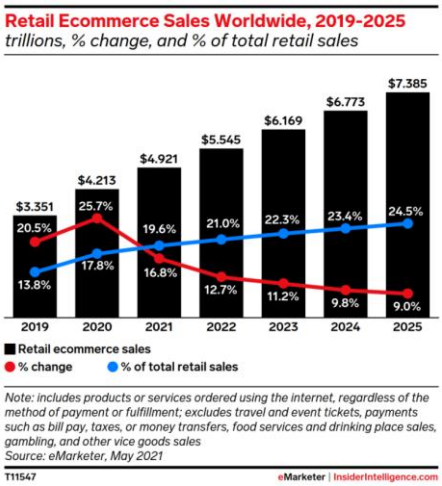
온라인 매체를 이용하여 제품이나 용역을 사고파는 전 세계 이커머스 시장 규모는 2019년 3.3조 달러에서 2020년 4.2조 달러, 2021년 예측치 5조 달러로 꾸준한 성장세에 있다.[1] 국내 이커머스 시장 역시 빠르게 성장하고 있으며, 배송 시간을 줄이고 배송권역을 넓히려는 노력이 계속되고 있다. 이로 인해 온라인 전용 물류센터가 급증하고 있다.

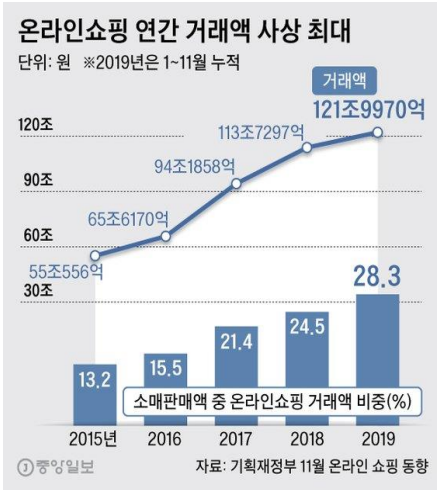
넓은 배송권역을 담당하는 중심 거점인 허브 물류센터뿐만 아니라 라스트마일[2] 물류를 강화하기 위해 최근 등장한 도심형 물류센터도 빠르게 생겨나고 있다. 국내 이커머스 점유율 상위에 있는 쿠팡과 이마트도 각각 쿠팡 캠프, PP(picking and Packing) 센터라는 이름을 가진 자체 도심형 물류센터를 다수 구축하였다. 오원진, 김혜린(2021)에서는 한국의 경우 국토면적이 좁고 수요가 밀집되어 향후 라스트마일 물류 네트워크 구축이 기업 간 주요 쟁점이 될 것으로 전망했다.

---

[1] Abrams, K. (2021). Global Ecommerce Forecast 2021. eMarketer, from https://www.emarketer.com/content/global-ecommerce-forecast-2021

[2] 배송지까지 마지막 1마일의 짧은 구간을 일컫는 말로, 물품이 소비자에게 전달되는 최종 단계를 뜻한다.





a) 전세계 동향 (예측치 포함)　　b) 국내 동향

<그림 1> 이커머스 시장 규모의 성장

Source:
a) Abrams, K. (2021). Global Ecommerce Forecast 2021. eMarketer
b) 허정원. (2020). 11월 온라인쇼핑 거래액 사상 최대치 조기 경신…월 12조원↑. 중앙일보

그러나 물류센터에 대한 건축 부분의 연구는 많지 않으며, 새롭게 등장하고 있는 온라인 전용 물류센터에 대해서는 거의 논의된 바가 없다. 물류센터가 점차 도심 가까이 위치하고 있어 물류센터와 도시가 주고받는 영향에 대해 다양한 건축적 논의가 가능할 것으로 예상되나, 아직 온라인 물류센터가 등장한지 10년지 채 되지 않아[3] 도시에 미치는는 영향을

[3] 국내 최초의 온라인 전용 물류센터는 2014년 이마트의 용인 허브 물류센터로, 아시아에서도 최초의 온라인 물류센터이다. 도심형 물류센터의 경우 매장이나 도심 내 공장에서 배송하는 형태를 도심형 물류센터로 본다면 그 기간은 오래되었으나, 온라인과 결합되고 체계적인 시스템을 갖추기 시작한 것은 쿠팡 캠프가 등장한

파악하기에는 이른 시점이다. 오히려 그에 앞서 온라인 전용 물류센터 그 자체에 대한 이해와 분석이 이루어질 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 현재 빠르게 증설되고 있는 온라인 전용 물류센터의 입지 및 공간 특성을 파악하고, 기존의 물류센터에 관한 건축 이론이 온라인 전용 물류센터에서도 유효한지 확인하고자 한다. 나아가 기존의 물류센터 뿐만 아니라 온라인 전용 물류센터, 특히 도심형 물류센터까지 포괄하는 공간 특성이나 구축 논리를 발견하고자 한다.

2014년 하반기로 볼 수 있다.

제 2 절 선행연구

1. 최적화를 위한 알고리즘 및 시뮬레이션 제안 연구

물류센터의 빠른 증가세로 인해 건축 이외의 연구는 활발히 이루어지고 있다. 특히 물류 처리 능력의 향상을 위해 입지나 설비 등을 최적화하는 알고리즘이나 시뮬레이션을 개발 및 제시하는 연구가 다수 존재한다.

김태현, 윤승진, 송상화(2020)는 서울시의 실제 공간환경을 반영하여 최적화 시뮬레이션을 통해 물류비를 최소화하는 물류센터 입지를 산출하였다. 물류센터의 위치와 거점 수에 따라 배송비, 임대료 등의 비용을 산정하는 식을 제시하였으며, 이를 토대로 시뮬레이션을 거쳐 서울시 내 라스트마일 물류센터의 최적 입지 및 물류센터 수를 제시하였다. 시뮬레이션 결과 3개의 라스트마일 물류센터를 건설하는 것이 가장 비용을 절감할 수 있었으며, 물류센터의 위치는 대치동, 영등포동, 그리고 장위1동으로 나타났다(그림 2).

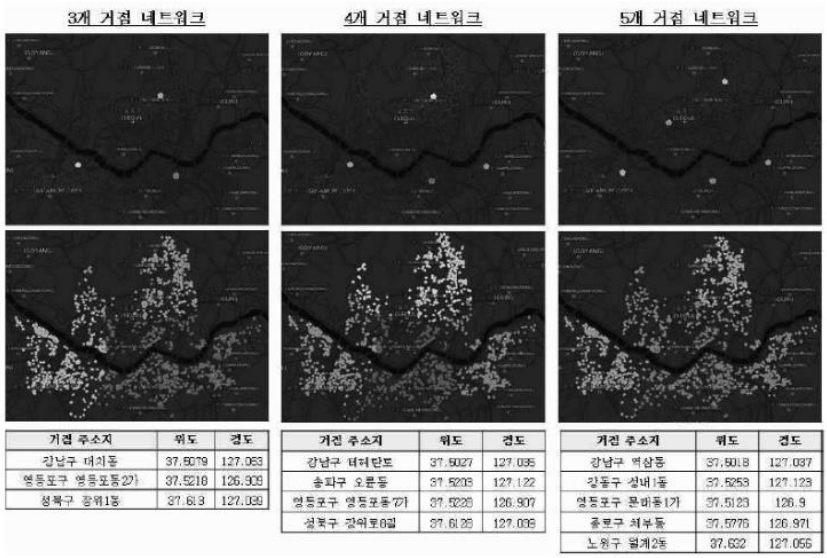
박정현, 김동명, 여기태(2019)는 사용 장비와 물류 규모에 따른 최적 보관면적 산출 알고리즘을 제시하였다. 오프라인 물류센터에 표준적으로 사용되는 팔레트 보관 방식을 가정하여, 표준 모듈인 T-11형과 T-12형 랙을 기준으로 모델링을 실시하였다. 보관 면적 효율을 최대화할 수 있는 기둥 배치 간격 산식을 제안하였고, 이를 바탕으로 적재 랙의 유형, 운반을 위한 장비, 적재 층 수에 따라 팔레트 하나 당 필요한 최적 보관 면적을 산출하였다(그림 3).

선일석, 이원동(2016)에서는 시뮬레이션 모델을 구축하여 물류센터 입고 프로세스에서 효율적인 운반 장비 대수를 선정하였다. 창고의 크기, 지게차의 대수 및 속도 등 물류센터에 필요한 파라미터의 값을 가정하고, 이를 시뮬레이션 하여 운반 장비 대수에 따른 컨베이어 및 입고장의 정체 시점, 운반 완료 시간 등을 측정하였다(그림 4). 그 외에도 도심형 물류센터와 운송수단의 효율화 방안을 구분하여 이동 거리, 소요 시간 등의 측면에서 각 방안의 성능을 비교하는 연구[4] 등 다양한 최적화 연구가 진행되었다.

[4] 이민규, 박진희. (2016). 도심형 집배송센터와 자전거를 활용한 단말물류 효율화 방안의 기대효과에 관한 연구. 물류학회지, 26(3), 15-24

거점 수	배송비 (고정비)	배송비 (변동비)	거점 운영비 (임대비)	거점 운영비 (인건비)	비용 합계 (천원/月)	최저비용 比 비율
1DC	109,200	28,976	89,212	103,000	330,388	126%
2DCs	87,600	22,859	64,484	106,000	280,944	107%
3DCs	80,400	18,217	52,727	111,000	262,344	100%
4DCs	81,600	17,812	55,757	116,000	271,170	103%
5DCs	76,800	15,663	57,575	115,000	265,039	101%
6DCs	79,200	14,094	61,818	126,000	281,112	107%
7DCs	78,000	12,841	63,636	133,000	287,477	110%
8DCs	75,600	12,560	63,030	120,000	271,191	103%
9DCs	78,000	12,656	70,909	135,000	296,565	113%
10DCs	76,800	12,202	78,787	130,000	297,790	114%
11DCs	74,400	11,030	73,333	143,000	301,763	115%
12DCs	75,600	10,576	80,000	156,000	322,176	123%
13DCs	80,400	11,180	86,666	143,000	321,247	122%

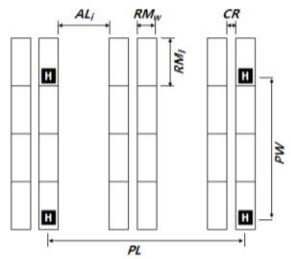
a) 거점 수 변화에 따른 네트워크 운영비 변화



b) 거점 수 변화에 따른
서울시 라스트마일 물류센터 최적 위치 및 권역

<그림 2> 서울시 물류비 최소화 입지 산정 연구

Source :
a) 김태현, 윤승진, 송상화. (2020). Table. 4.
b) Ibid., Fig. 5.

Column Layout Image	
New Column Interval Setting Rule	• PL = Multiple of the (2RMw + ALi + CR) • PW = Multiple of (RMI) In here, CR = 300 (Rack Module Interval) RMI = 2Pl + 400, RMw = Pw − 100 Then, • PL = Multiple of the (2Pw + ALi + 100) • PW = Multiple of the (2Pl + 400) Here, Pw : Width of pallet Pl : Length of pallet ALi: Aisle Width(Defined in the Table 7.)

a) 기둥 간격 설정 규칙 모델링

PLT Type	Equipment	Aisle (mm)	Required Floor Size(m^2) per pallet type and rack level						
			1 layer	2 layer	3 layer	4 layer	5 layer	6 layer	7 layer
T-11	R/F	2,750	3.283	1.641	1.094	0.821	0.657	0.547	0.469
	C/B	3,750	3.933	1.966	1.311	0.983	0.787	0.655	0.562
	3/FL	1,900	2.730	1.365	0.910	0.683	0.546	0.455	0.390
	S/C	1,450	2.438	1.219	0.813	0.609	0.488	0.406	0.348
T-12	R/F	2,850	3.210	1.605	1.070	0.803	0.642	0.535	0.459
	C/B	3,850	3.810	1.905	1.270	0.953	0.762	0.635	0.544
	3/FL	2,000	2.700	1.350	0.900	0.675	0.540	0.450	0.386
	S/C	1,550	2.430	1.215	0.810	0.608	0.486	0.405	0.347
Common	R/F	2,850	3.478	1.739	1.159	0.869	0.696	0.580	0.497
	C/B	3,850	4.128	2.064	1.376	1.032	0.826	0.688	0.590
	3/FL	2,000	2.925	1.463	0.975	0.731	0.585	0.488	0.418
	S/C	1,550	2.633	1.316	0.878	0.658	0.527	0.439	0.376

b) 팔레트 타입과 적재 랙 층수에 따른 필요 공간

<그림 3> 사용 장비와 물류 규모에 따른 최적 보관면적 산출 연구

Source :
a) 박정현, 김동명, 여기태. (2019). Table. 9.
b) Ibid., Table. 11.

항목	구성
창고 내 Bin 수	30(1줄당)*6줄= 180bin
총 저장가능 pallet 수	180*21=3780 (가정:각Bin내21개저장가능)
각 Bin의 크기	30m×1m×3m
창고 내 운영지게차	1대
지게차(창고) 운행속도	50m/min
지게차(창고)의 loading Time/unloading time	30sec
입출하장 내 운영 지게차	1대
지게차(입출하장)의 loading Time/unloading time	30sec
지게차(입출하장) 운행속도	50m/min
이송장치의 대수	2대(입출고용각각1대)
이송장치의 속도	30m/min
각 입출고 내 임시 저장장소의 Capacity	21개
차량	40ft 기준21개의Pallet 운송
도착화물의 도착 간격 분포	exp(30)sec
창고 내 화물발생 간격 분포	exp(5min
지게차의 단위 운반용량	1 Pallet
창고의 크기	30m×52m
복도 크기	5m×52m

a) 연구 설계 파라미터 가정

운반장비 대수	컨베이어 정체 시점		입고장 정체 시점		완료시간
	시간	처리물량	정체 시점	처리물량	
1대	4분 1초	0	53분 50초	33	-
2대	4분 58초	2	1시간 34분 16초	114	-
3대	11분 28초	14	-	-	9시간 49분 11초
4대	28분 29초	49	-	-	9시간 24분 12초
5대	28분 29초	49	-	-	9시간 24분 12초

b) 시뮬레이션 결과

<그림 4> 물류입고에 있어서 효율적인 운반 대수 산정 연구

Source :
a) 선일석, 이원동. (2016). Table. 3.
b) Ibid., Table. 6.

2. 물류센터 입지요인에 관한 연구

물류 최적화를 위한 알고리즘이나 시뮬레이션을 제시하는 연구 외에, 물류센터의 입지요인을 분석하는 연구가 또 다른 주축을 이루고 있다. 연구 방법은 주로 계층화 의사결정법(AHP)[5]을 활용하여 요인별 중요도를 산출하는 방식으로 이루어지며, 일부 연구에서는 최적 물류센터 입지를 선정하기 위해 GRA(Grey Relational Analysis)[6]나 GIS를 활용하는 경우도 있었다.

대표적으로 천영선, 박정섭(2017)의 경우 글로벌 콜드체인 허브 물류센터의 입지선정요인에 관하여 분석하기 위해 입지선정요인을 크게 물류비를 포함한 물류 요인, 시장 매력도 등의 시장 요인, 세금.법제도 지원과 관한 정책 요인, 시장 위험에 따른 리스크 요인 네 가지로 구분하였다. 물류센터는 취급 품목에 따라 수산물, 농산물, 축산물, 그리고 전 품목 취급 네 가지로 구분하였다. 또한 각 입지선정요인을 3개 정도의 세부 요인으로 나누어 AHP 방식으로 분석을 진행하였다. 해당 연구의 경우 연구 결과 모든 응답이 일관성을 갖는 것으로 나타났으며, 종합적으로 시장 요인이 가장 중요하고, 물류요인, 정책요인, 리스크요인 순으로 중요한 것으로 나타났다(그림 5).

---

[5] Saaty(1980)에 의해 개발된 다기준 의사결정(Multi-Criteria Decision Making) 기법으로, 평가 기준을 계층화하고, 계층화된 평가 기준에 따른 다수 주체의 응답에 대해 일관된 중요도를 산출한다.

[6] 복수의 기준에 비해 충분한 데이터가 없는 상황을 다루는 회색이론(Grey Theory)의 상관분석(Correlation Analysis) 기법 중하나로, 이상적인 목표와의 상관성을 측정하여 부족한 정보로도 효과적으로 최적 대안을 판별할 수 있다.

요인명		입지 선정 요인 세부 내용	비고
물류 요인 (3)	물류비	식품 동결 및 예냉 비용	
		입출고비, 냉동보관료	
		내륙 냉동냉장 운송비	
	저온물류서비스	식품 검역·통관의 신속성	
		온도관리 등 신선도 유지의 안전성	
		환적절차의 편리성	
	저온물류인프라	항만·공항의 시설 및 처리 능력	
		냉동냉장 물류센터 및 식품가공장 시설	
		글로벌 콜드체인 항공노선 및 해상항로의 다양성	
		온도관리 및 화물추적시스템	
시장 요인 (3)	콜드체인 시장 매력도	콜드체인 시장 규모 및 성장성	
		콜드체인 산업클러스터 구축 여부	
		경쟁시장 형성 여부	
	식품시장 경쟁력	식문화 발달 여부	
		글로벌 식품브랜드 및 식품 기업 보유	
	배후도시 경쟁력	공·항만 배후도시의 인적, 물적, 경제적 산업경쟁력 보유 여부	
		식품소비시장 접근성	
		식품제조/가공/유통 등 연관 산업 활성화	
정책 요인 (3)	FTA 및 무역	FTA 체결 및 관세율	
		경제자유구역·종합보세구역의 각종 혜택 여부	
		검역 및 통관 등 법적·제도적 지원	
	식품산업 지원	식품산업에 대한 정부의 보조금 및 세제 지원 여부	
		식품산업인력 양성	
		식품전시산업, 식품 R&D, 마케팅·홍보활동 지원	
	저온산업클러스터	냉동창고, 식품가공, 식품유통 등 저온산업 클러스터 조성	
Risk 요인 (2)	Country Risk	정치 불안정, 경제 저제, 사회 혼란	
		AI(조류인플루엔자) 발생, 방사능 등 위생환경 위험	
		재난재해(지진, 기후 등)에 대한 위험	
	Business Risk	외국인 투자 및 정부 지원	
		정부의 효율성	
		환율 등 통화 안정성, 금융대출 안전성	

a) 물류센터의 입지선정요인 설정

상위요인	종합	농산물	수산물	축산물	전품목
물류요인	0.372	0.426	0.419	0.226	0.420
시장요인	0.376	0.302	0.150	0.638	0.325
정책요인	0.130	0.126	0.152	0.086	0.132
리스크 요인	0.122	0.146	0.278	0.050	0.124

b) AHP를 통해 산출된 요인별 중요도

<그림 5> 글로벌 콜드체인 허브 물류센터의 입지선정요인 분석 연구

Source :
a) 천영선, 박정섭. (2017). Table. 5.
b) Ibid., Table. 8.

3. 건축 공간에 관한 연구

이에 반해 물류센터의 건축 공간에 관한 연구는 최근에 들어 조금씩 이루어지고 있다. 조용현(2020)은 자동화, 대형화 경향이 두드러지는 현대 물류센터의 공간을 접안공간, 적재공간, 이동공간으로 구분하여 자동화 구축 방식의 차이가 각 공간의 관계와 건축적 구축 방식의 변화에 미치는 영향을 분석하였다. 해당 연구는 자동화 설비에 따른 공간의 특성을 분석하여 물류센터 내부의 요인에 따른 공간 특성을 확인하였으며, 허브 물류센터와 일부 오프라인 물류센터를 대상으로 분석하였다. 본 연구는 새롭게 등장하고 있는 도심형 물류센터를 포괄하여 온라인 물류센터에 대해 연구를 진행하고, 입지 및 공간 특성과 구축 논리를 분석하려 한다는 점에서 차이가 있다.

김수하(2020)는 신선식품 온라인 유통 플랫폼을 중심으로 하여 생산자 공간, 물류창고, 소비자 공간, 온라인 공간으로 세분하고 이들의 도시 공간적 특성을 연구하였다. 해당 연구에서는 생산자 공간, 물류창고, 소비자 공간, 온라인 공간의 상호관계에 보다 집중하였으며, 건축물 그 자체에 관한 분석은 이루어지지 않았다. 본 논문은 이와 달리 물류센터라는 건축 유형에 집중하여 물류센터의 입지 및 공간 특성을 분석하고자 한다.

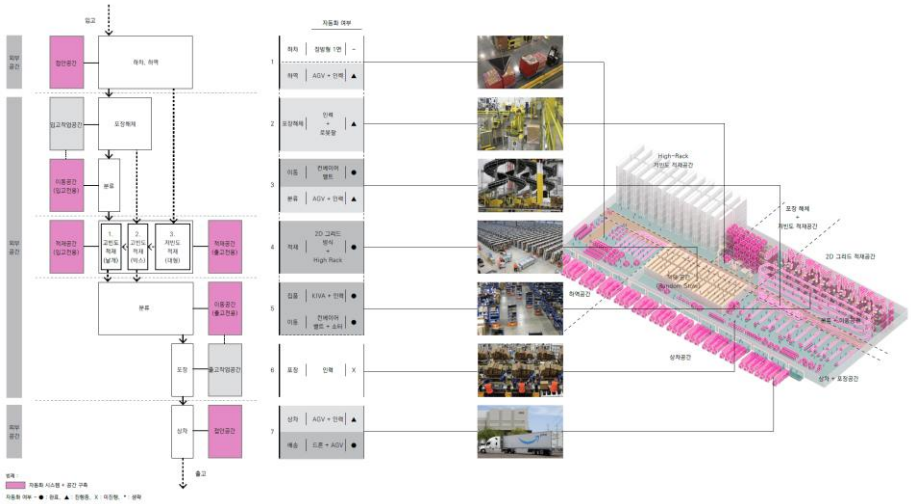
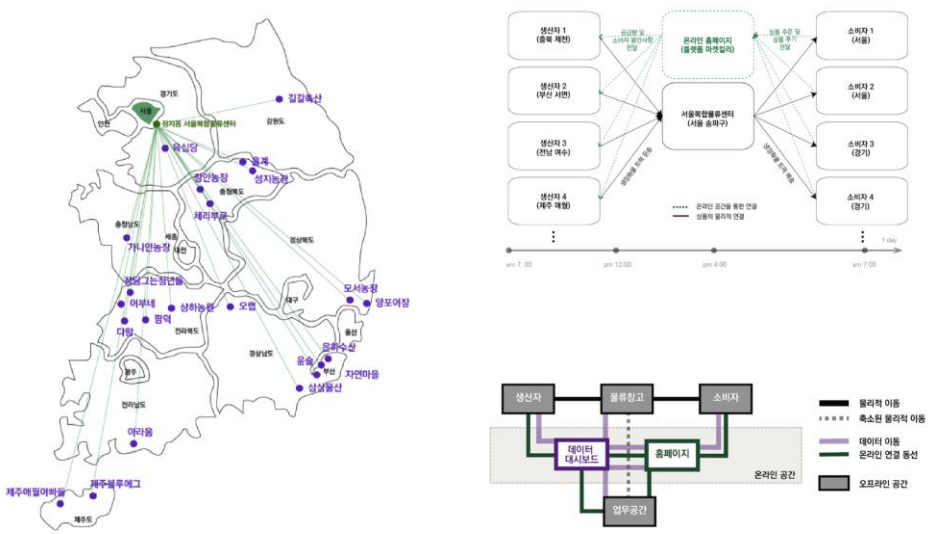


Figure 46. Amazon 물류센터 내에서의 물류의 흐름 및 공간의 이동경로

Figure 47. Amazon 물류센터의 내부공간 현황

<그림 6> 접안공간, 이동공간, 적재공간 구분을 통한 물류센터 건축 분석

Source : 조용현. (2020). Figure. 46-47.



<그림 7> 생산자 공간, 물류창고, 소비자 공간, 온라인 공간 간의 관계 분석

Source : 김수하. (2020). Figure. 12-13, 26.

제 3 절 연구의 대상 및 방법

1. 대상 물류센터의 선정

오프라인 물류는 기업 간 배송을 중심으로 하며, 예측 가능한 물량을 정기적으로 배송한다. 반면, 온라인 물류는 이커머스를 통해 불특정 다수의 개인에게 소량의 다양한 제품을 배송한다. 이러한 차이는 온라인 물류센터의 입지 및 공간 특성에 차이를 줄 것으로 보이며, 따라서 오프라인 물류센터와 온라인 전용 물류센터를 구분할 필요가 있다. 본 연구에서는 온라인 전용 물류센터에 집중하여 분석을 진행하며, 오프라인 물류센터를 기반으로 만들어진 입지 및 건축 이론을 온라인 전용 물류센터에서 재해석하는 과정을 거친다.

한편, 이커머스 시장 점유율[7]이 높은 기업의 경우 물류센터를 직접 소유하거나, 대규모 다수 임차 방식으로 운영하고 있다. 이로 인해 자사의 운영방식에 최적화와 표준화가 진척되어 있을 것으로 판단하였다. 이에 여러 기업의 물류센터 사례를 참고하였으나, 특히 시장 점유율 상위에 있으면서도 허브 물류센터와 도심형 물류센터 모두 갖추고 있는 이마트와 쿠팡의 물류센터를 중심으로 분석을 진행하였다.

[7] 한 기업의 시장 점유율이란 전체 이커머스 시장의 매출액 대비 해당 기업의 매출액 비율을 말한다.

기업명	MAU (백만)	SKU (천 개)	일주문건수 (천 건)	물류센터 수	
				허브	도심형
네이버	≥20.0	*800,000	–	3	0
롯데마트	1.7	22.0	≤10	1	≥12
마켓컬리	2.9	8.5	120	4	0
이마트	**10.4 ***4.0	30.0	≤140	3	≥115
쿠팡	25.3	5,110 *300,000	3,300	31	≥75
홈플러스	2.0	17.0	–	0	≥107

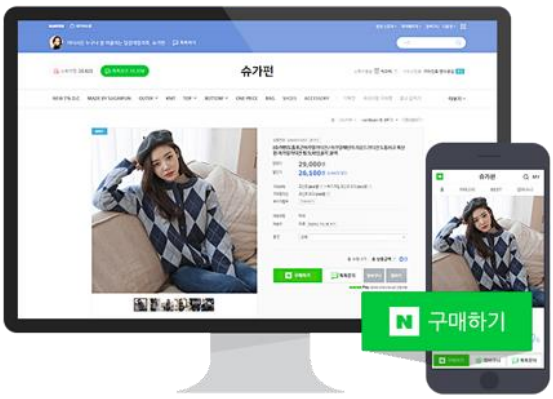
MAU : 월간 활성 사용자수(Monthly Activity User),
SKU : 품목 수(Stock Keeping Unit)
* : 오픈마켓 포함, ** : 이베이 포함, *** : 이베이 제외, – : 정보 없음

<표 1> 주요 이커머스 기업의 영업 및 물류센터 현황

2020년 1분기 기준 국내 이커머스 시장 점유율은 네이버, 쿠팡, 이베이, 11번가, 롯데 온(롯데마트), SSG닷컴(이마트) 순이었으며, 2020년 6월 이마트는 이베이 인수를 통해 점유율 2위를 차지하였다.[8] 월간 활성자수(MAU)와 품목 수(SKU), 일 주문건수의 관점에서도 네이버, 이마트, 쿠팡이 선두를 달리고 있다(표 1). 이 중 점유율 1위인 네이버는 CJ대한통운과 협업을 거치며 자체물류센터 구축에 박차를 가하고 있으나, 자체 판매 및 배송보다는 판매자와 구매자를 연결해주는 오픈마켓을 중심으로 사업을 확장하고 있다(그림 8). 때문에 시장 점유율에 비해

[8] 김기정. (2021). 이마트, 이베이코리아 3조4400억에 인수. 매일경제, from https://www.mk.co.kr/news/business/view/2021/06/612784/

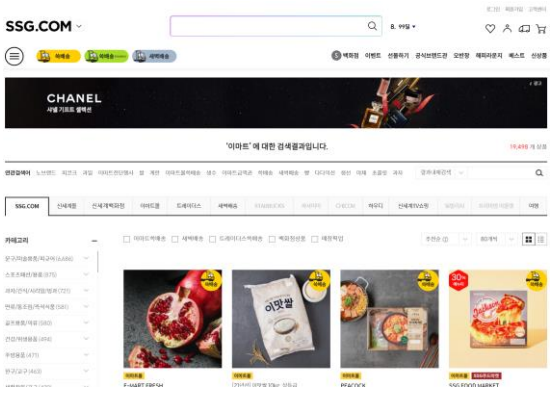
상대적으로 자체 물류센터를 조금 보유하고 있어, 이마트와 쿠팡의 온라인 전용 물류센터를 주요 분석 대상으로 설정하였다.



<그림 8> 네이버의 오픈스토어 서비스

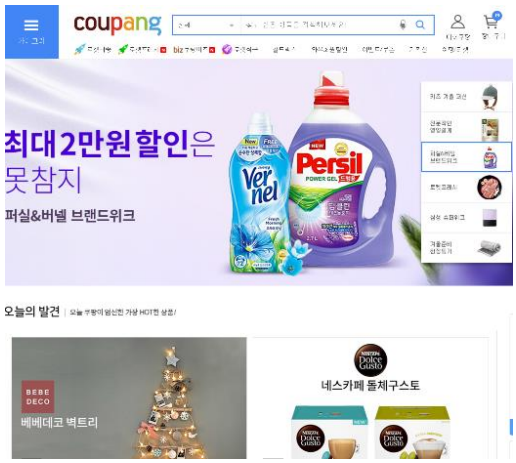
Source : 네이버 오픈스토어 홍보 홈페이지. from https://sell.smartstore.naver.com/

한편, 이마트와 쿠팡은 자체 이커머스 사이트를 구축해 두었으며, 각각 쓱배송, 로켓배송 서비스를 중심으로 온라인 전용 물류센터를 통한 배송을 진행하고 있다(그림 9, 그림 10). 두 기업은 다수의 온라인 전용 물류센터를 보유하고 있다는 공통점이 있으나, 물류센터의 주요 취급 품목에서 서로 차이를 보인다. 이마트는 오프라인 유통에서부터 구축해왔던 신선식품을 중심으로 운영하고 있으며, 쿠팡은 많은 물품 종류를 가진 공산품을 중심으로 차별화하고 있다.



<그림 9> 이마트의 이커머스 서비스 쓱닷컴(SGG.COM)

Source : 쓱닷컴 홈페이지. from http://www.ssg.com/



<그림 10> 쿠팡 이커머스 사이트 이미지

Source : 쿠팡 홈페이지. from https://www.coupang.com/

이마트와 쿠팡의 온라인 전용 물류센터를 중심으로 분석을 진행하면서, 다른 이커머스의 사례도 참고하였다. 특히 대부분의 이커머스 기업은 공산품을 중심으로 운영하고 있어, 신선식품 이커머스 시장의 상위에 있는 마켓컬리와 롯데마트, 홈플러스의 사례를 추가로 참고하였다. 일 주문건수 기준으로 볼 때 마켓컬리 역시 이마트에 뒤지지 않으나, 마켓컬리는 허브 물류센터만을 보유하고 있어 도심형 물류센터를 다수 보유한 이마트가 중점적으로 분석하기에 더 적절할 것으로 판단하였다.

2. 연구의 흐름

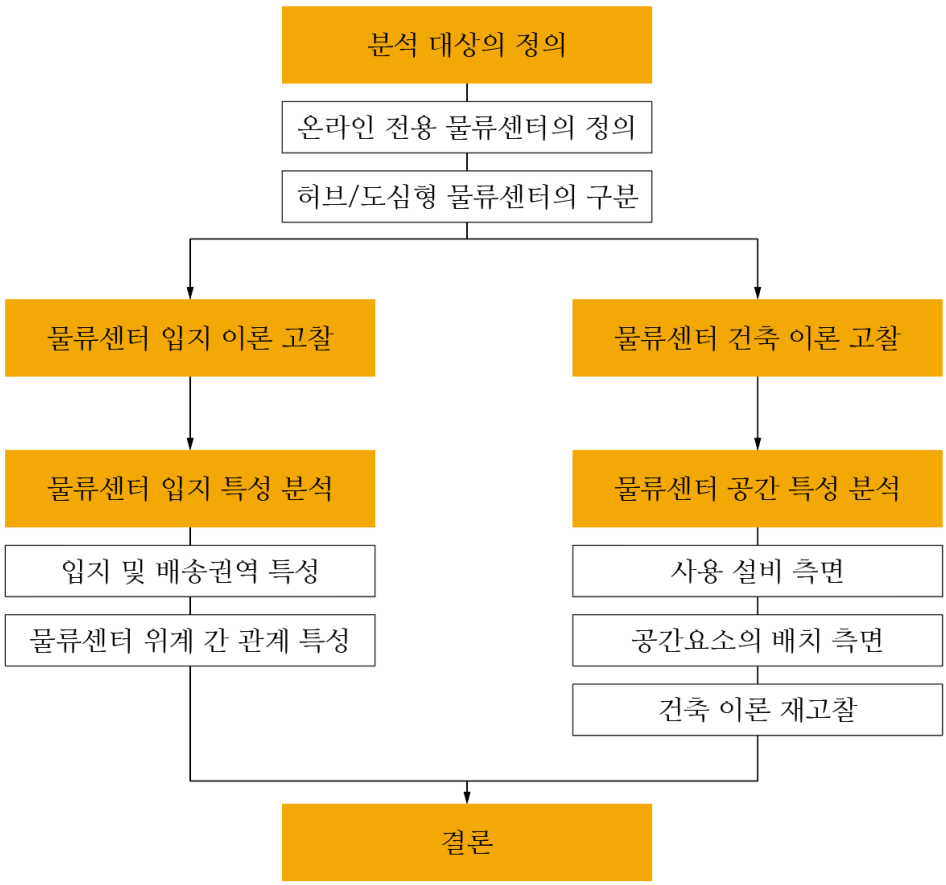
본 연구에서는 이마트와 쿠팡을 중심 사례로 하여 온라인 전용 물류센터의 입지 및 공간 특성을 파악하고, 기존의 물류센터에 관한 건축 이론이 온라인 전용 물류센터에서도 유효한지 확인하고자 한다. 나아가 기존의 물류센터 뿐만 아니라 온라인 전용 물류센터, 특히 도심형 물류센터까지 포괄하는 공간 특성이나 구축 논리를 발견하고자 한다.

물류센터는 기업의 보안시설로, 관계자 외의 접근이 어렵고 도면 자료를 통한 분석이 어렵다. 따라서 공간 특성 분석에 있어 구체적인 치수보다는 공간 간의 배치관계나, 사진 및 영상자료를 통해 확인할 수 있는 특성을 중심으로 분석하고자 하였다. 일부 물류센터의 경우 접근이 가능하였으나, 보안상 직접 촬영한 자료를 직접 첨부하는 것은 최소한으로 하고 해당 기업이나 기사를 통해 공개된 이미지를 주로 사용하였다.

연구의 흐름은 다음과 같다. 먼저, 물류센터에 관한 법률적 정의와 선행연구에서의 용례를 참고하여 온라인 전용 물류센터를 정의하고, 온라인 전용 물류센터의 두가지 구별되는 유형인 허브 물류센터와 도심형 물류센터를 세분하여 정의한다. 다음으로, 물류센터 입지 및 공간 특성을 분석하기에 앞서, 분석을 위한 물류센터의 입지 이론과 건축 이론을 살펴본다.

세번째로, 물류센터의 입지와 배송권역의 특성을 관찰하고, 배송권역 간 관계를 조사하는 방식으로 온라인 전용 물류센터의 입지 특성을 분석한다. 온라인 전용 물류센터의 공간 특성 분석에서는 인간의 행위보다 물류 흐름이

중요하게 다루어지는 공간인 만큼, 물류센터 내 사용 설비와 기능에 따른 공간요소의 배치관계를 조사한다. 또한, 기존 물류센터에 관한 건축 이론이 온라인 전용 물류센터에서는 어떻게 나타나는지 확인한다.



<그림 11> 연구의 흐름도

제 4 절 용어 정의

1. 온라인 전용 물류센터의 정의

물류센터에 관한 법률은 『물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률』에서 찾아볼 수 있다. 해당 법률에서는 물류창고와 스마트물류센터를 구분하고 있으며, 물류창고는 '화물의 저장, 관리, 집화, 배송 및 수급조정 등을 위한 보관시설, 보관장소 또는 이와 관련된 하역, 분류, 포장, 상표부착 등에 필요한 기능을 갖춘 시설'로 정의하고 있다.[9]

물류창고를 소유 또는 임차하기 위해서는 물류창고업을 등록하여야 하며, 이를 위해서는 바닥면적 합계가 1,000㎡ 이상인 보관시설이나 전체면적의 합계가 4,500㎡ 이상인 보관장소를 갖추어야 한다.[10]

스마트물류센터는 첨단물류시설 및 설비, 운영시스템 등을 도입하여 저비용, 고효율, 안전성, 친환경성 등에서 우수한 성능을 발휘할 수 있는 물류창고로서, 국토교통부 장관의 인증을 받은 물류창고를 일컫는다.[11]

그러나 일반적으로 통용되는 물류센터는 첨단 설비의 구축 정도나 인증 여부에 따라 스마트물류센터에 포함되지 않을 수 있다. 또한, 도심 내 위치한 물류센터의 경우 물류창고업에 등록하지 않고 운영 중인 경우도 있어 법률을 이용하여 물류센터를 정의하기는 어렵다.

---

[9] 본 법 제2조 제5항의2.

[10] 본 법 제2조 제5항의3.

[11] 본 법 제2조 제5항의4.

이점을 인지하여 조용현(2020)에서는 정보화, 자동화를 기반으로 기본기능인 화물의 운송과 보관, 하역 및 부가적 역할을 총체적으로 수행하는 물류시설을 포괄하여 물류센터로 정의하는 방법을 택했다. 그러나 이 정의는 정보화와 자동화 개념에 초점을 맞추고 있어 온라인 전용 물류센터 전반에 대해 바라보자 하는 본 연구의 목적에 완전히 부합한다고 보기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 자동화 여부와 관련 없이 화물의 보관, 하역, 출고, 배송 등의 기능을 종합적으로 수행하는 물류시설을 물류센터로 본 Levi(2003)의 정의를 사용하는 것으로 한다.

한편, 온라인 배송을 위주로 하는 물류센터임에도 매장형 물류센터와 같이 보관공간이 오프라인 매장의 기능을 겸하기도 한다. 따라서 온라인 전용 물류센터는 해당 물류센터의 기능 중 대부분이 온라인 매장을 위해서만 운영되는 것으로 정의하여 포괄적인 범위의 물류센터를 다루는 것으로 한다.

2. 허브 물류센터와 도심형 물류센터

조용현(2020)은 국내 물류시설의 대형화 경향을 파악하였다. 그러나 최근 물류시설에는 이러한 대형화 흐름 외에 도심지 접근 및 소형화 흐름이 가속화되고 있다. 법적으로 '물류창고업'으로 등록되지 않은 소형 창고가 도심지 곳곳에 나타나고 있으며, 이러한 창고들이 보관뿐만 아니라 배송 등 종합적인 기능을 담당하고 있다.[12]

이러한 도심 소형 물류센터는 강조되는 측면에 따라 마이크로풀필먼트센터(MFC), 라스트마일 물류센터, 다크 스토어 등 다양한 이름으로 불리고 있으며, 각 기업에서도 저마다의 명칭을 붙이고 있다. 이에 본 연구에서는 분석에 앞서 반대되는 흐름을 통해 생겨난 물류센터의 두 가지 유형을 구분하여 용어를 정의하고자 한다.

박진희, 문하연(2016)에서는 중앙 거점과 중앙 거점으로부터 물품을 전달받아 주문 후 소비자에게 배송하는 역할을 하는 지역 거점으로 물류센터의 유형을 구분하여 정의하였다. Harrington et al.(2016)은 마지막 환적[13]을 담당하는지에 대한 여부로, Browne, Allen & Leonardi(2011)는 도시지역의 상대적인 접근성 정도로 유형을 구분하였다. 그러나 도심 멀리 위치하면서도 중간 적환지를 거치지 않고 배송하는 대형

[12] 엄지용. (2020). "물류센터는 커지면서 작아진다". Byline Network, from https://byline.network/2020/07/02-31/

[13] 환적 및 적환지는 주로 운반 장비의 종류가 변경되는 것을 지칭하는 단어이나, 참조 논문에서는 동일 종류의 운반 장비이더라도 운반 장비가 변경되는 모든 경우를 지칭하는 용도로 사용하였다. 본 논문에서도 이를 동일하게 유지하여 용어를 사용하는 것으로 한다.

물류센터가 있으며, 상대적인 도심 접근성만으로 물류센터의 유형을 구분하기에 다소 모호한 점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이들의 정의를 종합하고, 한국의 실제를 반영하여 도심 가까이 위치하여 마지막 환적을 담당하고, 서로 인접한 도시에 한정하여 배송하는 소형 물류센터를 도심형 물류센터(City Logistics Center)로 정의하기로 한다. 이와 반대로 중간 적환지 역할을 하거나, 인접한 도시를 넘어 여러 권역으로 배송하는 대형 물류센터를 허브 물류센터(Hub Logistics Center)로 정의한다.

제 2 장 물류센터 이론 고찰

제 1 절 물류센터 입지이론

1. Weber의 산업입지론

Weber(1909/1969)의 산업입지론(Theory of Industrial Location)은 경제학과 지리학을 접목시켜 최초로 입지론을 체계화하였다고 평가받는다.[14] Weber는 비용을 최소화하는 지점에 입지가 형성된다고 주장한다. 그의 이론은 크게 '운송지향론', '노동지향론', 그리고 '집적론'으로 구성된다. 물류센터는 산업부동산으로 Weber의 산업입지론을 통해 그 입지를 바라볼 수 있다.

운송지향론은 운송비와 이로 인한 입지 선정에 관한 이론이다. Weber는 이론을 전개함에 있어 원료공급지와 소비지가 고정되어 있고, 공급 및 수요력이 무한하다고 가정하였다. 또 물품의 가격이 주어져 있고, 운송비를 운송의 직선거리와, 적재물품의 중량에만 영향을 받는 것으로 보았다. 따라서 Weber의 운송지향론은 운송비를 최소화할 수 있는 적정 위치에 대한 이론으로 변환된다.

이를 수식으로 정리하면 다음과 같다. 소비지의 위치를 C, 원료공급지를

[14] 형기주. (1997). 알프레드 베버의 공업입지론. 국토, 187(0), 88-93

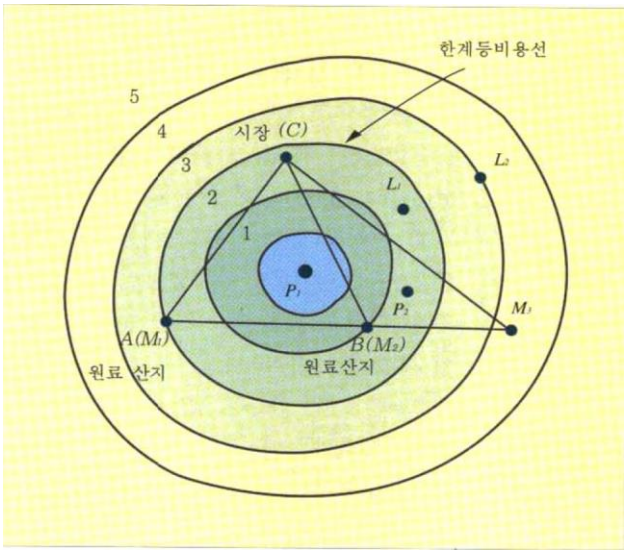
$M_i, i = 1, \ldots, n$ 라고 두고, 소비지에 운송되는 제품과 원료공급지에서 공급되는 원료의 중량을 각각 w_C, w_i이라고 하자. 그렇다면 입지 P에 대한 운송비용 $T(P)$는 다음과 같이 산정된다.

$$T(P) = T_0(C, P) + \sum_i T_i(M_i, P) = w_C\overline{CP} + \sum_i w_i\overline{PM_i}$$

여기서 $\overline{AB}$ 는 B 에서 A 까지의 거리[15] 를 의미한다. Weber는 산업부동산이 위와 같이 정의된 운송비용을 최소화하는 곳에 입지한다고 주장하였다. 이 입지는 C와 M_i로 이루어진 다각형의 내부에 위치하며, 각 공급지별 원료의 중량비와 소비지에 운송되는 제품의 중량에 따라 달라진다. 예를 들어, 그림 12에서 각 공급지에서 공급되는 원료의 중량비가 동일할 때의 최적 입지의 위치가 P_1이라면, 공급지 M_3의 원료의 중량이 큰 경우 최적 입지는 P_2 쪽으로 이동한다.

노동지향론은 운송지향론에 노동비 항목을 추가로 고려하여 운송비가 최소인 지점과 노동 공급지점의 비교우위를 분석하는 이론이다. 노동비 절약이 큰 노동 공급지 L과 최소운송비지점 P_0에 대해, 이 두 지점에서의 운송비 차이인 $T(L) - T(P_0)$ 값이 절약되는 노동비보다 작다면, 노동 공급지를 지향할 확률이 높아진다. 반면, 절약되는 노동비가 더 작다면 기존의 최소운송비지점을 지향할 가능성이 높다. Weber는 이를 지리적으로 도식화하기 위해 등비용선(Isodapane)이라는 개념을 정립하였다. 등비용선은, 지리상에서 운송비용이 동일한 지점을 연결한 선을 말한다.

[15] Weber는 이 거리를 두 지점의 직선거리로 두었으나, 실제 지형에서의 최단 거리와 같이 실제적인 값으로 확장할 수 있다.



<그림 12> 삼각입지도형과 등비용선

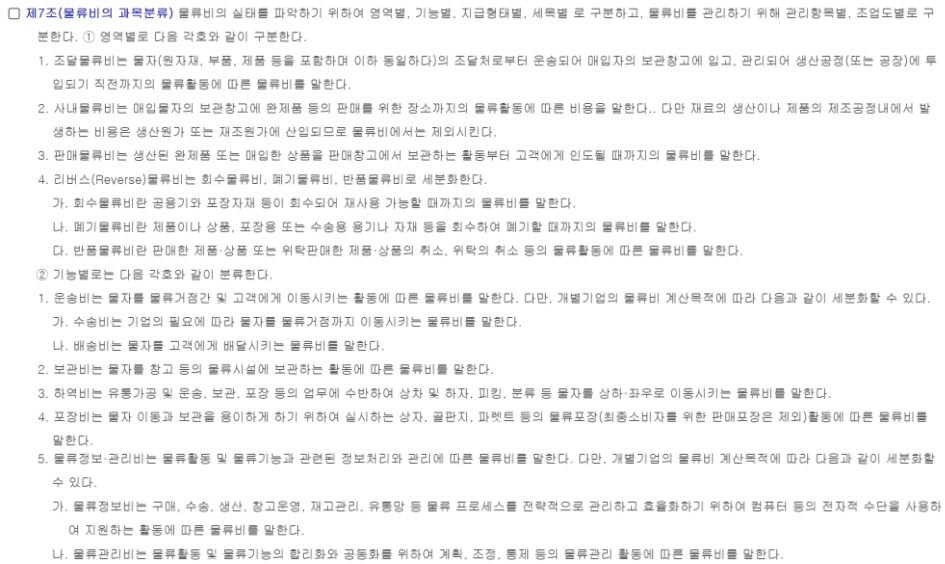
Source : 형기주. (1997). p.91.

이 중 노동비로부터 절약되는 비용과 최소운송비지점 대비 운송비 증가분이 동일한 지점을 연결한 등비용선을 한계등비용선(Kritische Isodapane)이라고 부른다. 노동 공급지가 한계등비용선의 내부에 있다면 노동 공급지를 지향하고, 외부에 있다면 최소운송비지점을 지향하게 된다. 예를 들어, 그림 12에서 노동 공급지 L_1, L_2의 절약비용이 동일하다면, 산업부동산의 입지는 한계등비용선 내부에 위치한 L_1 지점을 지향할 것이다.

실제에서는 운송비와 노동비 이외에 다양한 물류비용이 고려되어야 한다. 국내에서는 행정규칙[16]을 통해 비용산정지침을 제시하고 있으며,

[16] 『기업물류비 산정지침』 제7조, 제12조.

기업물류비를 기능에 따라 운송비, 보관비, 하역비, 포장비, 물류정보 · 관리비로 구분하고 있다.



□ 제7조(물류비의 과목분류) 물류비의 실태를 파악하기 위하여 영역별, 기능별, 지급형태별, 세목별 로 구분하고, 물류비를 관리하기 위해 관리항목별, 조업도별로 구분한다. ① 영역별로 다음 각호와 같이 구분한다.

1. 조달물류비는 물자(원자재, 부품, 제품 등을 포함하며 이하 동일하다)의 조달처로부터 운송되어 매입자의 보관창고에 입고, 관리되어 생산공정(또는 공장)에 투입되기 직전까지의 물류활동에 따른 물류비를 말한다.
2. 사내물류비는 매입물자의 보관창고에 완제품 등의 판매를 위한 장소까지의 물류활동에 따른 비용을 말한다.. 다만 재료의 생산이나 제품의 제조공정내에서 발생하는 비용은 생산원가 또는 재조원가에 산입되므로 물류비에서는 제외시킨다.
3. 판매물류비는 생산된 완제품 또는 매입한 상품을 판매창고에서 보관하는 활동부터 고객에게 인도될 때까지의 물류비를 말한다.
4. 리버스(Reverse)물류비는 회수물류비, 폐기물류비, 반품물류비로 세분화한다.
   가. 회수물류비란 공용기와 포장자재 등이 회수되어 재사용 가능할 때까지의 물류비를 말한다.
   나. 폐기물류비란 제품이나 상품, 포장용 또는 수송용 용기나 자재 등을 회수하여 폐기할 때까지의 물류비를 말한다.
   다. 반품물류비란 판매한 제품·상품 또는 위탁판매한 제품·상품의 취소, 위탁의 취소 등의 물류활동에 따른 물류비를 말한다.

② 기능별로는 다음 각호와 같이 분류한다.

1. 운송비는 물자를 물류거점간 및 고객에게 이동시키는 활동에 따른 물류비를 말한다. 다만, 개별기업의 물류비 계산목적에 따라 다음과 같이 세분화할 수 있다.
   가. 수송비는 기업의 필요에 따라 물자를 물류거점까지 이동시키는 물류비를 말한다.
   나. 배송비는 물자를 고객에게 배달시키는 물류비를 말한다.
2. 보관비는 물자를 창고 등의 물류시설에 보관하는 활동에 따른 물류비를 말한다.
3. 하역비는 유통가공 및 운송, 보관, 포장 등의 업무에 수반하여 상차 및 하차, 피킹, 분류 등 물자를 상하·좌우로 이동시키는 물류비를 말한다.
4. 포장비는 물자 이동과 보관을 용이하게 하기 위하여 실시하는 상자, 골판지, 파렛트 등의 물류포장(최종소비자를 위한 판매포장은 제외)활동에 따른 물류비를 말한다.
5. 물류정보·관리비는 물류활동 및 물류기능과 관련된 정보처리와 관리에 따른 물류비를 말한다. 다만, 개별기업의 물류비 계산목적에 따라 다음과 같이 세분화할 수 있다.
   가. 물류정보비는 구매, 수송, 생산, 창고운영, 재고관리, 유통망 등 물류 프로세스를 전략적으로 관리하고 효율화하기 위하여 컴퓨터 등의 전자적 수단을 사용하여 지원하는 활동에 따른 물류비를 말한다.
   나. 물류관리비는 물류활동 및 물류기능의 합리화와 공동화를 위하여 계획, 조정, 통제 등의 물류관리 활동에 따른 물류비를 말한다.

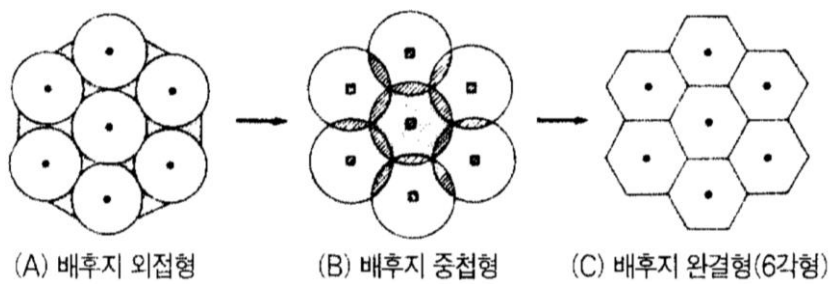
<그림 13> 법령상 물류비의 과목분류 일부

Source : 『기업물류비 산정지침』 제7조

집적론은 집적 이익을 고려하여 집적의 가능성 척도를 산출하는 이론이다. 경영의 규모가 확대되어 규모의 경제를 가져올 수 있고, 경영단위수가 모이면 기술 개량, 노동조직 개선 등의 효과를 얻을 수 있다. Weber는 이러한 집적 이익을 노동지향론에서의 노동비 절약분과 유사하게 취급하여, 최소운송비지점 대비 운송비 증가분과 비교하였다. 이 둘 간의 대소관계에 따라 집적장소에 입지하는지와 최소운송비지점 혹은 노동공급지에 입지하는지가 결정된다고 주장하였다.

2. Christaller의 중심지 이론

Christaller(1933/1966)는 Weber와 달리 배후지와 상권에 주목하여 중심지이론(Central Place Theory)을 전개하였다. 먼저 Christaller는 거주민이 재화와 서비스를 가장 경제적으로 공급받고, 도시가 그것을 가장 경제적으로 공급한다는 가정 하에 공간조직이 어떻게 구성될지에 대해 분석하였다. 중심지가 서로 멀리 떨어져 있다면, 중심지로부터 재화와 서비스를 공급받지 못하는 지역이 생긴다. 또 중심지가 서로 가까이 위치한다면, 수요가 부족하여 중심지가 쇠퇴하거나 소멸할 것이다. Christaller는 지리가 균질하고 각 중심지의 최소요구치가 동등한 이상적인 경우에서의 공간조직은 최소한의 중심지로 빈틈없이 모든 공간에 재화와 서비스가 공급될 수 있는 육각형 구조를 띤다고 주장하였다. 실제에서는 지리가 균질하지 않으므로, 육각형 구조에서 벗어날 수 있다(그림 14).



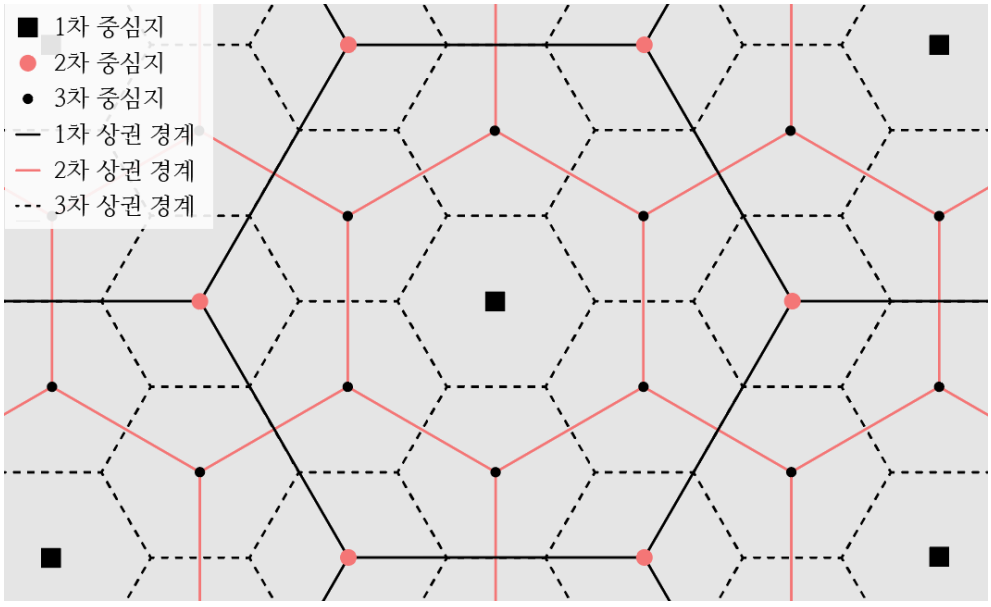
<그림 14> 정육각형 중심지 공간구조의 형성과정

Source : 임석회. (1998). 크리스탈러의 중심지이론. p.83.

다음으로, 최소요구치나 도달범위가 다른 중심지들이 같은 공간에 존재할 때의 공간조직에 대해 분석하였다. Christaller는 중심성이 큰 고차의

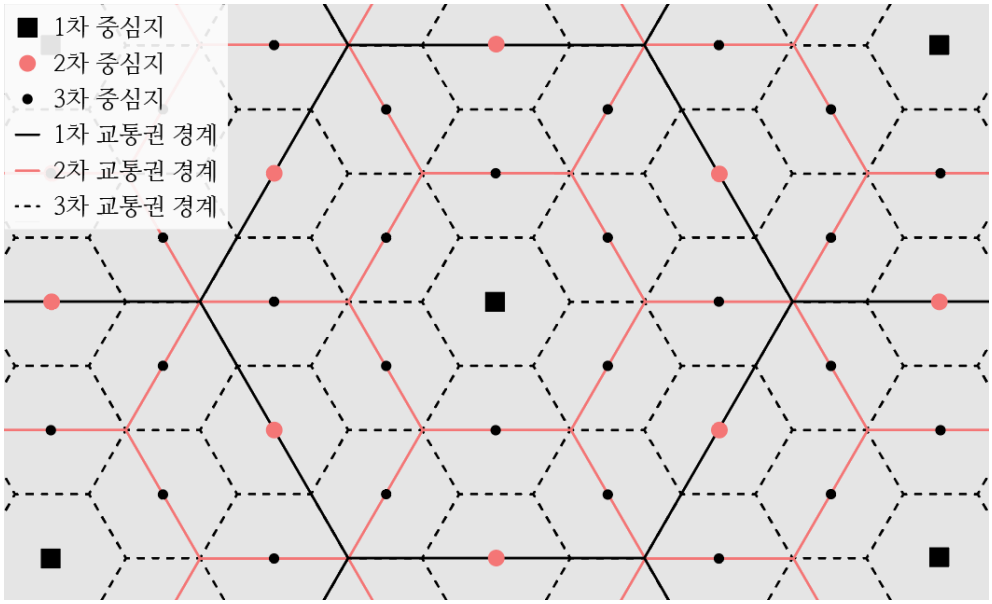
중심지들이 중심성이 작은 저차의 중심지들의 공간구조를 분할하거나 포섭하는 데 세 가지 원리가 작동할 수 있다고 주장하였다. 각각의 원리는 시장원리, 교통원리, 행정원리로 불리며, 이 중 서비스 공급 중심지에 대한 원리인 시장원리가 물류센터의 입지선정에 적용하기 적합하다.

시장원리에 따르면, 각 계층의 중심지의 수를 최소로 하고 위계 간 배후 영역의 크기 차이가 최소가 되어 효율적으로 재화와 서비스를 공급하도록 중심지가 구축된다. 이에 고차 중심지를 중심으로 한 상권이 교차하는 결절점에서 중심지를 보조하는 낮은 위계의 중심지가 형성된다. 고차 중심지의 배후 영역이 저차 중심지의 배후 영역에 비해 3배 넓어지게 되어 K=3 system이라고도 불린다(그림 15).



<그림 15> Christaller의 중심지이론의 시장원리에 따른
이상적인 시장 중심지 배치 구조

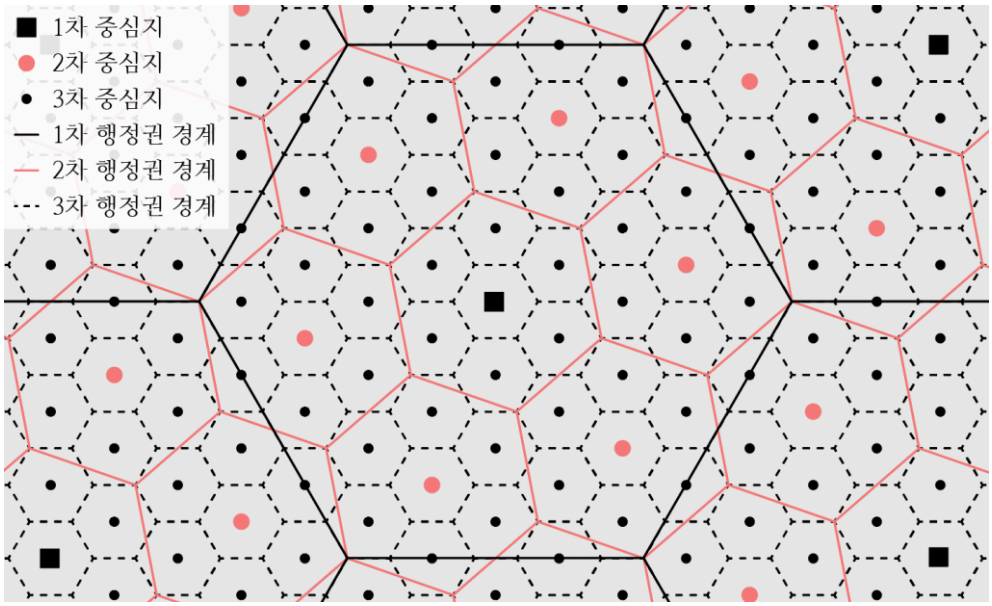
교통원리에서는, 고차 중심지들을 연결하는 교통로 위에 중요한 중심지들이 많이 배치되도록 중심지가 구축된다. 이에 고차 중심지 둘을 잇는 직선의 가운데에 중심지를 보조하는 낮은 위계의 중심지가 형성된다. 고차 중심지의 배후 영역이 저차 중심지의 배후 영역에 비해 4배 넓어지게 되어 K=4 system이라고도 불린다. 이렇게 중심지들이 배치되는 경우 가장 효율적인 교통망이 형성된다(그림 16).



<그림 16> Christaller의 중심지이론의 교통원리에 따른
이상적인 교통 중심지 배치 구조

마지막으로 행정원리에서는, 정치적 통제를 위해 고차의 행정 중심지가 저차의 행정 중심지를 완전히 포섭하는 형태로 중심지가 구축된다. 둘 이상의 행정권을 포섭하기 위해 가장 낮은 단계의 고차 행정권 경계는 저차

인접해 있는 7개의 행정 중심지를 포섭하게 된다(K=7 system)(그림 17).



<그림 17> Christaller의 중심지이론의 행정원리에 따른
이상적인 행정 중심지 배치 구조

3. AHP를 통한 입지요인분석 연구

입지이론과 별개로 물류센터의 입지요인에 관한 연구가 국내에서 다수 진행되고 있다. 입지요인분석에서 주로 사용되는 연구방법론은 전문가 집단을 모집하여 AHP(Analytic Hierarchical Process)를 통해 요인 별 중요도를 도출하는 방식이다. Saaty(1980)에 의해 개발된 이 분석방식은 의사결정에 관련된 요인을 계층 구조로 나타내어 세부적인 요인까지 고려할 수 있고, 계량화가 어려운 정성적 판단 요소에도 활용할 수 있다. AHP에서는 일관성 척도를 이용하여 분석의 타당성을 보장한다.

주로 사용되는 조사 방식은 9점 척도의 설문조사이다. 먼저 의사결정의 각 요인을 위계별로 구분하여 묶고, 동일한 위계에 있는 요인 중 2개씩 선정하여 한 요인 대비 다른 요인의 중요도를 9점 척도로 나타내도록 한다. 예를 들어, 1점은 두 요인이 동등한 중요도를 가지는 경우, 9점은 한 요인이 다른 요인에 비해 월등히 중요한 경우이다. 이 상대적 중요도를 쌍비교 값이라고 부르며, 이를 통해 각 요인별 중요도와 일관성 척도를 산출한다. 이 과정을 모든 위계에 대해 반복하는 방식으로 분석이 이루어진다.

이상적인 경우는 모든 요인에 대해 중요도가 정해져 있고, 상대적 중요도가 이 중요도의 비율로 결정되는 경우이다. 이 경우 일관성이 가장 높은 것으로 나타날 것이다. 그러나 실제 조사에서는 다수의 의견이 완전히 일관되지 않을 것이고, 질문에 따라 일관되지 않은 답변을 할 가능성이 있기 때문에, 이상적인 경우에서 얼마나 벗어나는지에 대한 척도가 필요하다.

n개의 요인 $C_1, \ldots, C_n$에 대한 중요도가 각각 $w_1, \ldots, w_n$이라면, 이상적인 요인 C_i와 C_j의 상대적 중요도에 대한 응답 결과는 $a_{ij} = w_i/w_j$이다. 이 때,

상대적 중요도를 모은 쌍비교 행렬 $A = [a_{ij}]$ 와 중요도 벡터 $\mathbf{b} = (w_1, \dots, w_n)$는 다음의 관계식을 만족한다.

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}, \quad A\mathbf{b} = n\mathbf{b}$$

즉, 일관된 답변의 경우 중요도 벡터는 쌍비교 행렬의 고유벡터가 된다. 그러나 일반적인 답변은 $a_{ij} \neq w_i/w_j$이므로, 위의 관계식이 성립하지 않는다. 대신 쌍비교행렬의 고유값과 고유벡터를 찾음으로써, 요인별 중요도를 추정하고 이를 역이용하여 일관된 쌍비교행렬을 도출할 수 있다. Saaty(1980)는 쌍비교행렬의 고유값의 최대값인 $\lambda_{\max}$가 n보다 항상 크거나 같으며, n에 가까울수록 쌍비교행렬이 추정치와 편차가 적어짐을 보였다.

따라서 분석의 경우 설문을 통해 a_{ij}값을 조사하고, 이를 통해 구성된 쌍비교행렬의 $\lambda_{\max}$을 구한다. 이 때 a_{ij}값은 요인 C_i가 C_j보다 중요하거나 동등한 중요도를 갖는 경우에만 얻을 수 있으므로, a_{ji} 는 a_{ij} 의 역수로 정의한다. 그리고 행렬의 대각값은 모두 1로 둔다. 다수의 전문가들에게 답변을 얻는 경우, 최종 a_{ij}값은 개별 a_{ij}값을 산술평균한 값으로 산출한다.

답변의 일관성을 파악하기 위해, 응답의 일관성 지수(C.I.: Consistency Index)를 다음과 같이 정의한다.

$$\text{C.I.} = \mu = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

C.I.값은 $\lambda_{\max} - n = 0$에 대한 가설의 검정통계량으로, 답변 a_{ij}의 편차가

정규분포를 따를 때 C.I.값은 χ^2 분포를 따름이 밝혀져 있다. 그러나 일반적인 경우에는 완전히 무작위인 답변에 대한 일관성지수인 무작위지수(R.I.: Random Index)와의 비율을 통해 일관성을 분석한다. 이를 일관성 비율(C.R.: Consistency Ratio)이라고 부르며, 다음과 같이 정의한다.

$$\text{C. R.} = \frac{\text{C. I.}}{\text{R. I.}}$$

일관성 비율이 0이라는 것은 응답이 완전히 일관적이라는 것을 의미한다. Saaty는 C.R.이 0.1 미만인 경우 응답이 일관성을 갖는 것으로 판단하고, 0.2 이내인 경우 용납가능한 비일관성을 갖는 것으로 판단하였다. 일관성을 갖는 것으로 판단된 경우, 다음의 식을 만족하는 값 $w_1^*, \ldots, w_n^*$을 각 요인 별 중요도로 추정한다.

$$\boldsymbol{A}\mathbf{b}^* = \lambda_{\max}\mathbf{b}^*, \quad \mathbf{b}^* = \left(w_1^*, \ldots, w_n^*\right)$$

AHP 방법론을 이용한 연구들을 종합해 본 결과, 1차 위계의 요인 구분은 연구 간 일관성을 보였고, 2차 위계 요인은 서로 차이를 보였다. 따라서 각 연구를 비교하기 위해 1차 위계를 기준으로 요인을 구분하였다. 이에 따라 물류센터의 입지요인을 크게 수요 요인, 교통요인, 지리 요인, 규제요인 등 7개의 요인으로 구분하였고, 각 연구에서 분석한 물류센터 유형과 요인별 중요도 순위를 정리하였다. 종합적으로 신선식품과 서비스업 관련 물류센터는 수요 요인이 가장 중요한 것으로 나타났으며, 일반적인 물류센터는 비용 및 교통 요인을 중요하게 고려하는 것으로 나타났다(표 2).

연구논문	물류센터 및 유통 유형	요인별 중요도						
		De	Tr	Ge	Co	Re	Ri	O/S
천영선, 박정섭(2017)	콜드체인	1	–	–	2	3	4	–
이재호, 윤정호, 여기태(2017)	임대	–	–	2	1	–	–	3
이남승(2020)	수도권역	–	–	1	2	4	–	3
	동부권역	–	–	2	1	4	–	3
박진희, 문하연(2016)	중심 거점	3	1	4	2	5	–	–
	지역 거점	1	3	4	2	5	–	–
송재길, 방완혁, 김환성(2016)	허브 공항	1	2		–	–	3	–
우태희, Bach(2015)	일반	–	2	3	1	4	–	–
양광모(2011)	제조업	3	2	1	5	4	–	–
	유통업	5	1	2	3	4	–	–
	서비스업	1	2	3	5	4	–	–

요인별 중요도 – De : 수요요인, Tr : 교통요인, Ge : 지리요인, Co : 비용요인,
Re : 규제요인, Ri : 리스크요인, O/S : 운영 및 서비스요인

<표 2> AHP 기법을 이용한 물류센터 입지요인 연구의 요인별 중요도

제 2 절 물류센터 건축이론

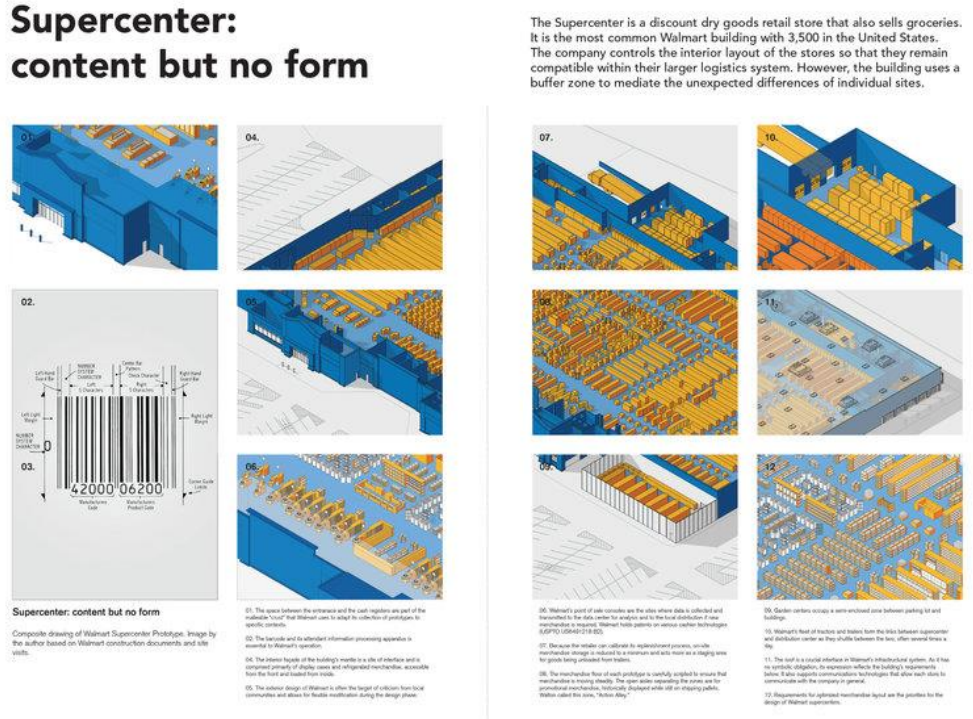
1. LeCavalier의 'The Content Is the Form'

LeCavalier(2016, 2018)는 그의 저서인 "The Rule of Logistics"에서 미국의 거대 유통 업체인 월마트(Walmart)를 대상으로 물류에 관한 건축 이론을 전개하였다. LeCavalier는 월마트의 건물을 크게 세 유형으로 구분하였다. 각각의 유형은 건식 및 식료품을 판매하는 소매 센터인 슈퍼센터(Supercenter), 월마트의 정보를 저장하고 주문을 관리하는 데 사용하는 자체 데이터센터(Data Center), 그리고 월마트의 재고를 공급업체에서 조달 받아 소매점으로 내보내는 물류센터(Distribution Center)[17]이다.

LeCavailer에 따르면, 월마트의 슈퍼센터는 월마트 건물 중 가장 많은 수를 지닌 유형으로, 미국에 3,500여 개가 위치하고 있다. 월마트는 몇 가지 슈퍼센터 프로토타입을 개발해 두었는데, 이는 신규 센터 설립에 있어 부지 선정부터 시공까지 빠르게 진행될 수 있도록 도움을 준다. 소비자의 최적화된 쇼핑과 물건 구매를 위해 상품 예측 및 보충 프로토콜 등의 세심한 규칙들이 건물 내 물품 및 매대의 배치를 결정한다. 그러나 건물의 외형은 개별 부지의 형상의 차이로 인해 각 슈퍼센터마다 달라지게 된다. 월마트는 내부 공간과 외피 사이에 완충공간을 두어 내부 공간이 정형화된 형태를 띠면서도 외형이 유연하게 결정될 수 있도록 프로토타입을 디자인하였다. 이러한 점에서 LeCavalier는 슈퍼센터를 내용물은 있으나 정해진 형상을

[17] 물류센터는 Logistics Center, Distribution Center 등의 용어로 사용되며, 의미상의 차이는 없다.

갖지 않은 건물(Content but No Form)로 지칭하였다(그림 18).

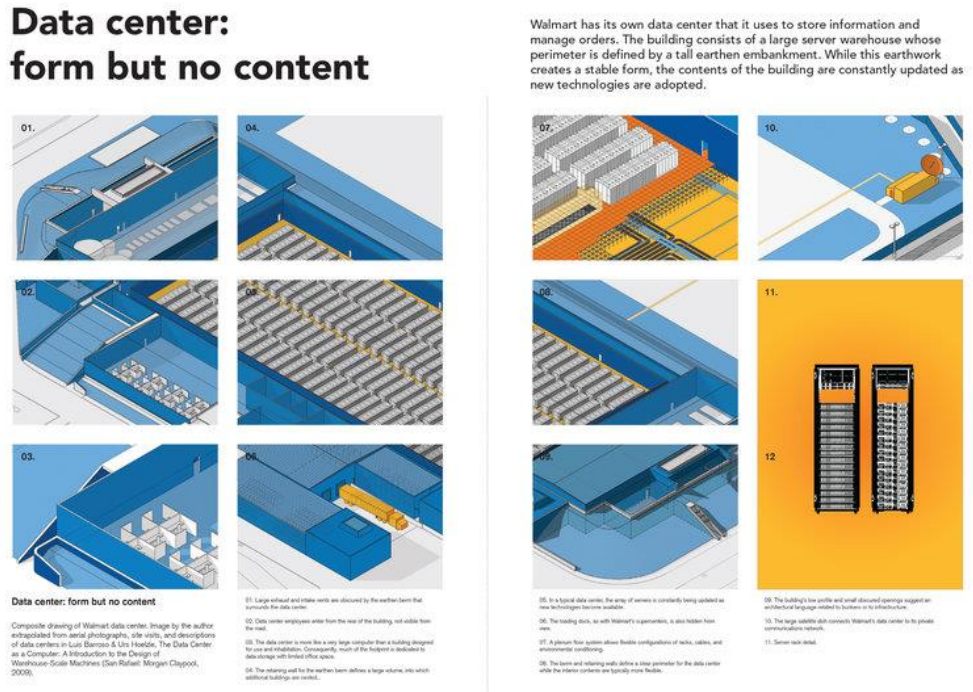


<그림 18> 월마트 슈퍼센터의 공간구조 다이어그램

Source : LeCAVALIER R+D. The Rule of Logistics.
from http://jesse-lecavalier.com/#/the-rules-of-logistics/

반면, 월마트의 자체 데이터센터는 거대한 서버 창고 형태로 이루어져 있으며, 높은 흙 제방으로 둘러싸여 있다. 이러한 벙커 형태의 데이터센터는 외부 기후나 보안 위협에서 더 자유로울 수 있고, 지하에 매설된 전력 케이블이나 네트워크 인프라와 보다 직접적인 연결이 가능하다. 흙 제방에 둘러싸인 데이터센터의 외형은 정형화되어 있지만, 건물 내부의 내용물은

끊임없이 변화한다. 새로운 기술이 도입됨에 따라 데이터를 다루는 프레임워크와 장비가 업데이트 될 것이고, 데이터의 형태 역시 최신의 요구에 맞게 변형된다. 이러한 의미에서 LeCavailer는 데이터센터를 건물은 안정적이지만 내부가 유동적인 것(From but No Content)으로 표현하였다(그림 19).

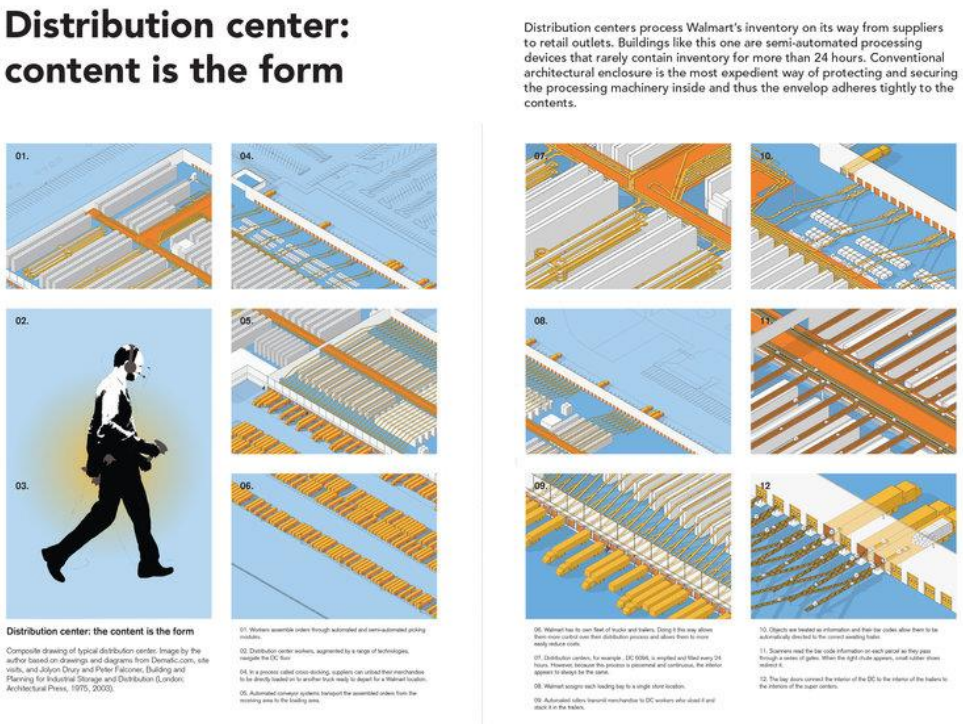


<그림 19> 월마트 데이터센터의 공간구조 다이어그램

Source : LeCAVALIER R+D. The Rule of Logistics.
from http://jesse-lecavalier.com/#/the-rules-of-logistics/

월마트의 물류센터는 재고를 공급업체에서 소매점으로 이동하는 과정에 위치하며, 내부에 적재를 위한 공간과 각종 반자동 기계들로 이루어져 있다.

LeCavalier는 건축 외피가 내부의 기계와 물품을 보호하고 고정하는 가장 편리한 방식으로, 외피가 내용물에 단단히 밀착되어 있다고 말한다. 따라서 형태와 내용물, 내부와 외부의 관계는 다른 건물 유형에 비해 밀접하게 결합되어 있다. 적재공간, 컨베이어벨트, 기타 운송 메커니즘 등 서로 다른 기능을 수행하는 다양한 요소들로 구성되어 있고, 각 요소가 만들어내는 공간적, 기계적 배치 관계가 외피에 반영되어 있다. 따라서 LeCavalier는 물류센터를 내용물이 그 자체로 형태가 되는 건물(The Content is the Form)로 표현하고 있다(그림 20).



<그림 20> 월마트 물류센터의 공간구조 다이어그램

Source : LeCAVALIER R+D. The Rule of Logistics.
from http://jesse-lecavalier.com/#/the-rules-of-logistics/

2. Weick의 ‘Loosely Coupled System’

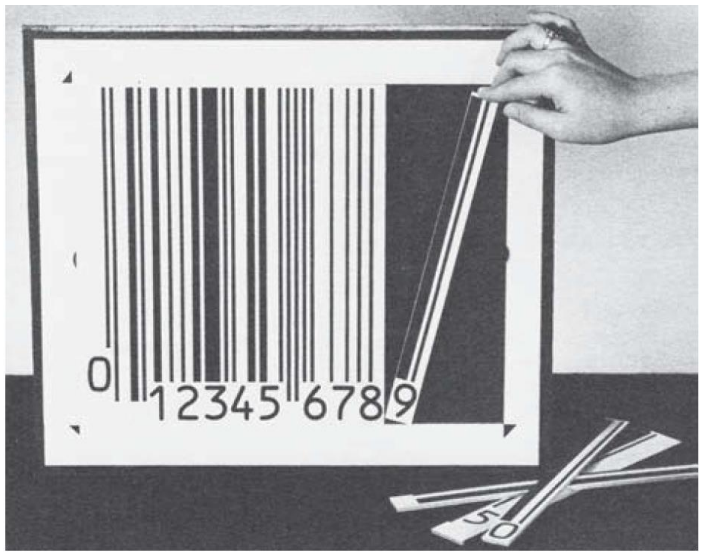
Weick(1976)의 ‘loosely coupled system’은 교육학에서 등장하여 프로그래밍, 시스템 디자인 등 다양한 분야에서 사용되고 있는 이론이다. Weick는 학교 조직이 위계를 갖는 체제들로 이루어져 있고 이들이 수행하는 역할이 서로 관련이 있음에도, 각 체제가 자율성과 독립성을 지니는 것을 설명하기 위해 이 이론을 고안하였다.

Coupling이란 서로 상호작용하는 시스템 혹은 영역 간의 의존성을 의미한다. 각 영역이 서로 긴밀하게 연결되어 있다면 한 영역 내의 변화는 다른 영역의 변화를 요구한다. Loose coupling은 이와 반대로 한 영역의 내부적인 변화가 다른 영역의 변화를 필요로 하지 않는 관계를 말한다. 이러한 관계로 이루어진 시스템은 그 안에 있는 어떤 영역이라도 전체 시스템에 영향을 미치지 않고 지역적인 우발상황에 적응하고 수정할 수 있다. 이러한 loosely coupled system은 전체 시스템을 더욱 안정적으로 만들고 문제에 유연하게 대응할 수 있는 구조를 지니게 된다.

LeCavalier(2016)은 이를 물류 네트워크를 설명하는 하나의 방식으로 제시하였다. 그는 물류가 하나의 산업이기에 학문적이기보다는 기계적이고 즉각적이라고 말한다. 때문에 어떤 문제 상황이 발생할 때 문제의 본질을 파악하거나 문제 해결의 필요성을 논하기 보다는 문제의 즉각적인 해결에 초점을 맞춘다고 주장하였다. 또한 물류는 먼 거리와 긴 시간에 걸쳐 사물을 관리하는데 전념하는 사업으로, 지역적인 문제 상황을 빠르게 파악하고 유연하게 대응할 수 있도록 loosely coupled system을 갖는다고 말한다.

LeCavalier는 이에 대한 예시로 바코드와 트레일러를 든다. 바코드는

표면적으로 호환되지 않는 물질의 세계와 데이터의 세계를 연결하는 물류 시스템의 프로토콜 역할을 한다. 그러면서도 물질의 세계와 데이터의 세계가 서로 loosely coupled 된 채 효율적으로 움직일 수 있게 한다. 바코드와 같은 프로토콜 없이 물품 또는 업체별로 각자의 전산 규칙을 만들어낸다면, 특정 품목에 전문화된 경우 더욱 최적화된 물류 시스템을 갖출 수도 있을 것이다. 그러나 새로운 제품이 등장하거나 다양한 제품을 다루어야 한다면, 그것을 읽어들이고 처리하는 방식을 재구축하거나 변형해야 하므로 효율적이지 않게 된다.



<그림 21> 물리적 공간과 데이터 세계를 연결하는 바코드

Source : LeCavalier, J. (2016). The Rule of Logistics. p.73.

물류센터와 슈퍼센터는 불연속적이고 독립적인 공간이자 건물로, 서로 loosely coupled 되어 있다. 그러나 트레일러는 물류센터와 슈퍼센터의

공간을 연결함으로써 사실상 이 두 공간 사이의 연속성을 만들어낸다. 트레일러는 이 두 공간이 독립적으로 변형할 수 있는 가능성을 만들면서도, 서로 연결되어 있을 수 있는 환경을 제공한다. LeCavalier는 트레일러를 화물용 엘리베이터에 비유하며 건물의 일부로 취급하기도 한다. 이러한 예시를 통해 그는 'Loosely coupled system'의 개념을 물류 시스템을 설명하는 데에 사용하였다. 그러나 그는 물류센터의 건축적 특성에 초점을 맞추어 이 이론을 사용하지는 않았다.

<그림 22> 물류센터와 슈퍼센터를 연결하는 트레일러

Source : LeCavalier, J. (2016). The Rule of Logistics. p.21.

3. Lyster의 ‘Ground Rules’

Lyster(2016, 2018)는 물류센터가 딛고 있는 지면(Ground)에 집중하며 물류센터가 만들어내는 세가지 특징에 대해 이야기한다. 먼저 그는 물류센터가 보통 1, 2층의 낮은 층으로 이루어져 있어 전체 규모가 그렇게 크지 않더라도 넓은 대지를 덮고 있다고 말한다. 컨베이어 시스템과 자동화된 장비들이 도입되며 서로 다른 레벨에서 적재공간과 분배 공간이 배치될 수 있더라도 여전히 대부분의 요소가 지면에서 접근 가능하거나 가깝게 놓여 있어, 지면은 공간의 배치에 중요하게 작용한다. 이로 인해 만들어진 거대한 건축면적은 물류센터가 하나의 건축물 보다는 풍경으로 읽히게 한다고 말한다.

한편, 미국의 물류센터의 외피는 주로 틸트-업 공법이나 조립식 콘크리트 패널로 만들어진다. 조립식 패널은 공장으로부터 운송되어 와야 하므로, 보통 물류센터의 높이가 12미터를 넘지 않는다고 한다. Lyster는 이러한 건설 기법은 물류센터의 설계를 형태를 만드는 행위 보다는 기계적인 조립 절차로 전락시킨다고 말한다. 그는 조립을 위한 패널과 틸트-업 구조물을 만드는 대부분의 과정은 결국 여분의 지면 공간에서 이루어지므로, 결국 수직 벽을 세우는 과정에서도 지면이 중요한 역할을 한다고 역설하였다. 나아가 이러한 과정을 통해 만들어진 물류센터의 수직 파사드는 익명적인 외피의 역할을 할 뿐이며, 정작 물류센터를 드러내는 것은 물류센터의 후면부 도크에 접안하는 트레일러와 그것이 딛고 있는 지면이라고 말한다.

<그림 23> 아마존 Westport 7 물류센터의 항공사진

Source : Venture Mechanical. Amazon Fullfillment Center @ Westport 7.
from https://venturemech.com/portfolio/amazon.

마지막으로 Lyster는 지면을 물류 시스템의 캔버스에 비유한다. 지면은 단순히 내구성 있는 표면이 아니라, 지능적인 인터페이스 공간이다. 물류센터의 지면에는 화살표, 구분선, 정지 표시, 숫자 등의 그래픽이 그려져 공간을 구획하거나 행동을 지시한다. 뿐만 아니라 컨테이너의 운반을 돕는 작은 기계식 볼이나, 로봇의 궤적을 지시하는 레일이나 감지기가 위치한다. 바닥에 부착된 바코드나 내부에 심어진 RFID, GPS 태그는 스캔을 통해 작업자들의 위치를 매핑하고 작업 지시를 내리기 위한 장치로 작동한다.

<그림 24> 콘크리트 바닥에 박히는 RFID 바닥 태그

Source : Lyster, K. (2016). Learning from Logistics. p.158.

제 3 장 온라인 전용 물류센터의 입지 특성

제 1 절 이마트와 쿠팡의 물류 구축 현황

본 장에서는 2장에서 다룬 입지 이론을 참고하여 온라인 전용 물류센터의 입지 특성을 분석한다. 분석에 앞서, 기업의 사례를 통해 온라인 물류 프로세스와 온라인 전용 물류센터의 구축 현황에 대해 살펴보고자 한다. 이커머스 시장의 점유율 상위에 있으며 온라인 전용 물류센터의 두 유형인 허브 물류센터와 도심형 물류센터를 모두 보유·임차하고 있는 이마트와 쿠팡을 중점적으로 살펴본다.

이마트는 기존 오프라인 위주의 유통 서비스에서 벗어나 2014년 1월 1일, 신세계 백화점, 이마트 등 신세계그룹의 모든 물품을 구매할 수 있는 통합 온라인 쇼핑몰 ssg.com을 개시하였다. 당해 4월 온라인 전용 허브 물류센터인 NE.O(NExt generation Online store) 001를 시작으로 2016년, 2019년 각각 NE.O 002와 NE.O 003이 잇따라 운영을 시작하였다(표 3).[18]

또한, 이마트는 기존 오프라인 매장공간의 일부나 후면 공간 등을 이용하여 온라인 전용 도심형 물류센터인 PP(Picking and Packing) 센터를 구축하였다. 이마트의 PP 센터는 현재 약 115곳으로, 크게 E.OS(E-mart

[18] SSG.COM 성장스토리, from http://company.ssg.com/intrd/grthstory.ssg

Online Store)[19], 대형 PP(Picking and Packing) 센터, 일반 PP 센터로 세분된다. E.OS는 매장형 온라인 물류센터로, 이마트의 도심형 물류센터 중 가장 자동화 정도가 많이 진행되어 있다. 현재 청계천점 한 곳이 존재하며, 일주문건수 5,000건을 처리할 수 있도록 설계되었다. 대형 PP 센터는 하루 2~500여 건의 주문을 처리할 수 있는 일반 PP 센터와 달리 물류센터 면적 비율이 높고 최대 일 3,000건의 주문을 처리할 수 있는 물류센터이다. 2021년 11월 기준 월계점, 신도림점, 가든파이브점, 이천점 네 곳이 있으며, 이마트는 2022년 상반기까지 대형 PP 센터를 30개로 확대할 계획이다.[20]

명칭	위치	대지면적 (㎡)	건축면적 (㎡)	연면적 (㎡)	건물규모
NE.O 001	용인	10,524	4,421	14,542	B1-4F
NE.O 002	김포	15,393	9,185	43,745	B1-5F
NE.O 003	김포	14,492	8,641	52,635	B1-5F

<표 3> 이마트 온라인 전용 허브 물류센터 목록

온라인 전용 물류센터와 별개로, 이마트는 신선식품의 안정적인 확보와 유통 효율을 위해 6개월 동안 신선도를 유지할 수 있는 CA(Controlled

[19] 대형 PP 센터 중 하나이나, 다른 대형 PP 센터와 공간 및 운영 특성에 큰 차이를 보여 구분하여 기술하였다.

[20] SGG.COM. (2021).SSG닷컴, 이마트 이천점 PP센터 확장 물류 네트워크 강화 '승부수'. 신세계그룹 뉴스룸,
from https://www.shinsegaegroupnewsroom.com/70429/

Atmosphere) 창고를 보유하고 있다. 신선한 물품을 저렴한 가격에 매입하여 보관하고, 생산지로부터 직매입하여 안정적인 물품 확보가 가능하다. 과거 도매상을 통해 물건을 조달하던 다른 유통업체 역시 안정적이고 효율적인 유통 시스템 구축을 통해 CA창고를 도입하였다(그림 25).[21]

<그림 25> 이마트 이천 후레쉬센터의 CA 저장고

Source : 구현화. (2013). 이마트, 국내 첫 CA공법 저장...고품질 과일 맛 선보여. 아시아투데이. from https://www.asiatoday.co.kr/view.php?key=821461

이마트의 온라인 물류 프로세스는 크게 다음과 같다. 신선식품의 경우 브랜드가 있는 소매점이나 이마트의 후레쉬센터, 도매 시장, 산지 등에서

[21] 박종대, 서현정. (2021). 로켓배송은 어디서 날아왔을까 - 컨슈머 시장 변동의 원천 제1편: 온라인화. 하나금융투자 리서치센터

물품을 운송하여 물류센터에 입고시킨다. 이후 입고된 물품의 신선도를 확인하는 과정을 거쳐 냉장시설 등에 적재한다. 이 때, 도매시장이나 산지에서 운송된 물품은 적재 전 별도의 포장 과정을 거친다. 한편, 기타 가공식품 등의 물품은 각 업체의 창고에서 운송하여 물류센터 입고 후 대량 포장을 해체하고 바구니에 소분하여 적재하거나 개별 상품 형태로 적재한다. 이후 주문이 들어오면 GTP(Goods To Person)[22] 또는 DPS(Digital Picking System)[23] 방식을 사용하여 물품을 꺼내 배송 바구니에 담는다. 바구니는 배송 트럭에 실려 각 주문지로 배송된다(그림 26).

쿠팡은 2010년 이커머스 회사로 창립하였으며, 2013년 쿠팡 최초의 허브 물류센터인 파주 물류센터를 건설하였다. 2014년부터 타 배송기업을 통하지 않은 배송 서비스인 로켓배송 서비스를 시작하였으며, 당일배송, 새벽배송 서비스는 2019년에서야 완성되었다.[24]

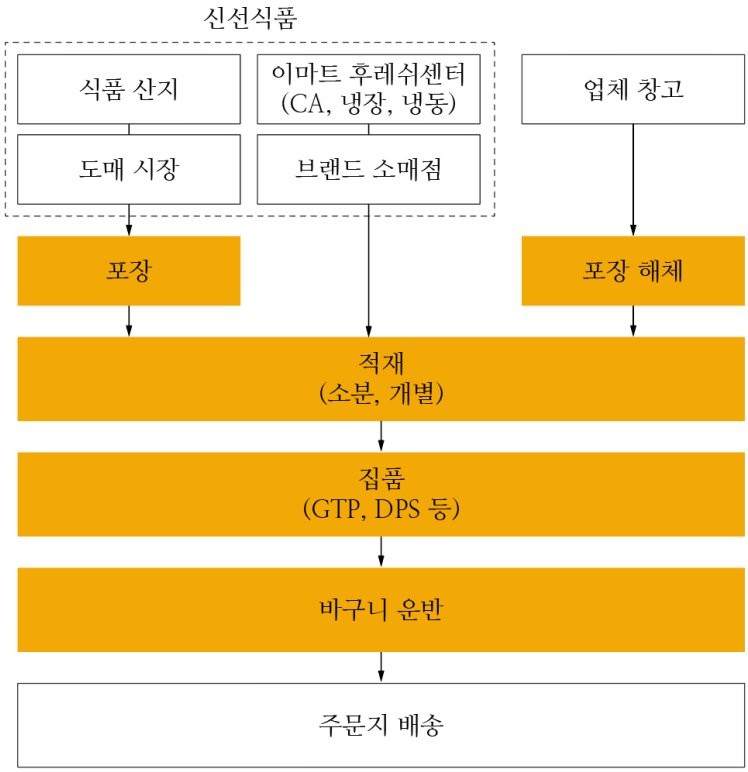
온라인 서비스 초기에는 자체 직원인 쿠팡맨을 통해서만 배송 서비스를 운영하였으나, 2018년 8월부터 로켓배송 물량 증가와 배송 인력의 부족 문제를 해결하기 위해 아마존 플렉스를 벤치마킹한 쿠팡 플렉스 서비스를 도입하였다. 쿠팡 플렉스 서비스는 일일 근로자가 개인 승용차를 이용해 상품을 인근 물류센터에서 수령, 적재 후 배송하는 업무를 수행할 수 있는 시스템이다.

---

[22] 기계를 통해 물품과 수량을 선택하면, 자동으로 집품 후 작업자에게 물품을 전달해주는 시스템이다.

[23] 적재공간에 신호장치가 설치되어, 집품할 물품의 위치와 수량 등을 알려주는 시스템이다. 주로 바코드스캐너와 연계하여 실시간으로 집품 상황을 업데이트한다.

[24] 쿠팡 뉴스룸. (2021). 한눈에 보는 쿠팡. from https://news.coupang.com/archives/7509



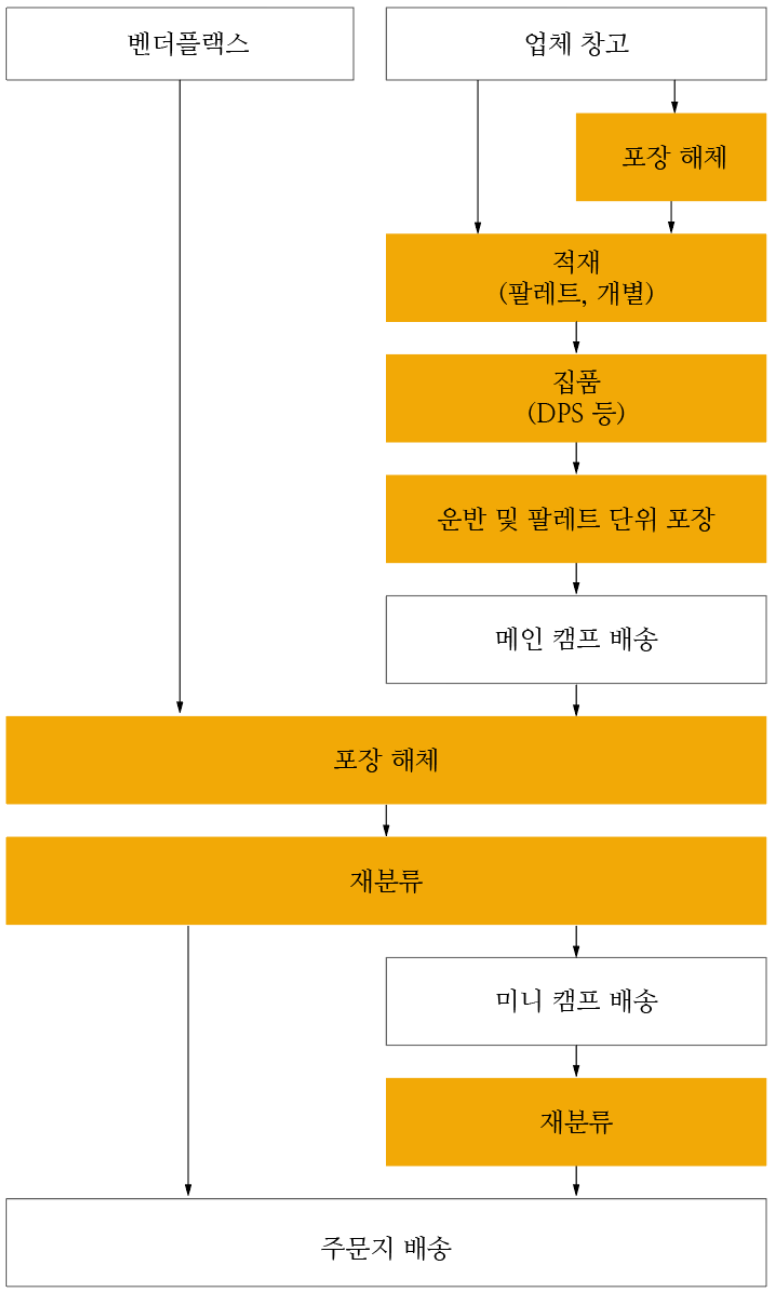
<그림 26> 이마트의 온라인 물류 프로세스

현재 쿠팡의 허브 물류센터는 총 31곳으로 이커머스 기업 중 가장 많다. 해당 물류센터 중 일부만을 소유하고 있으며, 그 외에는 주로 ESR켄달스퀘어리츠의 물류센터에 임차하는 방식으로 운영하고 있다. 도심형 물류센터는 70여 곳 이상으로, 상대적으로 넓은 범위의 배송 서비스를 담당하며, 규모가 큰 메인 캠프와, 이를 보조하며 마지막 적환지 역할을 하고 있는 미니 캠프로 구분하고 있다.

이와 별도로 쿠팡은 물이나 생활용품 등 주문량이 많은 물품 업체의 경우 해당 회사의 공장이나 물류센터 내부, 인근에 입주하여 물건을 출하하는 구조를 지니고 있다. 쿠팡은 이러한 형식의 물류센터를 벤더플랙스(Vender Flex)라고 부르고 있다. 1장에서의 정의에 따르면 벤더플랙스 역시 온라인 전용 물류센터에 속하나, 정보를 구하기 어렵고 물류 흐름 상 개별 업체의 물류센터에 가깝다고 생각되어 본 연구의 분석 대상에서는 제외하였다.

쿠팡의 물류센터는 크게 다음과 같은 물류 프로세스를 가지고 있다. 업체별 창고에서 허브 물류센터로 물품이 입고되면, 크기가 크거나 주문이 잦아 팔레트 단위로 배송이 가능한 물품은 바로 적재한다. 그렇지 않은 물품은 입고 후 포장 해체 작업을 거쳐 개별 물품을 적재한다. 이후 주문이 들어오면 DPS방식이나 수동으로 집품을 거쳐 출고위치로 운반하고, 이를 다시 팔레트 단위로 포장하여 메인 캠프로 배송한다.

메인 캠프로 배송된 물품은 포장 해체 및 재분류 작업을 거치게 되고, 일부는 바로 배송된다. 그러나 대부분은 미니 캠프를 통해 세부 주문 지역별로 다시 재분배되어 배송된다. 벤더플랙스 물품의 경우 바로 메인 캠프를 거쳐 배송작업이 진행된다(그림 27).



<그림 27> 쿠팡의 온라인 물류 프로세스

제 2 절 입지 및 배송권역 특성

오프라인 물류센터를 포함한 기존의 물류센터는 선박에서 트레일러로의 환적을 위해 인천, 부산과 같은 항만 배후지에 위치하거나, 물류비 절감을 위해 안성, 이천, 용인과 같은 교통의 결절점에 주로 위치하고 있다.[25] 그러나 기업 간 배송을 중심으로 하는 오프라인 물류와 달리, 온라인 물류는 이커머스를 통해 불특정 다수의 개인에 다양한 제품을 배송한다. 이러한 차이는 온라인 물류센터의 입지 특성에서도 영향을 주며, 특히 온라인 물류에서 등장한 도심지에 위치한 도심형 물류센터에서 두드러질 것이다. 이 절에서는 이러한 온라인 물류센터의 입지 특성을 실제 기업의 물류센터 분포와 배송권역을 통해 분석한다.

온라인 물류센터의 입지 특성을 분석한 결과, 상대적으로 도심에 가까이 위치하는 경향을 보이나, 세부적으로 취급 품목에 따라 차이를 보이는 것을 발견하였다. 먼저 주요 이커머스 기업의 허브 물류센터의 입지를 조사한 결과, 신선식품을 주로 취급하는 기업이 공산품 위주의 기업에 비해 주요 배송권역인 서울시에 더욱 근접한 것으로 나타났다. 신선식품 위주인 이마트와 마켓컬리, 롯데마트는 공통으로 서울시에 인접한 김포 고촌 물류단지에 하나 이상의 물류센터를 보유하고 있으며, 다른 물류센터 또한 용인, 여주 등 서울에서 멀지 않은 지역에 위치한다. 그러나 공산품 위주인 네이버와 쿠팡의 물류센터는 서울에서 떨어져 동부권역이나 인천시에 주로 위치한다(그림 28).

[25] 김병관 외. (2021). 경기도 물류단지 효율적 배치를 위한 조세제도 개선방안 연구. 수원시, 경기연구원.

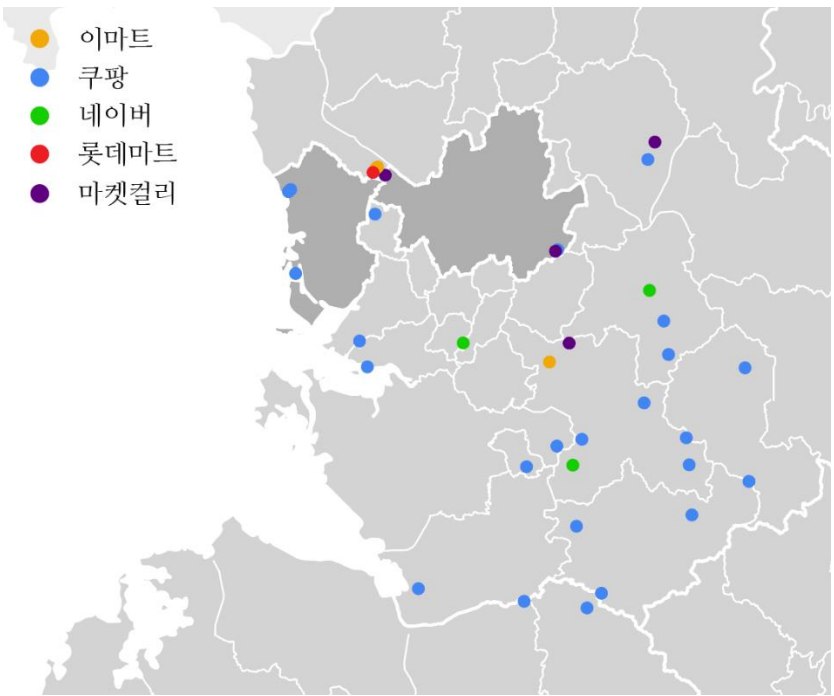
이는 전국 단위에서 보면 더욱 확연하게 드러난다. 대부분의 허브 물류센터가 수도권 내에 위치하므로, 전국 단위의 물류센터 분포의 확인을 위해 적재공간이 있는 물류센터로 조사범위를 확대하였다.[26] 또한, 물류센터의 입지를 배송권역과 비교하기 위해, 전국의 모든 행정동마다 임의로 우편번호를 하나씩 추출하여, 해당 우편번호로의 배송 가능 여부를 조회하여 배송권역을 조사하였다.[27] 이마트와 쿠팡의 전국 배송권역 및 물류센터의 입지를 조사한 결과 신선식품 위주인 이마트는 배송권역 내부에 물류센터가 입지하는 한편, 공산품 비중이 80% 이상을 차지하는 쿠팡의 물류센터는 주로 배송권역 바깥에 위치하는 것으로 나타났다. 또한, 이마트의 배송권역은 수도권, 광역시 및 주요 지방 도심에 골고루 분산되어 있으나(그림 29), 쿠팡의 배송권역은 수도권과 특정 광역시 인근에 집중된 것을 확인할 수 있다(그림 30).

이남승(2020)에서 조사한 바에 따르면, 수도권역의 물류센터 입지는 수요지 인접성이 중요하게 작용하며, 동부권역 물류센터의 입지는 비용 절감이 중요한 것으로 나타났다. 신선식품을 취급하는 경우, 물류비 측면보다 신선도 유지를 위한 수요지 인접성이 물류센터의 위치를 선정하는 데 중요하게 작용한 것으로 볼 수 있다. 이러한 입지요인은 배송권역의 크기에도 영향을 미친다. 이마트의 경우 적재공간을 갖는 물류센터의 수가

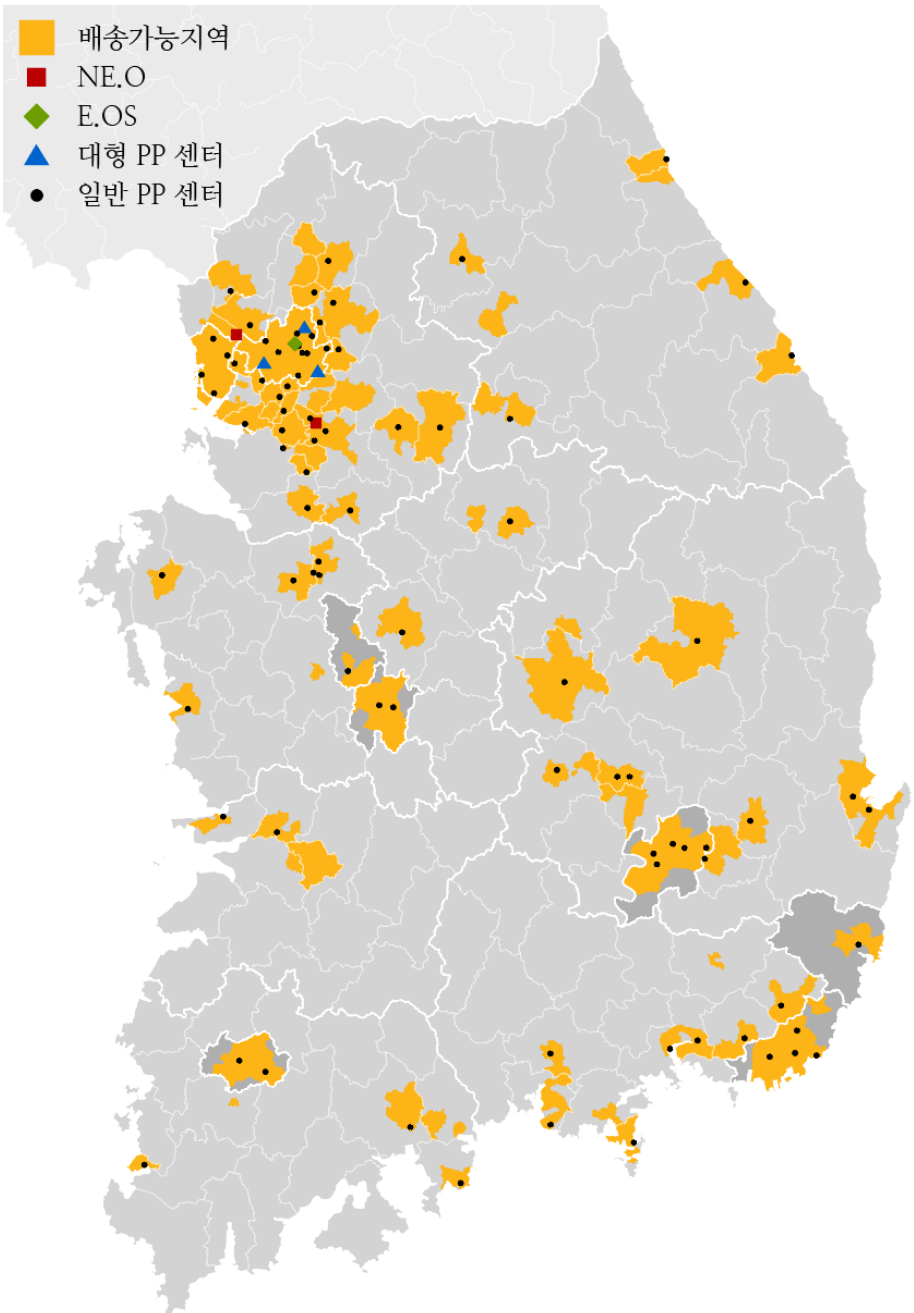
[26] 이마트의 경우 모든 물류센터가 적재공간을 지니지만, 쿠팡은 허브 물류센터만이 적재공간을 포함하고 있다. 온라인에서 주문이 들어올 때 적재공간이 있는 물류센터에서 배송이 시작되므로, 물류센터 입지와 배송권역의 관계를 파악하기 위해서는 적재공간을 포함한 물류센터로 조사범위를 한정해야 한다고 판단하였다.

[27] 이마트는 쓱 배송 가능 여부를 확인하였으며, 쿠팡은 로켓배송과 로켓프레쉬의 배송 가능 여부를 모두 확인하였다. 조사 결과 로켓배송과 로켓프레쉬의 배송 가능 지역은 행정동 단위에서 차이가 없는 것으로 나타나 이 둘을 구분하지 않았다.

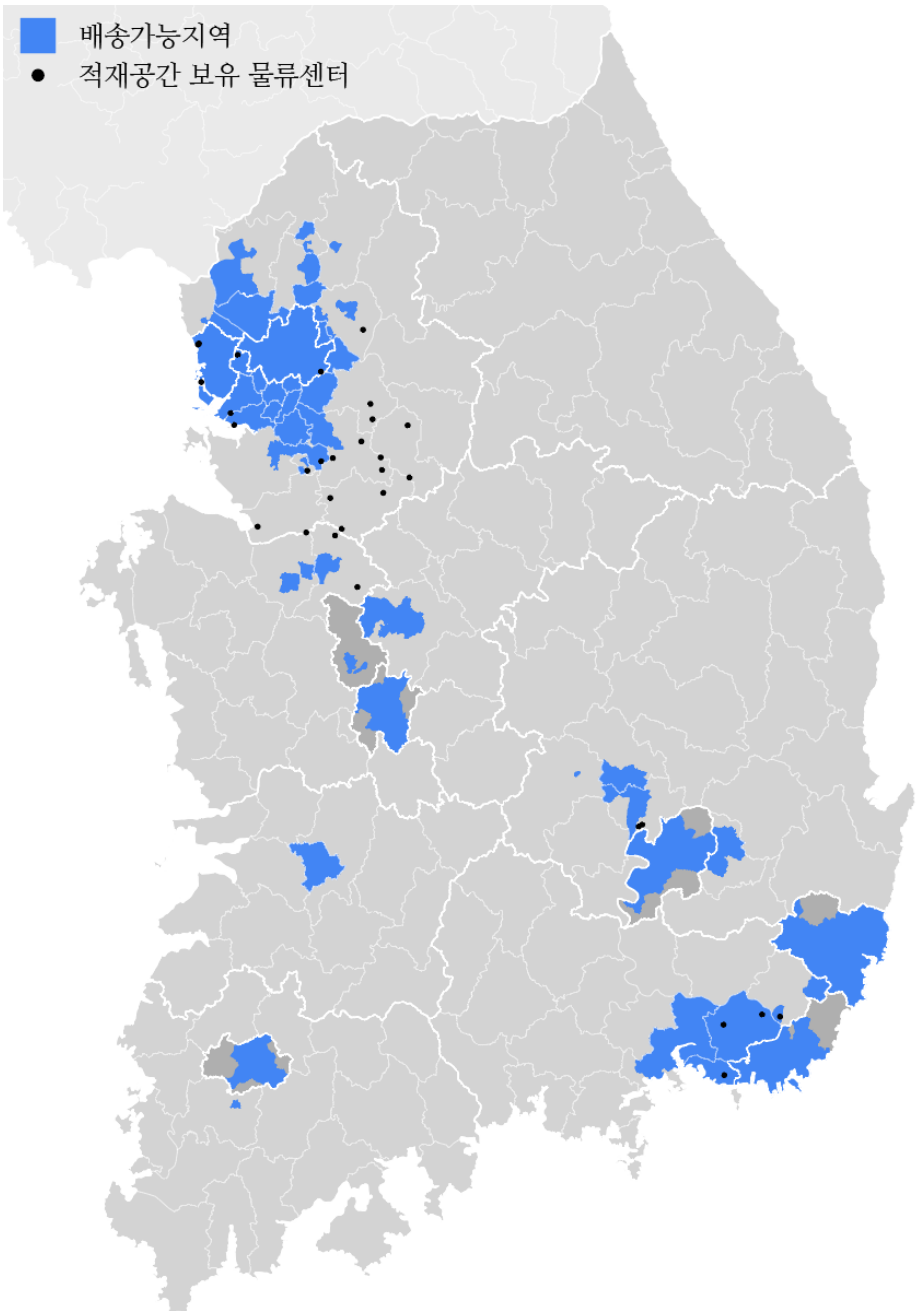
쿠팡의 3배 정도이며, 한 물류센터의 배송권역도 쿠팡에 비해 좁다. 공산품의 경우 상대적으로 운송 거리 및 시간에 따른 제약이 적으므로 배송권역이 넓을 수 있으며, 이로 인해 이마트가 다수의 물류센터가 분산된 좁은 배송권역을 갖는 것에 비해 쿠팡이 적은 물류센터가 해당 물류센터 인근의 집중된 넓은 배송권역을 가지게 되는 것으로 예측된다.



<그림 28> 주요 이커머스 기업의 수도권 허브 물류센터 입지



<그림 29> 이마트 온라인 전용 물류센터 입지 및 배송가능지역



<그림 30> 쿠팡 물류센터 입지 및 배송가능지역

이마트가 보유한 다수의 도심형 물류센터와 분산형 배송권역은 기존 오프라인 매장의 존재에 의한 것으로만 해석하는 환원주의의 오류에 빠지기 쉽다. 그러나 쿠팡이 같은 기간 동안 빠르게 신규 부동산을 매입 및 임차하여 100여 개 이상의 도심형 물류센터를 보유하고 있어 신규 부지 확보나 기존 물류센터 임차라는 선택지도 가능하였다. 그럼에도 이마트가 기존 부동산을 이용한 것은 이마트의 도심형 물류센터의 입지선정 요인이 대부분 오프라인 매장의 입지요인과 유사하였기 때문으로 짐작할 수 있다.

기존 이마트 오프라인 매장은 다른 외국계 매장과 달리 Christaller의 중심지 이론에 근거하여 도심지 내부에 자리 잡았다.[28] 이러한 수요지 지향 특성이 이마트 온라인 전용 도심형 물류센터의 입지요인과 일관됨을 확인할 수 있다. 위에서 살펴본 바와 같이 이마트의 허브 물류센터는 공산품 위주의 물류센터와 달리 수요지 인접성을 중요하게 여기는 수도권역에 위치하는 것으로 나타났다. 박진희, 문하연(2016)과 천영선, 박정섭(2017)의 연구에 따르면 도심형 물류센터 입지에 있어 허브 물류센터보다 소비자 요인을 중요하게 여기고 신선식품 물류센터의 입지에서 시장 요인이 가장 중요한 것으로 나타났다. 따라서 이마트의 도심형 물류센터 역시 수요지 지향 특성을 보일 것이다.

각 물류센터의 배송권역을 확인해도 이러한 수요지 지향 특성을 확인할 수 있다. 이마트의 물류센터는 주로 배송권역의 내부에 위치하고, 배송권역 외부에 있더라도 오히려 배송권역보다 더욱 도심부에 위치하는 경향을 보인다(그림 31). 이에 반해 쿠팡은 물류센터가 주로 배송권역 바깥의

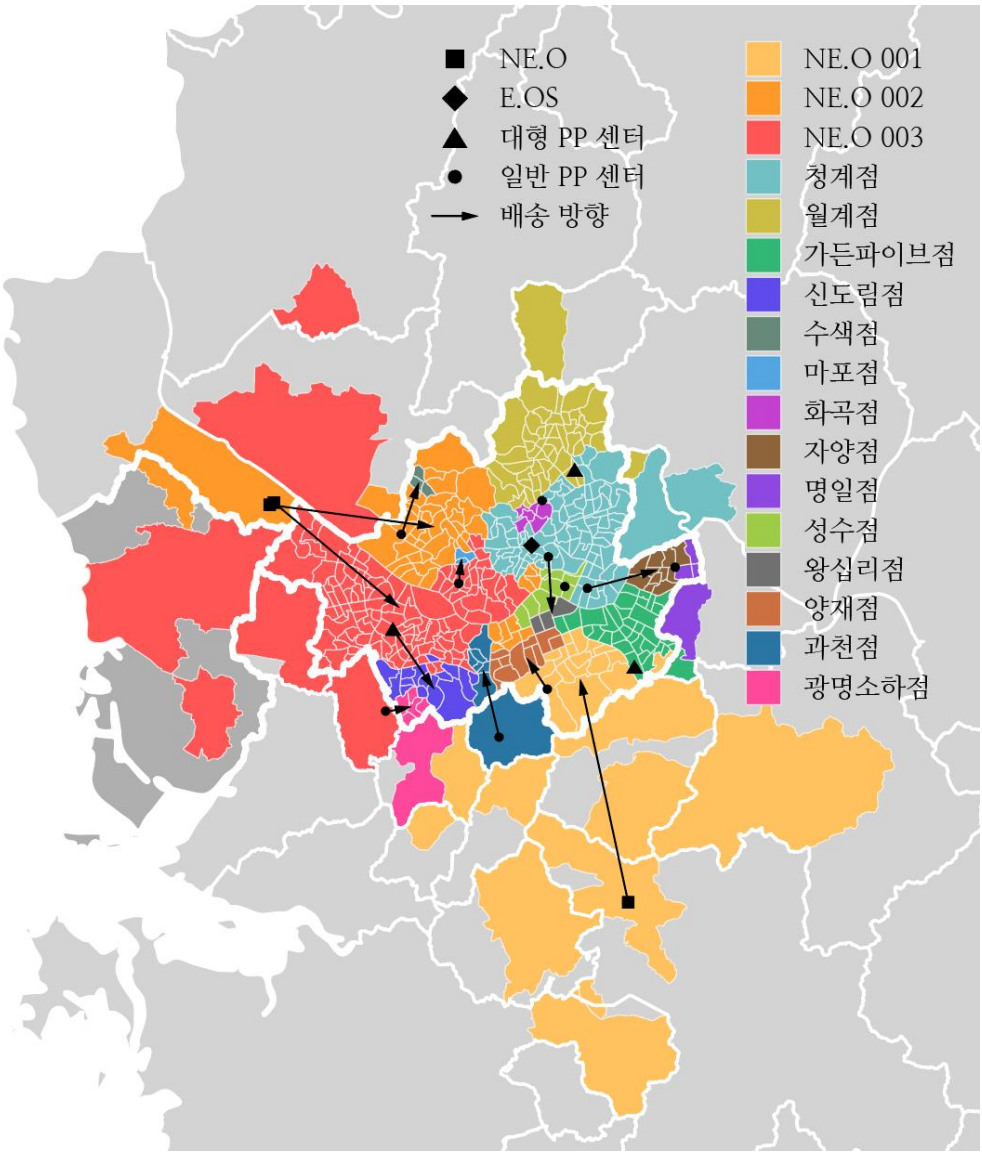
[28] 김민수, 전진호. (2014). 이마트의 기업 활동과 경영전략. 경영사학, 29(1), 93-119

도심에서 먼 지역에 위치한다. 쿠팡의 도심형 물류센터에 속한 성동1캠프의 경우 배송권역은 용산이며, 구리2캠프의 배송권역이 동대문구와 성동구이다. 심지어 구리2캠프는 남양주에 위치하고 있다.

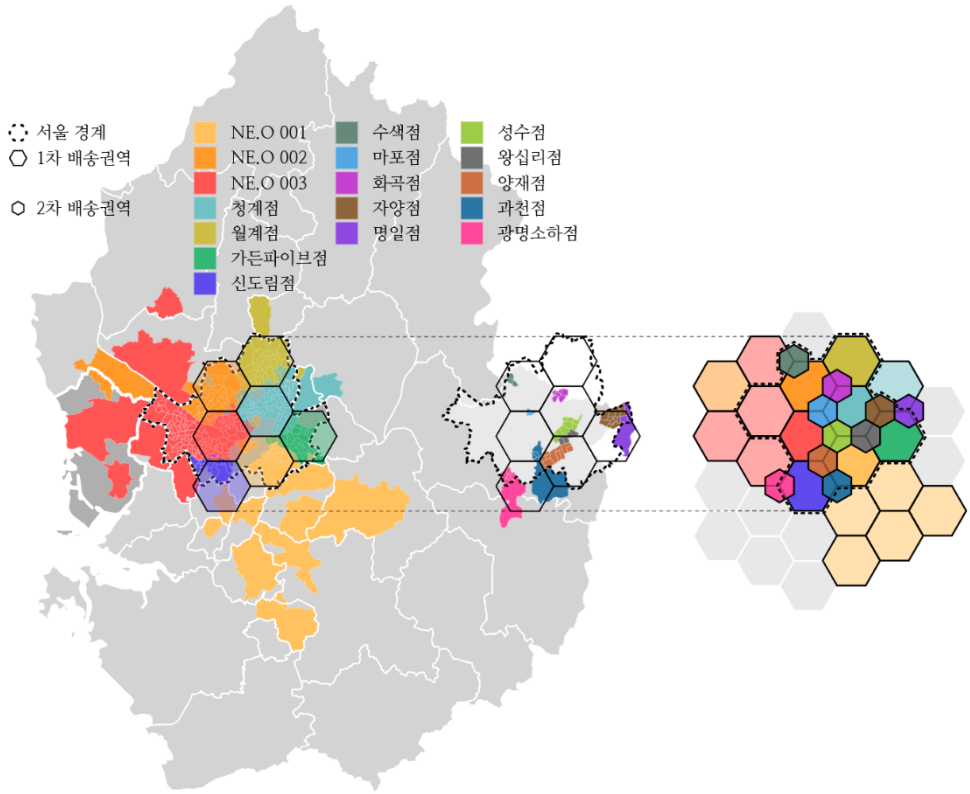
또 이마트의 서울시 배송권역은 중심지 이론의 시장원리에 따른 배치와 유사한 배치를 가지는 것으로 보인다. 서울시 내에서 E.OS와 대형 PP 센터는 이마트 허브 물류센터인 NE.O와 비교적 유사한 넓이의 배송권역을 가지고 있으며, 이에 비해 일반 PP 센터는 좁은 배송권역과 낮은 일 주문 처리 건수를 갖고 있다. 일반 PP 센터를 제외한 물류센터의 배송권역은 중심지 이론의 1차 중심지 상권의 배치구조를 지니고 있다. 그리고 일반 PP 센터의 배송권역은 1차 중심지 배송권역의 교차 지점 인근에 위치하여 2차 중심지 상권의 배치구조를 따르고 있다. 각 물류센터의 배송권역은 자연 발생적인 것이 아니라 기업의 의도에 의해 결정되므로, 이마트 물류센터 입지의 수요지 지향 특성이 시장원리의 형태로 드러난 것으로 볼 수 있다(그림 32).

반면 쿠팡은 다른 특성을 보이고 있다. 쿠팡의 적재공간을 보유한 물류센터는 배송권역 바깥에 위치하고 있어, 중심지를 중심으로 배후 영역이 형성되는 중심지 이론을 통해 분석하기 어렵다. 대신 물류비를 최소화하는 곳에 건물이 입지한다는 산업입지이론을 통해 바라볼 수 있다.

류강민, 이시정(2020)은 GIS를 활용하여 각 행정구역의 인구에 따라 한 행정구역에서 다른 행정구역까지의 거리를 가중평균하는 방식으로, 내륙의 행정구역별 교통비용 순위를 조사하였다. 그림 33b는 이를 지도상에 표현한 그림이다. 대한민국 인구의 절반이 수도권에 위치하므로, 교통비용 상위 지역은 수도권에 밀집되어 있다.

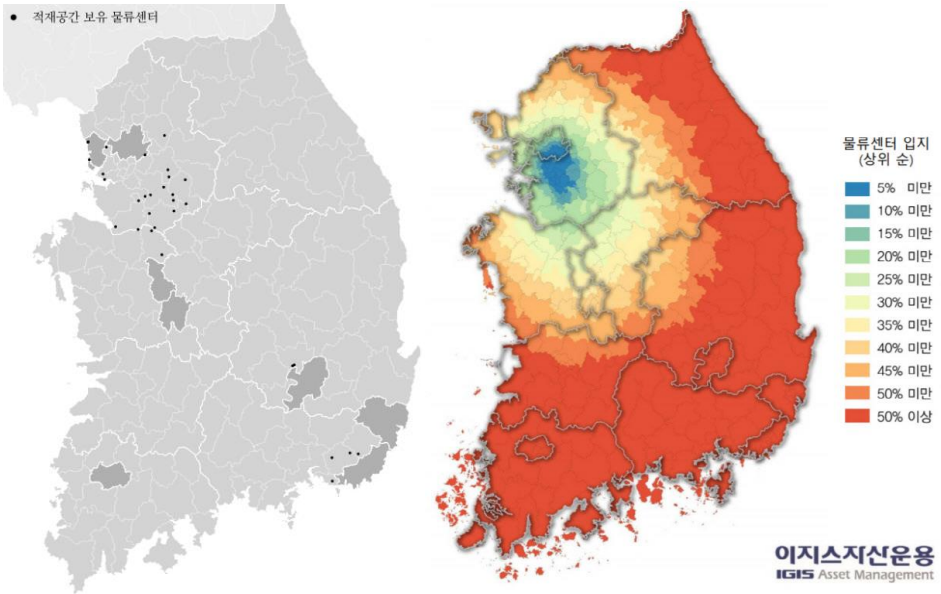


<그림 31> 서울에 배송하는 이마트 물류센터의 배송권역



<그림 32> 중심지 이론을 통해 본
이마트 서울 배송권역 배치 구조 다이어그램

대구와 부산 인근의 예외를 제외하면 쿠팡의 적재공간 보유 물류센터는 대부분 교통비용 측면에서 상위 5%~20% 구간 내에 입지한다. 류강민, 이시정(2020)은 5% 미만의 지역의 경우 교통비용은 작으나 임대료나 부동산 가격이 높아 전체 물류비 측면에서는 물류센터의 입지에 적합하지 않다고 주장하였다. 따라서 쿠팡의 적재공간을 보유한 물류센터는 물류비를 최소화하는 지점에 입지하는 것으로 생각할 수 있다. 대구와 부산 인근의 물류센터 역시 수도권 인구를 제외하고 교통비를 산정하면 상위 입지에 위치할 것으로 보인다(그림 33).



a) 쿠팡의 적재공간 보유 물류센터 분포

b) 교통비용에 따른 물류센터 입지 순위 분포

<그림 33> 쿠팡의 물류센터 분포와 교통비용 순위 분포 비교

Source :
b) : 류강민, 이시정. (2020). 물류센터 입지에 관한 짧은 이야기. IGIS Research Center. p. 5

제 3 절 허브 물류센터와 도심형 물류센터의 관계

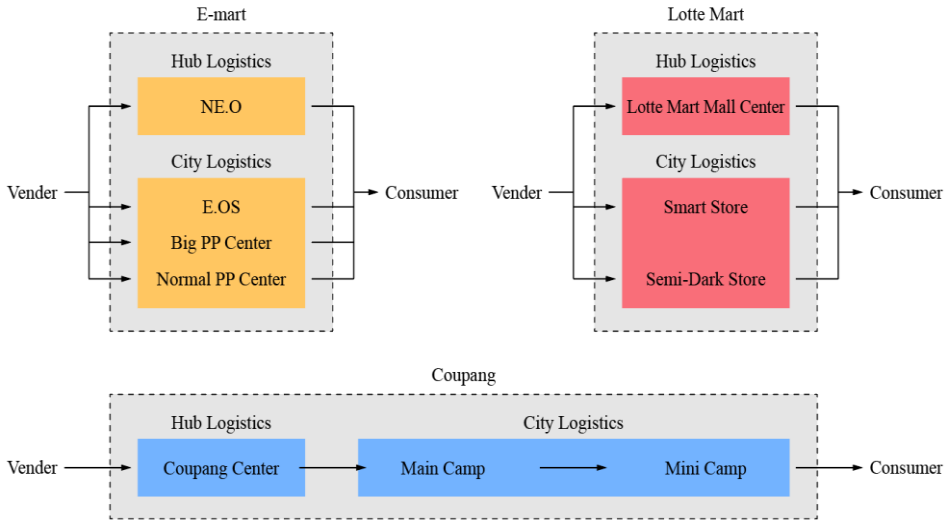
이마트의 도심형 물류센터는 허브 물류센터의 보조 역할이 아니라 자체로 완전한 물류센터의 기능을 수행하고 있다. 이는 식품 취급으로 인한 규격화된 물품 형태, 냉장 설비의 필요, 그리고 수요지 지향 특성이 맞물린 결과로 해석할 수 있다. 식품류는 필기구에서부터 대형 가구까지 아우르는 공산품에 비해 물품의 크기가 일관되고, 브랜드가 다양하지 않아 SKU가 작다. 물품의 크기가 일관된 만큼 적재공간을 소형으로 규격화할 수 있고, SKU가 작으므로 집품(picking)을 위한 큰 면적이 필요하지 않아 자동화 설비 도입이 보다 용이하다. 또한, 신선식품 보관을 위한 냉장 설비가 필요하므로, 초기 자동화 및 냉장 설비 구축을 위한 비용이 크다. 이로 인해 효율이 높은 물류센터를 구축할 수 있는 장점이 있으나, 빠르게 허브 물류센터를 신설하는 데에는 어려움이 있다.

또한, 신선식품의 배송 시간 단축 등을 위해 소비지 지향 특성을 보이므로 도심지의 높은 부동산 가격이나 대형 부지 부족 등으로 인해 대형 물류센터 구축이 불리하다. 도심지의 대형 물류센터에 대한 주민들의 반감도 큰 요인 중 하나이다. 실제로 이마트는 미사지구, 동대문, 구리 지역에 대형 물류센터를 구축하려는 계획이 있으나, 인근 주민들의 반대로 진척에 어려움을 겪고 있다.[29] 이러한 특성으로 인해 도심형 물류센터가 허브 물류센터의 중간 적환지 역할을 하는 것이 아니라, 자체적인 적재공간을 지닌 독립된 물류센터로 작동하는 경향을 보인다.

[29] 김동준. (2018). 신세계 이커머스 본부가 '혐오시설'된 썰. CLO Magazine, from https://clomag.co.kr/article/2955

이마트와 유사하게 허브 물류센터와 도심형 물류센터를 모두 보유한 롯데마트 역시 도심형 물류센터인 스마트스토어, 세미다크스토어에 자체 보관 기능이 있다.

반면, 쿠팡의 물류센터는 고정된 적재공간이 없이 허브 물류센터의 적환지 역할을 한다. 주문이 들어오면 쿠팡의 허브 물류센터인 쿠팡 센터에서 물품이 출고된다. 출고된 물품은 메인 캠프를 거쳐 유사한 배송지별로 분배되고, 다시 미니 캠프를 거쳐 세부 배송지별로 구분된 후 배송된다(그림 34).



<그림 34> 이마트, 쿠팡, 롯데마트의 물류 흐름도

제 3 절 소　결

기업 간 배송을 중심으로 하는 오프라인 물류와 달리, 온라인 물류는 이커머스를 통해 불특정 다수의 개인에 다양한 제품을 배송한다. 이러한 차이는 온라인 전용 물류센터가 소비지 지향 특성을 가지며, 오프라인 물류센터에 비해 상대적으로 도심에 가까이 입지하게 한다. 온라인 물류에서 등장한 도심형 물류센터는 기존의 도심 외곽에 자리잡던 물류센터의 틀을 깨고 도심 내에 입지하고 있다.

오프라인 물류센터가 넓은 배송권역을 가지는 반면, 온라인 허브 물류센터는 중간 정도, 도심형 물류센터는 비교적 작은 배송권역을 가진다. 또한 배송권역 외부에 입지하며 다양한 장소로 배송하는 오프라인 물류센터와 달리, 허브물류센터는 도심 외곽에서 특정 도심 방향으로 배송하는 특성을 보였고, 도심형 물류센터는 도심 내부에서 인근으로 배송하는 특성을 보였다.

온라인 전용 물류센터의 도심 지향 정도는 취급 품목에 따라서도 차이를 보였다. 신선식품을 주로 취급하는 물류센터는 공산품 위주의 물류센터에 비해 도심지에 상대적으로 더욱 가까이 위치하는 경향을 보였으며, 개별 배송권역이 상대적으로 작고 분산되어 있었다. 또한, 신선식품을 주로 취급하는 물류센터의 입지는 배송권역 내부에 위치하거나 오히려 배송권역보다 도심지에 가까이 위치하였다. 이러한 물류센터는 허브 물류센터와 도심형 물류센터를 구분하지 않고 최종 적환지의 역할을 담당하고 있어, 여러 적환지를 거쳐 배송되는 공산품 위주의 물류센터와 물류센터 위계 간 구조에서도 차이를 보였다.

입지 특성	오프라인 물류센터	온라인 전용 물류센터	
		허브	도심형
물류센터 입지	교통 결절점	도심 외곽/ 교통 결절점	도심 내부/ 도심 인근
배송권역 크기	큼	중간	작음
배송 방향	도심 방향/ 사방향	도심에 가까운 방향	인근
주요 입지요인	비용요인	비용/수요요인	수요요인

<표 4> 물류센터 유형별 입지 특성

입지 특성	신선식품 주요 취급 물류센터	공산품 주요 취급 물류센터
물류센터 입지	도심 내부/도심 인근	도심으로부터 먼 곳에 위치
배송권역 간 관계	분산됨	집적됨
배송권역 크기	작음	큼
배송 방향	인근/도심에서 먼 방향	도심에 가까운 방향
주요 입지요인	수요요인	비용요인
관련 입지이론	중심지 이론	산업입지이론

<표 5> 취급 품목에 따른 온라인 전용 물류센터의 입지 특성

제 4 장 온라인 전용 물류센터의 공간 특성

제 1 절 물류센터의 공간 및 설비

조용현(2020)은 물류센터의 기본기능인 보관, 운송, 하역을 수행하는 장소로 적재공간, 이동공간, 접안공간을 정의하였다(그림 35). 위의 세 공간이 물류센터에 필수적으로 포함되는 것으로 보았으나, 본 연구에 포함된 도심형 물류센터의 경우 허브 물류센터의 보조 기능을 담당할 때 장기보관을 위한 적재공간이 생략되는 예가 나타난다.[30]

또한, 물품을 일시적으로 적재하는 공간이나 주요 적재공간의 잔여 재고 보관을 위한 보조 공간이 있어 이러한 공간을 기존의 공간 구분으로 분류하기 어렵다.[31]

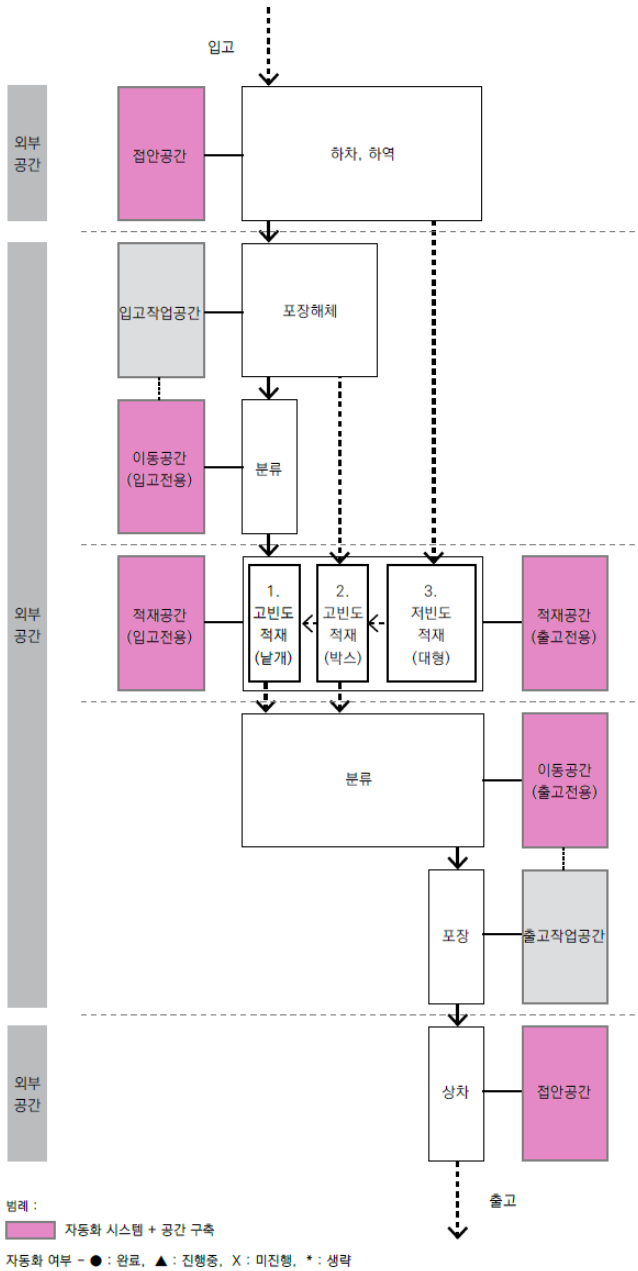
따라서 기존 적재공간의 정의를 장기보관의 기능을 하며 배송의 시작지점에 있는 공간으로 구체화하고, 장기보관 외의 보관 기능을 담당하기 위해 구획된 공간을 보조적재공간(Sub-Inventory Area)으로 정의하고자 한다. 이 공간은 기존에 이동공간으로 통합되어 있던 공간인데, 이를

[30] 쿠팡 메인 캠프, 쿠팡 미니 캠프 등.

[31] 조용현(2020)에서는 이러한 부수적인 공간을 이동공간 안의 범주에 포함하였으나, 적재를 위한 설비가 구축되어 있거나 라인 등으로 공간이 구획되어있는 경우 이동공간으로 보기 어렵다. 특히 장기보관을 위한 적재공간이 생략된 일부 도심형 물류센터의 경우 일시적인 보관을 위한 공간이 적재공간과도 같은 역할을 하므로, 이를 구분하여 정의할 필요가 있다.

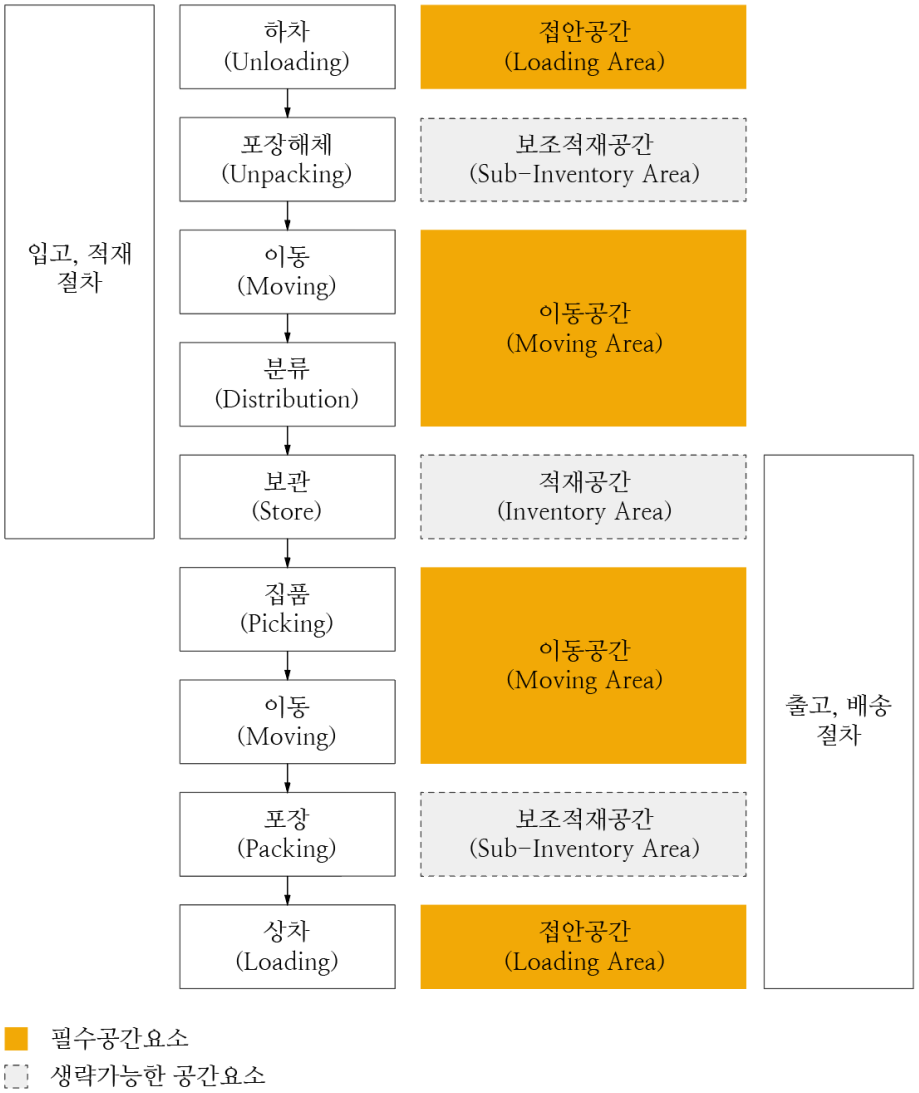
세분하여 더욱 구체적인 분석이 가능하도록 하였다. 접안공간과 이동공간은 기존과 동일하게 물류센터의 필수공간요소이나, 적재공간 혹은 보조적재공간은 물류센터의 역할에 따라 생략될 수 있다(그림 36).

물류센터는 일반 건축물과 달리 물품이 중심이 되어 계획되므로, 물류설비의 선택이 공간에 큰 영향을 미친다. 따라서 물류설비는 단순히 공간을 채우는 오브제가 아니라 복도, 문과 같은 공간구성요소로 취급되어야 한다. 최근에 사용되고 있는 물류설비의 종류를 파악하기 위하여 국내 물류센터의 사용 설비를 조사하였고, 박정현, 김동명, 여기태(2019)에서 조사한 주요 국제 유통물류센터의 물류설비 사용 실태자료를 참고하였다. 이를 종합하여 위에서 정의한 물류센터의 공간요소에 따른 공간구성 유형을 정리하였다(표 6).

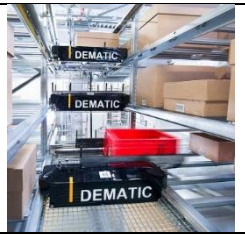
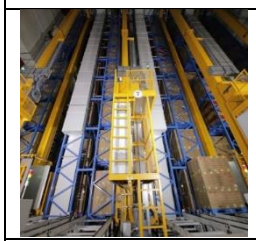
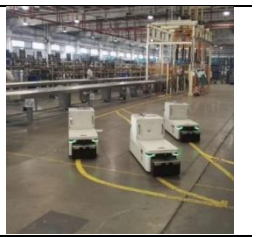


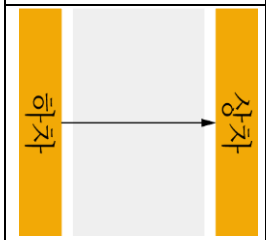
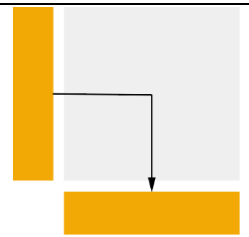
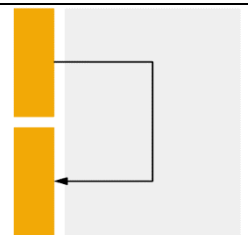
<그림 35> 물류센터의 절차 흐름 및 공간요소의 구분 (Amazon의 예시)

Source: 조용현. (2020). Figure. 46.



<그림 36> 도심형 물류센터를 고려한
물류센터의 절차 흐름 및 공간요소의 구분

공간요소	물류설비 및 공간구성유형				
적재공간/ 보조적재공간	Manual Rack (Pallet/Box)	Pallet AS/RS	Mini Load AS/RS	Multi Shuttle AS/RS	Moving Rack
					
이동공간	Stacker Crane	Conveyor	Shuttle Robot	Reach Fork Lift/ Pallet Truck	Laser/ Rail Guided Vehicle
					
	Moving Cart/ Hand Truck	Goods To Person (GTP)	Digital Picking System (DPS)	Auto Sorter	

공간요소	물류설비 및 공간구성유형				
	Face to Face	Side Face	Same Side	Loading Dock	Shutter/Indoor
접안공간					

AS/RS : 자동 적재 및 출고 시스템(Automated Storage and Retrieval System)

<표 6> 물류센터의 공간요소별 물류설비 및 공간구성유형의 종류

Source:
Manual Rack: AR Racking. (2020). Differences between Longspan Shelving and Carton Flow Rack (Picking). from https://www.ar-racking.com/en/news-and-blog/storage-solutions/storage-racking-solutions/differences-between-longspan-shelving-and-carton-flow-rack-picking
Pallet AS/RS: Daifuku. (2021). 유닛 로드 AS/RS. from https://www.daifuku-logisticssolutions.com/kr/product/asrs/unitload.html
Moving Rack: 쿠팡 캠프. 직접 촬영.
Mini Load AS/RS: Associated & Stoffel Equipment Company. (2021). Case Handling Technologies and Applications. from https://www.associated-solutions.com/automation/case-handling
Multi Shuttle AS/RS: DC Velocity. (2016). Dematic Multishuttle Flex Handles Variable Load Sizes. from https://www.dcvelocity.com/articles/41323-dematic-multishuttle-flex-handles-variable-load-sizes
Stacker Crane: Europa Systems. (2021). ARSR – Pallet stackers cranes. from https://europasystems.com/product-eng-217-ASRS-Pallet-stacker-cranes.html
Conveyor: 산업정보포털. (2021). 컨베이어벨트. from http://idb.imarket.co.kr/content/detail?contNo=100000028002&contGb=200003

Shuttle Robot: Ananya, B. (2016). Amazon is just beginning to use robots in its warehouses and they're already making a huge difference. Quartz.
Reach Fork Lift/Pallet Truck: CB Training. (2019). Reach Truck Training D2. from https://www.forklifttrainingonline.co.uk/2019/06/25/reach-truck-training-d2/
Laser/Rail Guided Vehicle: AGV Automated Guided Vehicles Indoor Transportation Integrated System. from https://xrautomation.en.made-in-china.com/product/CSxQNridfXpo/China-Agv-Automated-Guided-Vehicles-Indoor-Transportation-Integrated-System.html
GTP: Materials Handling. (2021). OPEX Perfect Pick goods-to-person automation system. from https://www.materialhandling247.com/product/perfect_pick_goods_to_person_automation_system
DPS: Digital order-picking system. Direct Industry, from https://www.directindustry.com/prod/shin-heung-machine-company-smc/product-66634-530435.html
Auto Sorter: BPS Global. (2021). Synergies between BPS Global and HKTVmall to set up a Hong Kong's Leading Logistics Hub. from https://www.bps-group.net/en/project/detail/64/
Loading Dock: ㈜ 나경 홈페이지. from http://www.nklog.co.kr/
Shutter/Indoor: G-5000. from Bouma Bros., https://www.boumabros.com/garage-doors/commercial/g-5000

제 2 절 사용 설비로 바라본 공간 특성

허브 물류센터와 도심형 물류센터를 모두 보유한 주요 이커머스 기업의 사용 설비를 분석한 결과, 신선식품 주요 취급 기업과 공산품 주요 취급 기업은 사용 설비에서도 차이를 보이며 특히 도심형 물류센터에서 그 차이가 두드러짐을 확인하였다. 이마트와 쿠팡뿐만 아니라 허브 물류센터와 도심형 물류센터를 동시에 보유한 롯데마트를 추가로 조사하였으며, 물류센터를 허브 물류센터와 도심형 물류센터로 구분하여 분석하였다. 물류설비의 종류는 그림 36에서의 분류를 따라 공간요소별로 물류설비의 사용행태를 조사하였다(표 6).

적재공간 및 보조적재공간의 경우 허브 물류센터는 물품의 특성에 따라 여러 설비를 사용하는 것으로 나타났다. 주문빈도가 높아 재고가 빠르게 소진되는 물품의 경우 대형단위로 묶어 팔레트 랙에 적재하고, 냉동식품과 같이 별도의 설비가 필요한 경우 냉동기능을 갖춘 랙을 사용한다. 이 외에 물품에 대해서 이마트와 롯데마트의 경우 Mini Load AS/RS를 사용하고 있으며, 쿠팡은 주로 팔레트 랙 외에는 개별 물품 보관을 위한 격자형 랙을 사용하는 것으로 나타났다. 이는 위에서 언급한 바와 같이 이마트와 롯데마트가 식품 취급으로 규격화된 물품 형태를 가지고 있어, 자동으로 물품을 저장하고 꺼내는 시스템인 AS/RS를 갖추기에 더 쉽기 때문으로 보인다.

공간 요소	물류설비 및 공간구성 유형	이마트		쿠팡		롯데마트	
		H.	C.	H.	C.	H.	C.
적재공간/ 보조 적재공간	Manual Rack	○	○	○		○	○
	Pallet AS/RS						
	Mini Load AS/RS	○				○	
	Multi Shuttle AS/RS	○					
	Moving Rack				○		
이동공간	Stacker Crane	○				○	
	Conveyor	○	○	○	○	○	○
	Shuttle Robot						
	Reach Fork Lift/ Pallet Truck	○	○	○	○	○	○
	Lase/Rail Guided Vehicle						
	Moving Cart/ Hand Truck	○	○	○	○	○	○
	GTP	○		○		○	
	DPS	○	○			○	○
	Auto Sorter	○	○	○		○	○
접안공간	Face to Face				○	○	
	Side Face	○		○	○		
	Same Side		○				○
	Loading Dock	○		○			
	Shutter/Indoor		○		○	○	○

H. : 허브 물류센터, C. : 도심형 물류센터

<표 7> 쿠팡, 이마트, 롯데마트의 물류센터 공간 구성 유형

도심형 물류센터의 경우 쿠팡은 허브 물류센터의 적환지 역할을 하므로, 별도의 적재공간을 보유하고 있지 않다. 대신 물품의 재분배 작업(moving for shipment)을 거치며 일시적으로 물품을 적재하는 보조적재공간이 있다. 해당 공간에서는 이동 랙을 주로 사용하여 이를 그대로 상차를 위한 이동공간에서 수동 트럭으로 활용하는 경향을 보인다. 반면 이마트와 롯데마트는 별도의 적재공간을 가지며, 이 중 신선식품은 냉장 기능을 갖춘 랙에 보관한다.

이동공간의 경우 모든 물류센터가 유사한 설비와 자동화 정도를 갖추고 있는 것으로 나타났다. 그러나 쿠팡의 허브 물류센터에서는 DPS(Digital Picking System)가 구축되어 있지 않았으며, 쿠팡의 도심형 물류센터에서는 DPS 뿐만 아니라 컨베이어가 집품된 물품을 자동으로 적절 위치로 이동시키는 자동 분류 시스템도 부재한 것으로 나타났다. 이는 쿠팡의 SKU가 월등히 높아 DPS의 효율이 낮고, 도심형 물류센터가 다른 기업에 비해 상대적으로 단순하고 단방향인 환적 기능만을 담당하므로 자동 분류 시스템의 필요가 없었기 때문으로 보인다.

접안공간은 세 기업의 허브 물류센터와 쿠팡의 도심형 물류센터에서는 대부분 상/하차 공간이 구분되어 있는 반면, 이마트와 롯데마트의 도심형 물류센터는 통합된 접안공간을 가지고 있다. 허브 물류센터의 경우 상/하차의 규모가 커 혼란을 방지하기 위해 구분된 공간을 택한 것으로 보이며, 쿠팡의 도심형 물류센터는 적환지 기능을 하므로 하차와 상차가 비교적 짧은 시간 간격을 두고 일어나 별도의 공간으로 구분한 것으로 보인다. 이마트와 롯데마트의 도심형 물류센터는 상차 시간과 하차 시간이 구분되어있어 접안공간을 통합하여 사용하여도 혼란이 일어나지 않는다. 한편, 쿠팡과 이마트의 허브 물류센터를 제외하면 접안공간이 기밀성이

떨어지는 일반 셔터로 구분되어있는 등 반 외부 공간으로 이루어져 있다. 신선식품을 취급하는 경우 냉기가 새어나가지 않도록 기밀성 있는 접안 도크를 사용하는 것이 가장 바람직하나, 물류센터의 규모가 작거나 접안공간의 경계부가 좁은 경우 모든 배송트럭이 도크에 접속되어 있기 어려워 부득이하게 반 외부 공간이 된 것으로 보인다.

제 3 절 공간요소의 배치로 바라본 공간 특성

위에서 조사한 사용 설비에 더하여 물류센터의 공간 배치 특성을 조사하였다. 서로 주요 취급 품목이 대비되는 이마트와 쿠팡을 중심으로 조사하였다. 사용 설비 측면에서 두 기업이 유사하게 나타난 허브 물류센터는 조용현(2020)의 분석을 참고하여 보완하였고, 차이가 크게 두드러지는 도심형 물류센터를 중점적으로 조사하였다. 그리고 이를 종합하여 신선식품 위주의 물류센터와 공산품 위주의 물류센터의 공간 특성을 허브 물류센터와 도심형 물류센터로 세분하여 정리하였다(표 8).

E.OS는 오프라인 매장과 완전히 구분된 적재공간을 갖추고 있다. E.OS는 매장형 온라인 물류센터라고도 불리며, 적재공간에 오프라인 고객이 접근할 수 있고 실제 구매도 가능하다는 특징이 있다. 그러나 적재공간에 위치한 모든 물품은 모두 같은 위치에 있는 오프라인 매장에서도 구매할 수 있고, 온라인 주문 건은 물류센터의 적재공간의 물품이 배송되므로, 실질적으로 매장공간과 적재공간이 구분되어 있다.

주문이 발생하면 이에 해당하는 적재구역의 담당 피커가 적재공간에서 집품을 하여 셀 형태의 DPS 랙에 물품을 옮기고, 해당 DPS 랙 구역의 담당 피커가 컨베이어 위의 토트박스로 물품을 옮긴다. 컨베이어를 타고 이동된 물품은 자동 분류 시스템을 통해 인근 배송지 주문 별로 분류되고, 상차 후 배송된다(그림 37).

이에 반해 일반 PP 센터는 별도 적재공간을 가지고 있지 않다. 전담 피커가 고객을 대행하여 매장공간에서 집품한 뒤 배송을 진행한다. 자동화

정도가 많이 진행된 E.OS와 달리, 이동 및 분류가 모두 수동으로 진행된다. 대형 PP는 E.OS와 일반 PP 센터의 중간 형태로, 독립적인 적재공간을 가지지만 적재공간을 넓게 확보하기 어려워, 매장에 비치된 물품을 집품하는 방식을 병행하고 있다. 매장공간의 이동은 자동화되어 있지 않지만, 이후 공간은 E.OS와 유사하게 컨베이어와 자동 분류 시스템을 이용하여 배송효율을 높이고 있다(그림 38, 그림 39).

쿠팡의 도심형 물류센터인 메인 캠프와 미니 캠프는 각각 허브 물류센터와 메인 캠프에서 운송된 물품을 재분배하여 배송하는 역할을 한다. 메인 캠프에 도착하는 하차 트럭은 팔레트 단위로 물품을 운송한다. 운송된 물품을 보조적재공간에 일시적으로 적재하고, 이를 해체하여 컨베이어를 통해 이동시키며 수동으로 인근 배송지별로 구획된 보조적재공간으로 재분배한다(그림 40). 분배된 물품은 미니 캠프로 운송되고, 미니 캠프에서는 배송지를 세분하여 분배한 후 최종배송지로 배송한다. 미니 캠프는 메인 캠프에 비해 절차가 간소하며, 재분배 후 별도의 공간에 일시적인 적재 없이 바로 상차 되는 차이가 있다(그림 41).

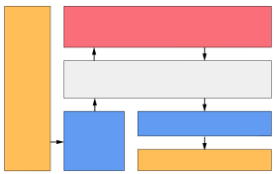
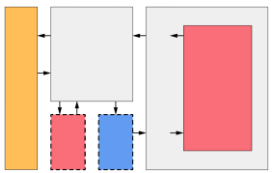
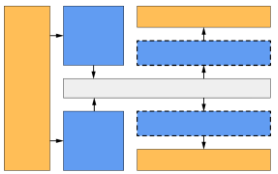
조사 결과 이커머스 기업의 허브 물류센터의 공간 배치는 거의 동일하며, 그림 2의 물류 프로세스와 공간을 온전히 지니고 있다. 단, 조용현(2020)가 발견한 바와 같이 적재공간에서 채택한 자동화 설비에 차이가 있으며, 물품 단위가 작은 Mini Load AS/RS를 채택한 신선식품 위주의 이커머스 기업이 밀도 높은 적재공간과 높은 층고를 구현하고 있다. 반면, 도심형 물류센터는 공간 배치에서 큰 차이를 보인다. 이마트 도심형 물류센터의 컨베이어의 경우 적재공간을 순환하는 형태로 구축되어 있으며, 자동 분류 시스템과 결합하여 복잡한 구조로 되어 있다. 또한, 이동공간이 크게 피킹 공간과 분배 공간 두 구획으로 나뉘어 있는 것을 확인할 수 있다. E.OS의 경우에는 피킹,

이동, 분배의 기능을 하는 3개의 공간으로 구획되어있다. 적재공간을 순환하는 컨베이어와 구획된 이동공간은 홈플러스와 롯데마트에서도 동일하게 나타난다(그림 42c, 그림 42d).

도심형 물류센터는 상대적으로 규모가 작으므로 소품종 다량에 적합한 AS/RS의 효율이 낮다. 또한, 냉동식품 등 별도의 냉장 설비가 필요한 물품 피킹을 자동화하는 것은 초기 비용이 많이 필요하므로 주로 반자동 방식인 DPS 피킹 방식을 사용하는 것으로 추측된다. 따라서 피커의 동선과 물류의 흐름이 구분되도록 하는 효율적인 방안으로 적재공간 내부를 피커가 움직이고, 외곽을 컨베이어가 순환하는 방식을 채택한 것으로 보인다. 또 이러한 인간과 물류의 동선 구분이 이동공간의 구획으로 이어진 것으로 보인다.

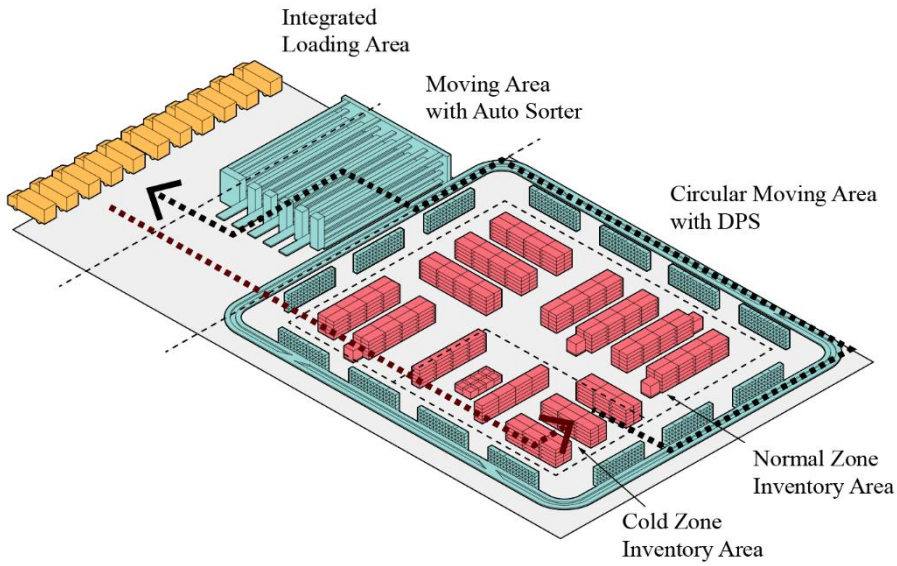
이 외에도 이마트의 도심형 물류센터는 배송과정에서 보조적재공간이 없는 특징을 지닌다. 이는 접안공간에서 접안 도크를 사용하지 않아 기밀성이 떨어지는 만큼 상온에 노출되는 시간을 최소화하기 위해 바로 접안하기 때문으로 보인다.

쿠팡의 공간 배치는 허브 물류센터의 배치와 유사하나, 적재공간이 생략되어 있고, 양방향 분배/상차가 이루어지는 특징이 있다. 적재공간의 생략과 보조적재공간의 이동형 랙의 활용으로 쿠팡의 도심형 물류센터는 바닥 선을 통한 구획만 있을 뿐 물리적인 장벽이 없다. 이로 인해 외부 도로의 형태와 관련 없이 접안공간이 배치될 수 있고, 차량 동선 공간 역시 물류센터의 작업 공간으로 활용할 수 있다. 이로 인해 단일 컨베이어에서도 최대한의 효율을 낼 수 있는 양방향 분배/상차 배치가 주로 발견되는 것으로 보인다.

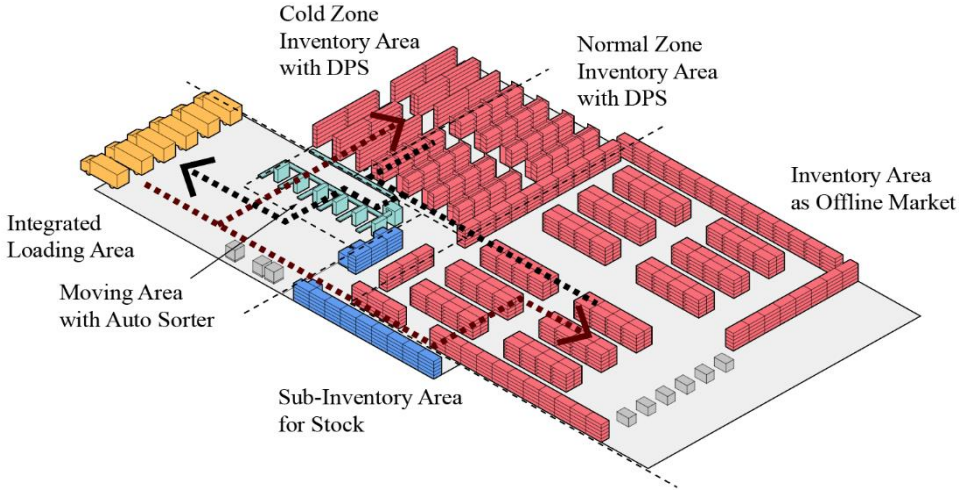
공간 특성	허브 물류센터		도심형 물류센터	
	신선식품 위주	공산품 위주	신선식품 위주	공산품 위주
공간 배치				
접안공간	분리		통합	
적재공간 여부	○	○	○	
컨베이어 이동흐름/형태	방향성/혼합형		순환형/혼합형	방향성/선형
배송 단계의 보조적재공간 여부	○	○		○
자동분류기 여부	○	○	○	
적재공간 유형	Manual Rack/ Mini Load AS/RS	Manual Rack (Box / Pallet)	Manual Box Rack	Moving Rack

공간 배치 – ■ : 적재공간, ■ : 보조적재공간, ■ : 이동공간, ■ : 접안공간, ⬚ : 생략 가능

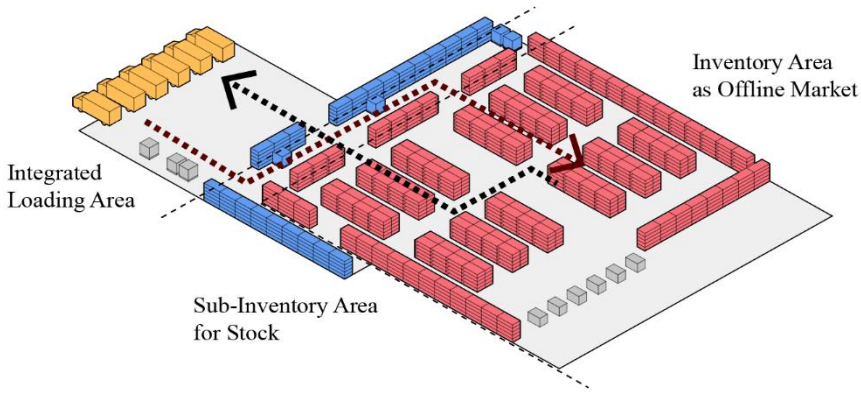
<표 8> 온라인 전용 물류센터의 공간 특성



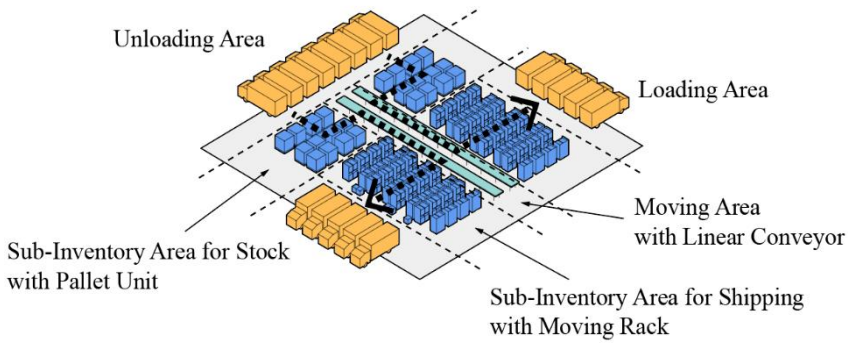
<그림 37> 이마트 도심형 물류센터 E.OS의 공간 구조



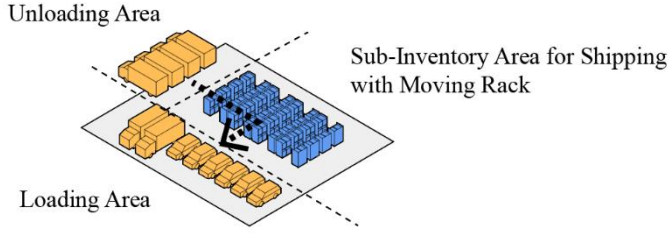
<그림 38> 이마트 도심형 물류센터 대형 PP 센터의 공간 구조



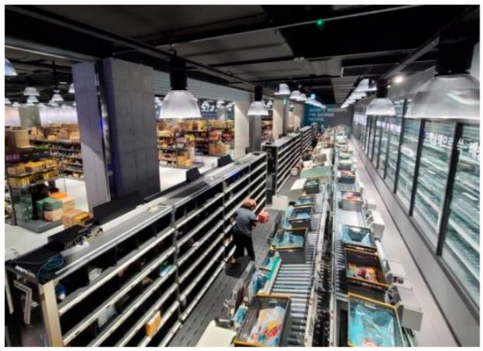
<그림 39> 이마트 도심형 물류센터 일반 PP 센터의 공간 구조



<그림 40> 쿠팡 도심형 물류센터 메인 캠프의 공간 구조



<그림 41> 쿠팡 도심형 물류센터 미니 캠프의 공간 구조



a) 이마트

b) 쿠팡

c) 홈플러스

d) 롯데마트

<그림 42> 주요 이커머스 기업의 도심형 물류센터

Source:

a) 박용선. (2020). "쇼핑 공간이자 물류센터"… 이마트의 점포 활용법. 조선일보

b) 김아름. (2020). 물류창고 효율 235% 높인 쿠팡 비결은?. 파이낸셜뉴스

c) 이승연. (2019). 홈플러스 ‘올라인’ 가속화… 풀필먼트센터 2,3호 추가오픈. 천지일보

d) 최동현. (2020). "대형마트→물류센터 변신"…롯데마트, '세미다크스토어' 추진. 뉴스1

제 4 절 건축이론을 통해 바라본 공간 특성

이 절에서는 2장에서 다루었던 물류센터 건축 이론이 온라인 전용 물류센터에서도 여전히 유효한지 확인하고, 온라인 전용 물류센터를 포괄하는 물류센터 건축의 구축 논리를 분석하고자 한다.

먼저, 온라인 전용 물류센터의 도심화는 LeCavalier가 주목한 물류센터의 특징인 ‘The Content is the Form’에서 멀어져 ‘Contents but No Form’이었던 슈퍼센터의 특징을 닮아가게 한다. 도심 근처에 위치한 물류센터는 부지 크기의 제약으로 물류센터 내부 요소 간 최적 관계에서 외관이 결정되기 보다는, 부지의 형상에 따라 유연하게 변형된다. 상대적으로 도심 바깥에 위치하여 넓은 부지에 건설된 허브 물류센터는 보통 장방형의 평면을 띤다(그림 43). 그러나 도심형 물류센터의 경우 부지가 작아 고정적인 형태를 가지지 않는다. 이마트의 도심형 물류센터는 심지어 외피가 이미 결정되어 있는 상황에서 내용물이 들어서는 예를 보여준다. 그렇기에 도심형 물류센터에 한해서는 월마트의 슈퍼센터와 같이 형태가 존재하지 않는다.

그럼에도 위의 절에서 다루었듯, 기업의 각 물류센터 유형은 유사한 공간 배치 형태를 가진다. 기업마다 정해진 자동화 프로세스와 사용 설비는 입고에서부터 주문을 통한 출고를 위해 일정한 관계를 형성하고, 이는 여전히 물류센터가 내용물을 가지도록 한다. 단, 비좁은 외피에 의해 물류센터의 내부 요소의 배치는 위상적으로 변형될 수 있다. 내용물은 남았으나 형태를 잃은 도심형 물류센터는 더 이상 ‘The Content is the Form’이라고 불릴 수 없다.

a) 쿠팡 목천 허브 물류센터

b) 이마트 NE.O 001

<그림 43> 장방형의 평면을 갖는 허브 물류센터 (동일 축척)

Source: 네이버지도 항공뷰.

Lyster가 주장한 ‘Ground Rules’와 물류센터에서의 지면의 중요성 역시 허브 물류센터, 도심형 물류센터 유형을 거치며 의미가 퇴색된다. 도심에는 넓은 부지가 부족하기 때문에 물류센터는 풍경처럼 읽히던 넓은 면적을 덮는 형태에서 일상적인 건축물의 규모로 줄어든다. 또한 비좁거나 이미 정해진 외피 속에서 물류센터의 역할을 수행하기 위해 물품과 기계장비가 지면을 떠나 새로운 레이어를 만든다. 기존의 물류 센터가 적재공간의 사이 공간을 통해 적재와 집품이 일어났다면, 집품과 포장 공간 사이의 이동공간이 적재공간 상부에 중첩되어 나타나기도 한다(그림 44, 그림 45). 영국의 물류 스타트업 Ocado의 사례에서는 심지어 적재공간이 서로 간격 없이 수평 공간을 채우고, 이동공간이 그 위에 쌓여 두 공간이 완전히 수직적으로 분리된 배치를 가진다(그림 46).

<그림 44> 적재 공간과 천장으로 가로지르는 컨베이어

Source: 이마트 청계천점. 직접 촬영.

a) 집품된 물품을 수직으로 이동시키는 장비

b) 천장을 통해 포장 공간으로 운반시키는 컨베이어

<그림 45> 롯데마트 광교점 매장공간(적재공간)에 설치된 물류 설비

Source:

a) 강은영. (2020). 롯데마트, 2시간이내 배송하는 ‘바로배송’ 통했나. 한국일보

b) 추인영. (2020). 주문에→배달 1시간…롯데마트, 업계 최초 '바로배송' 도입. 중앙일보

또한, 온라인 전용 물류센터는 적층 혹은 지하의 공간을 이용하는 등 다양하게 확장하며 물류센터 후면부의 도크에 접안하는 트레일러[32]와 그것이 딛고 있는 지면의 상징성을 사라지게 한다. 대신 적층된 물류센터를 대변하는 거대한 램프 공간과, 지상에서 드나드는 출입구를 제외하고 지하에 숨겨진 접안공간이 이를 대신한다(그림 47). 지면에 비해 의미를 담지 못하던 익명적인 파사드는 램프를 둘러싸는 거대한 수직 벽이 되어 상징을 드러내기도 하고, 한편으로는 지하나 다른 건물 내부에 숨어 물리적인 형태를 잃어버리기도 한다. 그가 또 다른 특징으로 이야기했던 스마트 인터페이스로의 지면은 여전히 온라인 전용 물류센터에도 남아 있다. 그러나 Ocado의 스마트 플랫폼(Smart Platform)이나 지면 이외의 다양한 층을 지니기도 하는 여러 물류센터 사례를 볼 때(그림 46, 그림 47), 스마트 인터페이스는 더 이상 지면만이 갖는 있는 특수한 성질이라고 보기 어렵다.

위의 두 이론과 달리, Weick의 'Loosely Coupled System'은 온라인 물류센터를 포괄하여 물류센터 전반에 통용되는 특징인 것으로 보인다. 물류의 영역에서는 LeCavalier(2016)를 통해 언급되어 물류 산업의 특성에 대해 이야기하는 것에 그쳤으나, 이를 발전시켜 물류센터의 구축 논리를 설명하고자 한다.

위의 장에서 확인하였던 바와 같이 물류센터의 공간 배치는 허브 물류센터의 경우 일관성을 가지나, 도심형 물류센터는 취급하는 품목에 따라 차이를 갖고 있다. 그 중 큰 차이는 적재공간의 여부와 접안공간의 통합 여부였다.

[32] 온라인 전용 물류센터에서는 트레일러 외에도 트럭 및 일반 배송 차량 등이 접안 공간을 드나드나, 편의상 트레일러로 표기하였다.

<그림 46> Ocado의 OSP(Ocado Smart Platform) 이미지

Source: Tech Insider. (2018). Inside a warehouse where thousands of robots pack groceries. YouTube, from https://www.youtube.com/watch?v=4DKrcpa8Z_E&t=75s

a) 거대한 램프를 가진 적층형 쿠팡 부천2센터

b) 접안공간으로 지하 공간을 사용하는 홈플러스 풀필먼트 센터

<그림 47> 적층 방식 혹은 지하로 확장되는 물류센터 건축

Source:

a) 황태호. (2020). GS-쿠팡 참전… 택배시장 지각변동 예고. 중앙일보

b) 박준호. (2019). 베일 벗은 홈플러스 풀필먼트센터…마트를 물류거점으로. 중앙일보

쿠팡의 도심형 물류센터의 경우 적재공간을 가지는 대신 보조적재공간을 가지고 있으나, 이마트와 쿠팡 모두 서로 다른 적재공간 또는 보조적재공간 사이에는 이동공간의 형식으로 물리적인 완충지대가 존재한다는 점에서 공통적인 특징을 보인다. 쿠팡의 도심형 물류센터는 하차-포장해체를 위한 보조적재공간과 포장-상차를 위한 보조적재공간 사이에 이를 재분배하는 이동공간이 삽입되어 있으며, 이마트의 도심형 물류센터는 여유 재고 보관을 위한 보조적재공간이 서비스 공간에 위치하는 반면 적재공간이 매장공간으로 구분되어 있어 이 사이에 운반 카트를 통해 이동하는 영역이 삽입되어 있다. 허브 물류센터의 경우에도 하차-포장해체를 위한 보조적재공간, 주문을 기다리며 물품을 보관하는 주요 적재공간, 포장-상차를 위한 보조적재공간 사이에 자동화 설비를 통해 물품을 재분배하는 공간이 삽입되어 있다.

이러한 물류센터 내부 공간을 적재공간(및 보조적재공간)-재분배공간의 반복으로 바라본다면, 물류센터가 모두 동일한 형태를 지니고 있음을 확인할 수 있다. 여기서 주목할 것은 물류센터를 이루는 각각의 적재공간(및 보조적재공간)이 서로 다른 방식의 적재 특성을 가지고 있다는 점이다. 적재공간(및 보조적재공간) 사이에 삽입되어 있는 공간은 물품을 재분배하는 공간인데, 여기서 재분배하는 것은 물품들의 묶음의 방식이다. 포장 해체 후 재분배 과정에서는 각자의 공장이나 산지에서 올라온 물품 묶음을 배송 연계율이 높은 물품끼리 가깝게 혹은 아예 균질하게[33] 재분배한다. 집품 후 재분배 과정에서는 적재된 물품을 가까운 배송 지역 단위로 묶이도록 재분배한다. 따라서 각각의 적재공간(및 보조적재공간)은

[33] 랜덤 스토우(Random Stow) 방식. 성공적인 배송 예측 알고리즘이 없는 경우, 오히려 물품을 일정 단위로 묶어 랜덤하게 적재하는 것이 집품(피킹) 시간을 단축시킬 수 있어 활용된다.

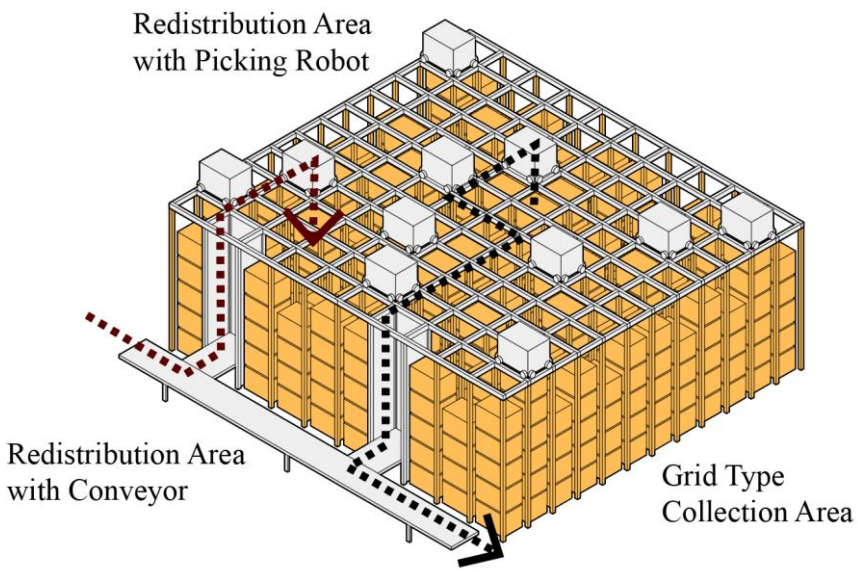
저마다의 규칙에 의해 물품을 묶어 두는 공간이라고 볼 수 있다(표 9). 적재공간과 보조적재공간은 서로 구분되는 정의를 가지고 있으므로, 앞으로는 이를 통합하는 공간을 위의 의미를 살려 집합공간이라고 부르고자 한다. 또한, 접안공간 역시 물류센터의 관점에서는 상차, 하차 영역의 보조적재공간의 묶음 규칙을 동일하게 따르므로, 해당 공간과 통합된 집합공간으로 볼 수 있다(그림 48).

물류센터 유형	세부 공간	물품 묶음 규칙
허브 물류센터	하차-포장해체 보조적재공간	생산 및 가공권역 유사성
	적재공간	배송 연계성 / 균질 적재
	상차-포장 보조적재공간	배송권역 유사성
도심형 물류센터 (신선식품 위주)	접안공간	상차시 : 생산 및 가공권역 유사성 / 하차시 : 배송권역 유사성
	재고 보관용 보조적재공간	적재공간 내 배치 위치 유사성
	적재공간	배송 연계성 / 품목 유사성
도심형 물류센터 (공산품 위주)	하차-포장해체 보조적재공간	배송권역 및 물품 규격 유사성
	상차-포장 보조적재공간	배송지 유사성

<표 9> 세부 공간에 따라 다양한 물품 묶음 규칙

<그림 48> 기존 물류센터 공간 분류와
Loosely Coupled System 관점에서의 물류센터 공간 분류

각각의 집합공간은 서로 다른 묶음 규칙을 가지고 있기 때문에 서로 불연속적이고 약한 관계를 가지고 있다. LeCavalier가 'Loosely Coupled System'의 예시로 들었던 바코드와 같이, 재분배공간은 이러한 불연속적인 집합공간을 연결하는 프로토콜의 역할을 한다. 이로 인해 생산공장에서의 출고 물품의 변화나 주문의 변화, 적재 공간의 묶음 규칙의 변화로 인한 집합공간의 변화에도, 전체 물류센터의 변경 없이 유연하게 대처가 가능하다. 앞서 보았던 Ocado의 스마트 플랫폼은 얼핏 공간들이 tightly coupled 된 것처럼 보이나, 이 역시 실제로는 하부의 그리드 적재 구조물인 집합공간과 상부의 로봇이 움직이며 집품 및 운반을 진행하는 재분배공간으로 구분되어 있다(그림 49).

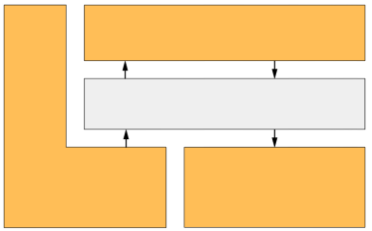
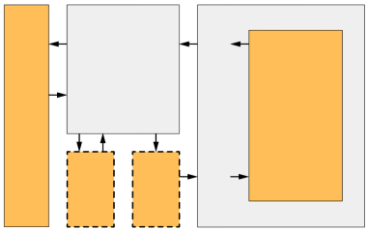
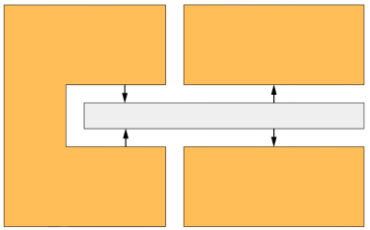
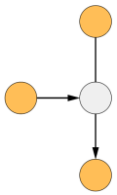
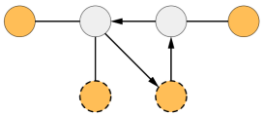


<그림 49> 집품공간과 재분배공간이 상하로 구분된
OSP(Ocado Smart Platform)

표 10은 온라인 전용 물류센터의 공간 특성에서 살펴 본 공간요소의 배치를 집합공간과 재분배공간의 분류에 맞추어 재구성하고, 집합공간과 재분배공간의 연결 관계를 다이어그램으로 표현한 것이다. 연결 관계 다이어그램 상의 화살표는 물류 흐름의 방향을 나타내며, 공간 사이에 물류의 흐름이 양방향인 경우는 화살표를 제거하여 표현하였다. 또한, 공산품을 주로 취급하는 도심형 물류센터의 공간 배치에서 두 개로 분할된 상차-포장 집합공간은 동일한 기능을 수행하므로 연결 관계 다이어그램에서 하나로 통합하여 표현하였다.

표 10의 공간요소 배치를 살펴보면, 모든 온라인 전용 물류센터 유형에서 집합공간과 재분배공간이 물류 흐름의 방향에 따라 번갈아가며 나타나는 것을 확인할 수 있다.[34] 뿐만 아니라, 집합공간은 각각의 묶음 규칙에 따라 분리된 공간으로 존재하지만 재분배공간은 통합되는 양상을 보인다. 이는 공간요소의 연결 관계 다이어그램을 보면 더욱 확실히 드러난다. 물류 흐름에서 서로 다른 과정에 있는 재분배행위가 동일한 공간에서 일어나며, 이 공간은 다수의 집합 공간과 연결되어 있다. 이러한 재분배공간의 특성은 단일한 구조를 가지면서도 여러 loosely coupled 된 요소들의 호환을 가능하게 하는 프로토콜의 특성과 맞닿아 있다.

[34] 예외적으로 신선식품을 취급하는 도심형 물류센터에서 두 개의 분리된 재분배공간이 물류 흐름 상에서 서로 연결되어 있으나, 이는 서비스 공간과 매장 공간의 구획에 의해 나타나는 것으로 기능적으로는 동일한 재분배 공간이다. 공간요소의 배치와 연결관계를 보다 세부적으로 드러내기 위해 연결 관계 다이어그램에서도 이를 두 개의 공간으로 분리하여 표현하였다.

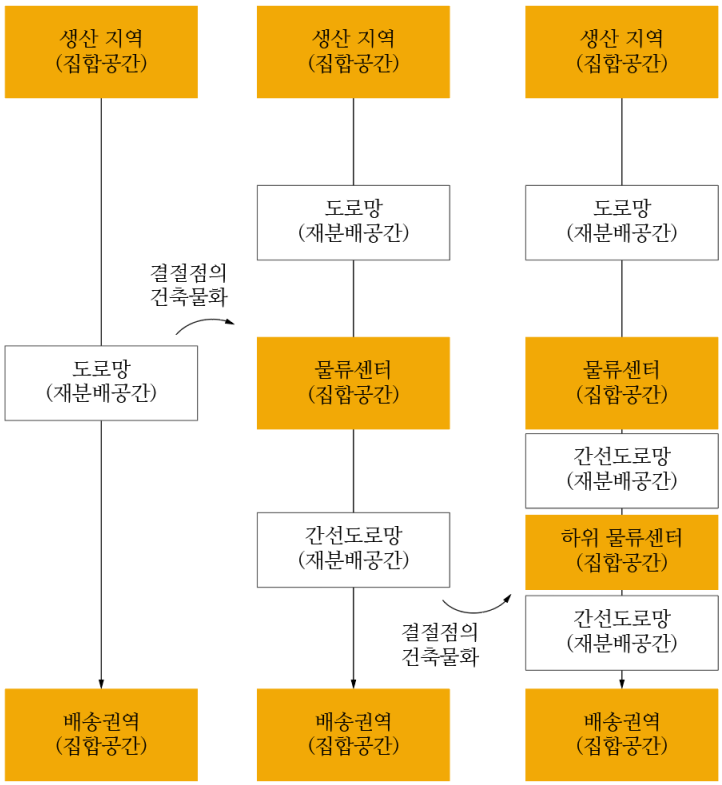
공간 특성	허브 물류센터	도심형 물류센터	
		신선식품 위주	공산품 위주
공간요소 배치			
공간요소 연결 관계 다이어그램			

공간 배치 – ■ : 집합공간, □ : 재분배공간, ⬚ : 생략 가능

<표 10> 집합공간과 재분배공간을 통해 바라본
온라인 전용 물류센터의 공간 배치 및 연결 관계

개별 물류센터의 내부 공간뿐만 아니라, 물류센터 위계 간 관계 역시 'Loosely Coupled System' 의 측면에서 바라볼 수 있다. 물류는 공간적, 시간적으로 떨어져 있는 영역으로 물품을 운송시키며, 필연적으로 생산지 단위로 묶인 물품들을 배송 묶음 단위로 재분배하는 과정이 필요하다. 이러한 재분배 과정의 결절점이 건축물로 만들어진 것을 물류센터라고 볼 수 있다. 따라서 물류센터는 도시적 관점에서 생산 지역과 배송 권역이라는 거대한 집합 공간 사이의 중간 단계인 묶음 규칙을 갖는 새로운 집합공간이다. 여기서 재분배 공간은 앞서 LeCavalier(2016)가 예시로 든 바와 같이 트레일러가 되며, 넓게는 트레일러가 이동하는 도로 네트워크라고 볼 수 있다. 개별 물류센터에서의 통합된 재분배공간과 유사하게, 도시적 관점에서의 재분배공간인 도로 네트워크 역시 재분배과정[35]별로 구획된 것이 아니라 하나의 통합된 도시 조직으로 나타난다(그림 50).

[35] 생산 지역과 물류센터, 물류센터와 배송 권역, 또는 허브 물류센터와 도심형 물류센터 사이에서의 운송 과정 등을 의미한다.



<그림 50> 도시적 관점에서 Loosely Coupled System으로서의 물류 네트워크

제 5 절 소　결

본 장에서는 온라인 물류센터의 공간 특성을 사용 설비와 공간 배치의 측면에서 분석하였다. 분석 결과 허브 물류센터는 오프라인 물류센터와 유사한 공간 배치를 가지고 있으나 상대적으로 자동화가 더욱 진행되어 있었다. 도심형 물류센터는 허브 물류센터와 달리 일부 공간이 생략되거나 추가되어 배치 형태가 변형되었고, 취급 품목에 따라 큰 차이를 보였다.

허브 물류센터의 공간은 취급 물품에 대부분 영향을 받지 않는 것으로 나타났으나, 적재공간의 경우 신선식품 위주의 물류센터가 공산품 위주의 물류센터에 비해 더 밀도 있고 자동화가 많이 이루어졌음을 확인하였다. 도심형 물류센터의 경우, 신선식품 위주의 물류센터는 접안공간이 통합되어 있으며, 독립적인 적재공간과 이를 순환하는 이동공간을 가지고 있었다. 또한, 자동분류장치가 구축되어 있으며, 배송을 위한 보조적재공간은 생략되어 있었다. 반면, 공산품을 주로 취급하는 물류센터는 분리된 접안공간을 가지고 있었으며, 적재공간이 없는 대신 배송을 위한 보조적재공간을 가지고 있었다.

다음으로 2장에서 보았던 물류센터에 관한 건축 이론이 온라인 물류센터에서도 유효하게 적용되는지 확인하였다. 분석 결과 LeCavalier가 주장하였던 ‘The Content is the Form’의 개념과 Lyster가 주장한 ‘Ground Rule’은 온라인 전용 물류센터, 특히 도심형 물류센터에는 더 이상 적용되지 않았다. 반면, Weick의 ‘Loosely Coupled System’의 개념은 도심형 물류센터를 포함한 물류센터 전반을 설명하는데 유효한 것으로 확인되었다.

제 5 장 결 론

제 1 절 결 론

이커머스 기업의 배송시간 및 배송권역 경쟁은 기존의 대형화된 허브 물류센터의 증설뿐만 아니라 도심 내에 위치하는 새로운 유형의 물류센터를 만들어냈다. 최근 유통기업 간 신선식품 배송 경쟁이 점화되어 신규 온라인 전용 물류센터 구축이 가속되고 있다. 본 연구에서는 온라인 전용 물류센터의 입지 및 공간 특성을 분석하고, 이를 통해 물류센터 전반을 설명하는 구축 논리를 발견하고자 하였다.

먼저, 새로운 유형의 물류센터를 도심 가까이에서 마지막 환적을 담당하고 서로 인접한 도시에 한정하여 배송하는 소형 물류센터로 정의하여, 허브 물류센터와 구분하였다. 또한, 도심형 물류센터의 경우 적재공간이 필수적이지 않으며, 대신 일시적인 보관을 위한 공간이 존재함을 확인하였다. 이를 분석에 반영하기 위해 보조적재공간을 추가로 정의하여 물류센터의 공간요소를 적재공간, 보조적재공간, 이동공간, 접안공간으로 구분하였다.

입지 특성의 경우 온라인 전용 물류센터는 전반적으로 도심 가까이 위치하는 경향이 있었으나, 주요 취급 품목에 따라 차이를 보였다. 신선식품을 주로 취급하는 물류센터는 도심지에 상대적으로 가까이 위치하고 있었으며, 개별 배송권역이 상대적으로 작고 분산되어 있었다. 또한, 신선식품을 주로 취급하는 물류센터의 입지는 배송권역 내부에 위치하거나 오히려 배송권역보다 도심지에 가까이 위치하였다. 이러한

특성은 신선도 유지를 위해 배송권역에 가까운 곳에 입지하는 것이 물류비 감축보다 중요했기 때문으로 보인다. AHP를 이용한 선행연구를 통해서도 신선식품을 취급하는 물류센터의 입지 특성에 소비 요인이 중요하게 작용함을 확인하였고, 이마트의 서울시 배송권역의 배치를 분석하여 소비지 중심 이론인 Christaller의 중심지 이론 중 시장원리에 따른 배치와 유사함을 발견하였다. 이러한 물류센터는 허브 물류센터와 도심형 물류센터를 구분하지 않고 최종 적환지의 역할을 담당하고 있어, 여러 적환지를 거쳐 배송되는 공산품 위주의 물류센터와 차이를 보였다.

이를 종합할 때, 공산품 위주의 물류센터의 입지 특성이 신선식품을 주로 취급하는 온라인 전용 물류센터와 일반 오프라인 물류센터 중간의 특성을 보이고 있었다. 이를 통해 물류센터 유형에 따른 입지 특성의 변화 방향을 짐작할 수는 있었으나, 물류센터 전체가 통일된 입지 특성을 가진다고 보기는 어렵다.

허브 물류센터의 공간은 취급 물품에 대부분 영향을 받지 않는 것으로 나타났으나, 적재공간의 경우 신선식품 위주의 물류센터가 더 밀도 있고 자동화가 많이 이루어졌음을 확인하였다. 도심형 물류센터의 경우 신선식품 위주의 물류센터는 접안공간이 통합되어 있으며, 독립적인 적재공간과 이를 순환하는 이동공간을 가지고 있었다. 또한, 배송 효율을 높이기 위해 자동분류장치가 구축되어 있으며, 상온 노출을 최소화하기 위해 배송을 위한 보조적재공간이 생략된 것을 확인할 수 있었다. 오프라인 물류센터와 온라인 전용 허브 물류센터는 공간 배치 측면에서 유사성을 보였으나, 도심형 물류센터는 다른 물류센터 유형과 유사성을 띠지 않는다.

이러한 도심형 물류센터의 이질성은 건축 이론을 적용함에서도

발생한다. 도심형 물류센터는 LeCavalier의 ‘The Content is the Form’을 만족하기 보다는 ‘Content but No Form’인 슈퍼센터에 더욱 가깝다. 또한 비좁은 부지로 인해 Lyster의 ‘Ground Rules’ 역시 따르지 않는 것으로 나타난다. 그러나 Weick의 ‘Loose Coupling System’은 도심형 물류센터를 포함하여 물류센터 전반이 공유하고 있는 특성인 것으로 확인되었다. 물류센터는 서로 다른 세부 공간요소의 배치에서도 동일하게 집합공간과 이를 연결하는 재분배공간이 반복되는 구조를 지니고 있으며, 개개의 집합공간은 서로 불연속적이며 loosely coupled 되어 있고, 재분배공간을 통해 연결되어 있다. 이러한 특성은 물류센터의 내부 공간뿐만 아니라, 도시적 관점에서 물류센터 네트워크의 구조를 설명하기도 한다.

최근 공산품을 주로 취급하던 기업이 품목을 늘리며 본격적으로 신선식품으로 서비스 영역을 확대하려는 움직임을 보이고 있다. 쿠팡은 신선식품 물류센터를 지속적으로 설립하려는 계획이 있으며, 네이버는 최근 CJ대한통운과 협력하여 신선식품 물류센터를 신설하였다.[36] 신선식품을 위주로 배송하던 이마트 등의 기업 역시 서비스를 강화할 것이므로, 향후 신선식품을 위한 도심 내 물류센터 구축이 가속화될 것으로 예상된다. 이러한 흐름 속에서 물류센터의 입지 및 공간 특성은 계속해서 변화를 겪고 있다. 그럼에도 불구하고 물류센터는 ‘독립적인 집합공간과 그 사이를 연결하는 재분배공간의 조합’이라는 구축 논리를 계속해서 유지하고 있다. 도시적 관점에서, 물류센터는 마치 바코드와 같이 생산 지역과 배송권역을 연결하는 하나의 프로토콜이다. 동시에 물류센터는 그 자체로 물품들의 묶음 규칙을 지니는 집합공간이다. 물류센터의 다양한 입지와 공간 특성은 이러한

[36] 박한신, 박동휘. (2021). 핫한 '콜드체인' 전쟁…그래도 超신선식품은 '유통 빅3'가 앞서. 한경경제

구축 논리가 이커머스나 신선식품의 특징에 의해 서로 다르게 구체화된 결과인 것으로 볼 수 있다. 결국 물류센터는 프로토콜로서의 재분배공간이자, 집합공간이자, 여러 위계의 ‘Loosely Coupled System’ 이 중첩되어 건축물로 만들어진 형태이다.

제 2 절 연구의 한계 및 의의

본 연구에서는 건축 분야에서 많이 다루어지지 않았던 물류센터 건축에 대해 입지 및 공간 특성을 분석하여 이해를 높였고, 미국의 오프라인 물류센터를 중심으로 전개되었던 기존의 물류센터 건축 이론을 국내의 온라인 전용 물류센터에 대입하여 재검토하였다. 또한 Weick의 'Loosely Coupled System' 이론을 이용하여 온라인 전용 물류센터를 포괄하는 물류센터의 건축적 특성과 구축 논리를 발견하였다는 데에 의의가 있다.

그러나 물류센터는 기업의 보안시설이므로, 도면 자료를 통한 구체적인 내부 공간의 치수를 분석에 반영할 수 없었다. 따라서 공간 간의 배치관계나, 사진 및 영상자료를 통해 확인할 수 있는 특성을 중심으로 분석하였다. 각 공간요소의 면적 비율의 변화나, 접안공간의 건축 디테일 등의 건축적인 분석이 진행되지 못한 점에서 다소 아쉬운 부분이 있다.

다음으로, 물류센터 건축 이론의 재검토 및 집합공간과 재분배공간을 이용한 물류센터의 구축 논리 발견이 국내 물류센터를 중심으로 한 분석에 근거하였다는 데에 한계가 있다. 대한민국의 경우 인구 밀도가 높고 도심 인근의 대규모 유휴부지가 부족하여 넓은 대지에 물류센터가 입지하는 미국의 물류센터와 대비된다. 이로 인해 미국의 오프라인 물류센터를 기반으로 전개된 물류센터 건축 이론과 국내 물류센터 사례가 두드러지게 차이를 보였을 것으로 예상된다. 따라서 기존의 물류센터 건축 이론의 부정합의 원인이 온라인 전용 물류센터의 특성인 것인지 국내 물류센터의 특성인 것인지에 대한 모호함이 존재한다. 국내 오프라인 물류센터의 경우 기존 건축 이론을 따르는 것으로 확인되나, 이를 보다 명확히 하기 위해서는

미국의 온라인 전용 물류센터에 대한 분석이 추가로 필요하다. 또한, 물류센터의 공통적인 건축 특성 분석을 위해서 미국과 대한민국 뿐만 아니라 다른 해외의 물류센터에 대한 향후 연구도 필요하다.

본 연구에서 대상으로 한 허브 물류센터와 주요 이커머스 기업의 도심형 물류센터 뿐만 아니라, 건물의 한 호실을 임차하는 수준의 소규모 물류센터 역시 나타나며 물류센터의 외연은 확장되어 가고 있다. 이렇게 등장하는 신생 물류센터를 도심형 물류센터로 분류할 수 있는지, 그렇다면 기존의 이론이 신생 물류센터를 포괄하는지에 대한 연구 역시 필요할 것으로 보인다. 이러한 부분들에 대해 추후의 연구에서 다루어지기를 기대하며, 건축 분야에서 물류센터에 대한 지속적인 논의가 이루어지기를 바라는 바이다.

참고 문헌

1. 김기정. (2021). 이마트, 이베이코리아 3조4400억에 인수. 매일경제, from https://www.mk.co.kr/news/business/view/2021/06/612784/

2. 김동준. (2018). 신세계 이커머스 본부가 '혐오시설'된 썰. CLO Magazine, from https://clomag.co.kr/article/2955

3. 김민수, 전진호. (2014). 이마트의 기업 활동과 경영전략. 경영사학, 29(1), 93-119

4. 김병관 외. (2021). 경기도 물류단지 효율적 배치를 위한 조세제도 개선방안 연구. 수원시, 경기연구원

5. 김수하. (2020). 온라인 기반 상업 유통구조의 도시 공간적 특성 연구 : 신선식품 온라인 유통 플랫폼을 중심으로. 석사학위논문, 서울대학교

6. 김태현, 송상화. (2021). 온라인 주문 풀필먼트를 위한 물류센터 피킹 설비 최적화에 대한 연구. 한국전자거래학회지, 26(1), 67-78

7. 김태현, 윤승진, 송상화. (2020). 라스트마일 배송을 위한 도심 물류 네트워크 설계: 서울시 사례 연구. 한국 SCM 학회지, 20(1), 110-120

8. 류강민, 이시정. (2020). 물류센터 입지에 관한 짧은 이야기. IGIS Research Center

9. 박정현, 김동명, 여기태. (2019). 유통물류센터의 최적 보관면적 산출 방법에 관한 연구. 디지털융복합연구, 17(7), 59-71

10. 박정현, 오재균, 김동명, 여기태. (2019). 4차 산업혁명시대의 스마트 유통물류센터 구축방향에 관한 연구. 디지털융복합연구, 17(2), 59-71

11. 박종대, 서현정. (2021). 로켓배송은 어디서 날아왔을까 - 컨슈머 시장 변동의 원천 제1편: 온라인화. 하나금융투자 리서치센터

12. 박진희, 문하연. (2016). 전자상거래 환경을 고려한 위계별 물류시설의 최적 입지 선정에 관한 연구 - 예측배송시스템 관점에서 -. 로지스틱스 연구, 24(4), 41-57

13. 박한신, 박동휘. (2021). 핫한 '콜드체인' 전쟁…그래도 超신선식품은 '유통 빅3'가 앞서. 한경경제

14. 선일석, 이원동. (2016). 물류센터에서의 효율적인 운반장비 배치를 위한 시뮬레이션 분석. 물류학회지, 26(5), 93-100

15. 송재길, 방완혁, 송상화. (2016). 지역거점물류센터 입지선정에 관한 연구 : 아시아 지역 허브 공항을 중심으로. 산업경영시스템학회지, 39(2), 103-112

16. 신재영, 박형준, 김환성. (2016). 물류센터 내 이동랙의 최적 관리를 위한 알고리즘 개발. 한국 SCM 학회지, 16(2), 1-10

17. 양광모. (2011). AHP를 활용한 물류센터 입지 선정 요인 분석에 관한 연구. 대한안전경영과학회지, 13(2), 129-135

18. 엄지용. (2020). “물류센터는 커지면서 작아진다”. Byline Network, from https://byline.network/2020/07/02-31/

19. 오성록, 김연진, 차주일, 이홍철. (2011). GIS와 GOSST를 이용한

물류센터의 입지선정에 관한 연구. JITAM, 18(4), 81-93

20. 오세영. (2019). 물류센터 내에서의 다수 로봇 경로 최적화. 서울대학교

21. 오원진, 김혜린. (2021). Market Insight 물류 부동산 시장. 이지스 리서치 센터

22. 우태희, Bach, S. (2015). GRA를 이용한 물류센터 입지선정문제. 산업경영시스템학회지, 38(2), 82-90

23. 유강철 외. (2010). Pick to Light 오더피킹시스템의 존 배치 방법이 피킹 생산성에 미치는 영향. 대한안전경영과학회지, 12(3), 207-214

24. 이남승. (2020). 물류센터 투자측면에서 입지선정 및 임대료 결정에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 부동산분석, 6(3), 35-68

25. 이민규, 박진희. (2016). 도심형 집배송센터와 자전거를 활용한 단말물류 효율화 방안의 기대효과에 관한 연구. 물류학회지, 26(3), 15-24

26. 이재호, 윤정호, 여기태. (2017). 수도권 임대 물류센터 입주 선정요인에 관한 연구. 해운물류연구, 33(1), 215-231

27. 임석회. (1998). 크리스탈러의 중심지이론. 국토, 199(0), 80-85

28. 정석재, 한재현. (2013). 네트워크 재구축을 통한 물류 프로세스 개선 사례 연구. 로지스틱스 연구, 21(2), 17-30

29. 조용현. (2020). 자동화, 대형화로 인한 물류센터의 건축적 변화에 대한 고찰 - 쿠팡, 이마트, Amazon 물류센터를 중심으로 -. 석사학위논문, 서울대학교

30. 천영선, 박정섭. (2017). AHP기법을 이용한 글로벌 콜드체인 물류허브 입지선정요인에 관한 연구 – 신선식품을 중심으로 –. 물류학회지, 27(6), 59-70

31. 형기주. (1997). 알프레드 베버의 공업입지론. 국토, 187(0), 88-93

32. Abrams, K. (2021). Global Ecommerce Forecast 2021. eMarketer, from https://www.emarketer.com/content/global-ecommerce-forecast-2021

33. Browne, M., Allen, J., & Leonardi, J. (2011). Evaluating the use of an urban consolidation centre and electric vehicles in central London. IATSS Research, 35(1), 1-6

34. Christaller, W. (1966). Central Places in Southern Germany (Baskin, C., Trans.). 1st ed., New Jersey, Prentice-Hall, Inc. (Original work published 1933)

35. Harrington, T., Srai, J., Kumar, M., & Wohlrab, J. (2016). Identifying design criteria for urban system 'last-mile' solutions – a multi-stakeholder perspective. Production Planning and Control, 27(6), 456-476

36. LeCavalier, J. (2016). The rule of logistics. 1st ed., London, University of Minnesota Press.

37. LeCavalier, J. (2018). New Interfaces in the Automated Landscapes of Logistics. Delft Architecture Theory Journal, 12(2), 105-113

38. Lyster, C. (2016). Learning from logistics: How networks change out cities. Digital original ed., Basel, Birkhäuser.

39. Lyster, C. (2018). Territories of Equivalence: Objects of the Logistical Apparatus. Delft Architecture Theory Journal, 12(2), 25-36

40. Papamattheakis, G. (2018). The Floor Is Not the Ground: Ecologies of Interruptions in Transportation Infrastructure. Delft Architecture Theory Journal, 12(2), 7-23

41. SGG.COM. (2021). SSG닷컴, 이마트 이천점 PP센터 확장 물류 네트워크 강화 '승부수'. 신세계그룹 뉴스룸, from https://www.shinsegaegroupnewsroom.com/70429/

42. Weick, K. (1976). Educational Organizations as Loosely Coupled Systems. Administrative Science Quarterly, 21(1), 1-19

43. 법제처, 법률 제17549호『물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률』, (시행 2021. 4. 21.).

44. 법제처, 국토교통부고시 제2016-182호『기업물류비 산정지침』, (시행 2016. 4. 7.).

Abstract

An Analysis of Location and Spatial Characteristics of Online Logistics Center

-Focused on E-mart, and Coupang-

Kim Changyong

Advised by Prof. Zo Hangman

Department of Architecture & Architectural Engineering

The Graduate School, Seoul National University

Recently, due to the steady growth of the e-commerce market, many companies are reinforcing their online distribution networks, and attempts to increase their market share by shortening delivery time and expanding shipping areas. As a result, a new type of distribution center called 'urban distribution center' has emerged, as well as the expansion of hub distribution center. Logistics centers is expected to be constructed throughout the city, and become a daily building type in the city in the near future.

However, there are not many architectural studies in logistics center, and no discussion about the emerging online logistics center. With the construction of logistics center in the city center, various architectural studies on the effect of the logistics center to the city can be discussed. But it is too early to discuss the effect, as it has not been long since the city logistics center was emerged. Rather, it is necessary to understand and analyze the online logistics center itself before discussing future effect. This paper analyzes the location and spatial characteristics of online logistics centers, and confirm whether the existing architectural theories of logistics centers are valid in online logistics centers too. Furthermore, this paper discovers spatial characteristics or construction logic that encompasses all the types of logistics centers, including city logistics centers.

Naver, E-Mart, and Coupang are the top three companies in e-commerce market. However, these three companies take different strategies in the e-commerce business. Naver mainly constructed open market that connects sellers and buyers rather than its own sales and delivery. Thus, Naver has a relatively few owning logistics centers. E-Mart and Coupang have a number of logistics centers, but they differ in major handling items. E-Mart mainly distributes fresh food that has been built since its offline business. Coupang differentiates itself around industrial products that have many types of goods. Although several companies' logistics centers were used in

this paper, the analysis was focused on E-mart and Coupang, which are at the forefront of the e-commerce market and have constructed urban logistics centers as well as hub logistics centers.

First, in order to distinguish between newly emerged type and existing type of distribution centers, this paper defined them as urban distribution centers and hub distribution centers, respectively. In urban distribution centers, the inventory area is not essential, but there is a space for temporary storage instead. In order to reflect this in the analysis, sub-inventory area was additionally defined, thus the spatial elements of the logistics center were divided into inventory area, sub-inventory area, moving area, and loading area.

Secondly, it analyzed the difference in location characteristics according to the major handling items. As a result, the logistics centers that mainly handle fresh food were relatively close to city centers, and individual shipping areas were small and distributed. In addition, the location of logistics center was located inside shipping area or closer to the city center than the shipping area. On the other hand, logistics centers of companies that mainly handle industrial products were located far from the city center outside the delivery area, and individual shipping areas were big and integrated with each other. In addition, the fresh food-oriented logistics center plays a role of a final replotting area without distinguishing hub logistics center urban logistics center. The industrial product-oriented logistics center delivered through various replotting centers.

And then, it analyzed the difference in spatial characteristics according to the major handling items. It was found that the space of the hub logistics center was not affected by mainly handling items, but in the case of the inventory area, the fresh food-oriented logistics center was denser and more automated than the industrial product-oriented logistics center. In the case of urban distribution centers, fresh food-oriented logistics centers have integrated loading area, individual inventory spaces, and moving area circulating the inventory area. In addition, automatic sorter was installed, but sub-inventory area for shipping were omitted. On the other hand, the logistics center, which mainly handles industrial products, had a separate loading area. And instead of inventory area, it had sub-inventory area for shipping.

In the case of architectural theory, this paper confirmed that the theory as 'The Content is the Form' by LeCavalier and the 'Ground Rule' by Lyster no longer apply to online logistics centers, especially urban distribution centers. On the other hand, the 'Loosely Coupled System' by Weick was effectively applied to city logistics centers. In this paper, LeCavalier's perspective on the 'Loosely Coupled System' which was made on the naive logistics system, was slightly modified in the form of space to explain the logistics center. The logistics center is constructed as a combination of collection spaces that binds and stores goods according to their own rules, and redistribution spaces that connects each collection space. And it has been

confirmed that the characteristics encompass not only existing offline logistics centers but also the emerging distribution centers.

Keywords : Logistics Center, E-commerce, Distribution,
E-mart, Coupang, Construction Logic
Student Number : 2020-22207