

시스템다이내믹스를 활용한 수입 자동차 소모품 출고예측에 관한 연구 - A 수입 자동차 부품 물류센터를 중심으로

박병준¹, 여기태^{2*}

¹인천대학교 동북아물류대학원 박사과정, ²인천대학교 동북아물류대학원 교수

Research on Prediction of Consumable Release of Imported Automobile Utilizing System Dynamics – Focusing on Logistics Center of A Imported Automobile Part

Byooung-Jun Park¹, Gi-Tae Yeo^{2*}

¹Graduate School of Logistics, Incheon National University, Doctor's Degree student

²Graduate School of Logistics, Incheon National University, Professor

요 약 국내 수입차량 판매 증가에도 불구하고 부품 물류센터의 판매 예측에 관한 연구는 매우 부족한 현실이다. 이러한 측면에서 본 연구는 부품 물류센터의 상위 판매 상품에 대한 판매 예측을 수행 하는 것을 연구의 목적으로 한다. 연구는 판매 예측에 대한 동적특성과 영향을 주는 변수의 인과관계 및 피드백 루프를 고려할 수 있는 시스템 다이내믹스 방법론을 도입하였다. 연구결과 'Oil'의 경우 시간이 지날수록 소모품 판매 수량이 증가하는 패턴을 보이고, MAPE를 실시한 결과 31.3%의 합리적 예측모델로 평가되었다. 상품 'Battery'의 경우 실제 데이터와 예측 데이터 모두 매년 10월을 기점으로 판매가 증가하여 12월에서 가장 높은 판매를 보이고 다음해 2월부터 감소하는 계절성 판매패턴을 보였다. 본 연구는 기존 연구에는 존재하지 않았던 특정 수입 자동차 부품 물류센터의 실제 데이터를 확보하고, 시스템 다이내믹스를 통하여 미래 판매 물동량 예측을 정량적으로 분석하여 제시하였다는 점에서 학문적 시사점을 갖는다.

주제어 : 수입자동차, 부품 물류센터, 물동량, 판매예측, 시스템 다이내믹스

Abstract Despite the increase in sales of imported vehicles in Korea, research on the sales forecast of parts logistics centers is very limited. This study aims to perform a sales prediction on bestselling goods in the automobile part logistics center. System dynamics was adopted as a methodology for the prediction method, which considered causal relationship of variables that affected the dynamic characteristics and feedback loops. The analysis results showed that the consumable sales amount of oil increased over time. As a result of conducting the MAPE, the model was assessed to be a reasonable predictive model of 31.3%. In addition, the sales of battery products increased from every October in both of actual and predicted data followed by the peak sales in December and then decrease from next February. This study has academic implications that it secured actual data of specific imported automobile part logistics center, which has not done before in previous studies and quantitatively analyzed the prediction of the quantity of released goods of future sales through system dynamics.

Key Words : Imported Automobile, Parts Logistics Center, Volume of Goods, Sales Forecast, System Dynamics

*This research was supported by the 4th Educational Training Program for the Shipping, Port and Logistics from the Ministry of Oceans and Fisheries.

*Corresponding Author : Gi-Tae Yeo(ktyeo@inu.ac.kr)

Received August 12, 2020

Accepted January 20, 2021

Revised October 14, 2020

Published January 28, 2021

1. 서론

자동차 산업은 완성차 업체와 부품업체의 수직 계열화된 사업 구조를 보이고 있으며 기계, 철강 등의 기존 산업뿐만 아니라 바이오, 에너지, 환경 기술, 정보 등 여러 산업에 영향을 주는 국가의 기간산업이다. 이와 함께 자동차는 개인 또는 법인이 보유하는 고가품으로 경기 상황에 민감하며 자동차의 판매 대수는 경기 상황을 판단하는 중요 지표가 될 수 있다. 2017년 기준 세계 자동차 판매 시장은 약 9,700 만대로 성장 하였으며 국내 시장은 약 160만대 규모를 보였다.

국내의 수입 자동차 판매는 2010년 90,562 대로 전체 자동차 판매에서 점유율 6.92%를 차지하였고 2019년 244,780 대 판매로 전체 자동차 판매에서 점유율 15.93%로 상승 하였다. 이와 같이 지속적으로 수입 차량의 판매가 증가함에 따라 더불어 자동차 부품 물류 센터의 입지와 물류센터 운영의 효율성이 대두 되고 있다. 부품 물류 센터의 취급 상품은 SKU (Stock Keeping Unit) 기준으로 38,000 가지 이상 보유 하고 관리해야 한다. 각각의 SKU는 자동차 수리에 필수적인 상품이며 신차가 출고 되고 10년 간 정기적인 수리를 해야 하기에 물류센터의 부품 수는 점점 증가 하는 추세이다. 부품 물류센터의 전체적인 상품의 구성은 크게 웬더, 커버, 범퍼, 헤드램프, 후드, 브레이크 라이닝, 사이드 판넬, 기타 소모품 등 다양하며 이중에서 가장 많이 소모 되는 부품의 2가지 상품군을 연구 선정하여 판매 수요예측을 하고자 한다. 이와 같은 수요 예측을 통하여 부품 물류센터에서는 재고 관리, 고정 지입 차량의 증차 여부, 물류센터의 크기 및 위치 선정, 인원 배정, 장비 사용에 있어 전략적인 운영을 할 수 있다. 이러한 부품 물류센터의 수요 예측의 중요성에도 불구하고 부품 물류센터의 대한 연구는 생산성 증가에 대한 연구[1], 물류 프로세스 장애 요인 개선[2], 부품 물류 센터의 포장 단위에 비용 분석[3]등에 관한 연구가 주로 이루어졌으며 부품 물류센터의 상품군의 판매 예측에 대한 연구는 매우 부족한 현실이다. 이러한 측면에서 본 연구는 시스템 다이내믹스를 통하여 부품 물류센터의 판매 예측 모델을 구축하고 물류센터 확장성과 인원 관리, 효율적인 장비 운영 등에 대한 전략을 세울 수 있는 모델을 제시하는 점에서 기존의 선행연구와는 차별성이 있다.

본 연구는 부품 물류 센터의 가장 중요한 요인으로 판단되는 딜러 판매 예측에 대하여 초점을 맞추고, 그중 전체 판매량의 22%를 차지하는 소모품을 분석하여 물류센

터의 운영 및 비용 관련 발전 전략을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 연구대상의 동적특성과 영향을 주는 변수의 인과관계 및 피드백 루프를 고려하는 시스템 다이내믹스 방법론을 도입하였고 타당성을 검증하기 위해 평균 절대 백분율 오차로 검증 하였다.

본 연구는 총 5장으로 구성되어 있으며, 1장에서는 연구의 배경과 목적, 2장에서는 국내 수입 자동차 현황과 연구 대상인 A사 부품 물류 센터에 대한 현황을 분석 하였다. 3장에서는 자동차 물류와 시스템 다이내믹스 관련 선행 연구를 제시하며, 4장에서는 시스템 다이내믹스에 대한 연구 방법론과 분석결과를 도출하고 마지막으로 5장에서는 연구결과 및 시사점을 제시하며 마무리한다.

2. 현황 분석

2.1 국내 수입 자동차 판매 현황

2019년 국내 자동차 시장의 판매총액은 59조원을 넘었으며, 이중 28%인 16조 53백억은 수입 자동차 판매 금액이다. 국내 소비의 차별화, 고급화가 확산되면서 국내 자동차 생산도 고부가가치로 전환되고 있고, 2019년 국내 자동차 평균 판매가격은 3천 290만으로 확인된다. 국산차의 경우 2010년 1,217,764대에서 2019년 1,291,935대로 6.09% 증가한 반면 수입 자동차는 2010년 90,562대에서 2019년 244,780대로 170.29%의 폭발적인 증가를 보이고 있다. 2019년 수입 자동차의 판매 가격은 평균 6천만원으로 이는 국산차의 2배에 해당하는 가격이다. 판매별로는 독일 수입 자동차 회사가 전체 수입차 판매금액의 62.8%로 1위를 하였으며, 2위는 미국, 3위는 일본 순으로 판매되었다[4,5]. 최근 10년간 판매된 국산차와 수입차의 현황은 Table 1과 같다.

Table 1. Car sales status.

Year	DOMESTIC	IMPORTED	
	SALES(A)	SALES(B)	M/S
2010	1,217,764	90,562	6.92%
2011	1,211,284	105,037	7.98%
2012	1,175,891	130,858	10.01%
2013	1,137,027	156,497	12.10%
2014	1,213,943	196,359	13.92%
2015	1,326,776	243,900	15.53%
2016	1,343,379	225,279	14.36%

2017	1,296,904	233,088	15.23%
2018	1,297,937	260,705	16.73%
2019	1,291,935	244,780	15.93%

이와 같이 수입 자동차 판매가 증가함에 따라 수입 자동차 판매 1위인 벤츠 코리아는 경기도 안성에 2014년 520억을 투자하여 부품 물류센터를 건립하였으며 2019년 8월에 350억원을 추가하여 30500m²의 부품 물류센터를 구축하였다. 부품 물류센터에서 운영하는 SKU도 5만 여종으로 확대되었다[6]. 역시 같은 독일 수입차 판매 회사인 BMW 코리아도 경기도 안성에 2017년 5월에 1,300억원을 투입하여 57,100m²의 부품 물류 센터를 건립하였으며 SKU는 86,000 여종을 운영 하고 있다[7].

2.2 A사 수입 자동차 부품 물류센터 현황

아우디폭스바겐코리아는 2004년 7월 국내에 설립 하였으며 총 4개의 브랜드 차량을 수입판매 유지보수 하는 업체이다. 2019년 전국에 78개의 서비스 센터와 1개의 A/S 부품 물류센터를 운영 중이며, 2019년도 매출액은 1조 2012억으로 2018년 매출액 1조 1271억 대비 6.6% 증가 하여 수입 자동차 상위를 유지하고 있다[8]. 부품 물류센터에 입고되는 상품은 부산항, 인천공항을 통해 통관 후 입고되며, 입고 된 상품은 검수, 상품화 작업등을 걸쳐 지정장소에 보관된다. 이후 전국의 딜러사로부터 PO (Purchase Order)를 받아 해당 부품에 대해 피킹, 팩킹 작업을 걸쳐 지입 차량 통해 출고 된다. A사는 부품 물류센터를 18,000m² 운영하며 38,000 SKU을 재고관리 하고 있다. 2019년 말 기준 A사 현황은 Table 2와 같다.

Table 2. Parts Logistics Center Status

Classification	End of 2019
Sales Value (Won)	1,201,235,939,059
No. of Brand	4
No. of Service center	78

3. 선행연구 고찰

3.1 자동차 물류 관련 선행연구

이진휘 외 2인(2011)은 자동차 부품 물류센터 작업을 개선하기 위해 오더 피킹 전략과 주문 배치전략을 제안

하였고, C사의 부품 물류 센터를 시뮬레이션 하였다. 기존 방식과 시간 차이를 분석하고 타당성을 검증하였다. 종합적으로 피킹 용량을 고려한 주문 배치와 고정된 라우팅을 운영하는 방식이 우수한 전략으로 입증되었으며, 두 가지 성과 지표를 동시에 충족 할 수 있는 전략 수립이 필요하다고 강조하였다[1].

방희석 외 1인(2014)은 자동차 부품 업체의 물류 프로세스 장애 요인이 자원 규모에 미치는 영향력을 파악하기 위하여 회귀분석을 통하여 검증하였다. 자동차 부품 업체의 프로세스 개선을 위해서는 타 부서와 업무 협력이 필수적으로 선행 되어야 한다고 분석하였다[2].

김병화 외 3인(2017)은 국내 중고 자동차 물류 단지 성공요인에 대한 연구를 실시하였다. 인천항 중고 자동차 운영에 영향을 미치는 다양한 변수요인을 Fuzzy -AHP 기법을 통하여 평가하였으며, 물류단지 비용이 가장 중요한 요인으로 도출되었다[9].

조성원 외 1인(2012)은 자동차 부품 업체의 자원기반 이론에 근거하여 물류 자원, 물류 성과, 능력에 대해 연구하였으며, 회수물류의 정보 능력을 높이기 위해서는 전문 인력과 정보 네트워크 구축이 선행되어야 한다고 분석하였다. 또한 회수 물류에서는 유형적인 자원이 중요하며, 관리능력 향상과 기업 전반적인 지식이 필요함을 강조하였다.[10].

박석진(2019)은 자동차 산업의 고객만족과 충성도 분석을 위한 통합 모델을 연구 하였으며, 서비스센터와 영업소의 서비스품질, 자동차의 상품 품질이 고객 만족에 영향을 주는 것으로 확인하였다.[11].

전영아 외 1인(2018)은 자동차 판매 예측에 관한 연구를 수행하였다. SPSS 통해 다중 회귀 분석을 실시하여 독립 변수인 경제지표들과 종속변수인 자동차 판매 대수를 분석하였다. 이를 통해 독립 변수는 종속변수에 영향을 미침이 있음을 도출하였다.[12]

Masoud Mehdizadeh (2019)은 이란의 일본 자동차 회사의 자료를 바탕으로 ABC 분석으로부터 얻은 패턴과 규칙을 이용하여 소매 업체의 수요 예측 모델을 구현 하였다. 이에 서비스 향상과 재고평균 감소 등의 현상이 발생함을 확인하였다[13].

3.2 시스템 다이내믹스 선행연구

시스템 다이내믹스(System Dynamics)란 시스템(System)과 다이내믹스(Dynamcis)의 결합어이며, 시스템은 관찰하고자 하는 대상 및 공간상 영역, 물질의 양이

며, 경제에 의해 다른 사물과 구분된다. 다이내믹스란 시간이 변화함에 따라서 대상이 변화하는 것을 나타낸다. 시스템은 관련 구성 요소들간 결합으로 여겨지므로 시스템 다이내믹스는 연결된 구성 요소들간 시간의 흐름에 따라서 변화하는 형태를 다룬다. 시스템 다이내믹스 기법은 주어진 환경 및 예상되는 문제에 대해 직·간접적으로 관련된 변수로 구성된 시스템을 정의하고, 변수들 사이 관계를 정량적으로 연구를 실시하여 컴퓨터로 모델화를 거친 후, 시뮬레이션을 통해 시스템 동적인 특성을 밝혀 문제의 해결을 돕는 기법이다. 시스템 다이내믹스 모델은 5단계의 과정을 통해 이루어진다[14]. 1 단계는 ‘문제의 개념화’로 문제의 대상과 목표를 설정하고 2 단계는 ‘동적 전체 설정’으로 변수들 사이 동적인 관계를 확인하는 단계이며, 3 단계는 모델을 구축하고 변수별로 데이터들을 확보하여 모델에 반영하는 ‘시뮬레이션 모델 구성’ 단계이다. 4 단계 ‘시험 및 검증’은 모델이 얼마나 성공적으로 실행이 되었는지 검증하며. 마지막 5 단계 ‘정책정립 및 평가’는 인과지도 및 Stock-flow 다이어그램을 활용하여 문제를 분석하고 해결한다.

여기태 외 3인(2013)은 복잡한 사회문제를 요인간 인과 관계를 통하여 문제를 해결하는 시스템 다이내믹스방법을 활용하여 인천항의 원목 물동량을 예측하였다. 인천항 원목 물동량의 감소에 대비하기 위해 마케팅이 상당히 필요하며, 인천지역의 목재기업이 타 항만으로 이전하는 위험을 줄이기 위해 임대료, 물류비, 하역비 등 비용적인 측면과 행정상의 편의도 제공해야 한다고 강조했다[15].

김종길(2011)은 시스템 다이내믹스를 이용하여 급변하는 사회 경제 환경을 반영한 국내 컨테이너 물동량 예측 모델을 구축 하여 국토해양부 예측과 비교 분석 하였다[16].

임동준 외 3인(2005)은 시스템 다이내믹스를 이용하여 자동차 역공급사슬의 정량적 분석을 실시하였으며 [17], 성기덕(2017)은 시스템 다이내믹스를 적용 하여 한국, 중국, 일본의 근해 항로 운항 선박의 비용과 효율성을 확인 하였고, 선박 변수를 선정 하여 구간별 최적 선형을 제시하였다[18].

최정석(2017)은 시스템 다이내믹스를 활용해 선박 연료유 가격을 예측 하였다. 일반적으로 선박 연료유 비용은 운항원가의 30% 수준을 차지하는 중요한 비용 항목으로 평가된다. 이에 연료유 가격에 대한 증장기 예측이 가능하면 원활한 연료유 수급계획을 수립 할 수 있고, 이로 인한 운항 선사 비용절감에 큰 도움이 될 수 있다고

제언했다. 해당 연구에서는 연료유 가격의 예측을 위한 모델을 구축하였고, 이를 바탕으로 원유 가격 변수와 경제 변수, 해상운임 결정에 영향을 미치는 화물 수요와 공급 변수 등 각각 변수들의 인과관계를 활용하여 정량적 모델을 구축하고 2029년까지 연료유 가격을 예측 하였다.[19].

오진호 외 1인(2018)은 시스템 다이내믹스를 활용하여 제주항 물동량 예측을 연구하였다. 제주도의 경제성장과 제주항의 물동량은 지속적으로 증가하고 있으나 증가 요인으로는 중국의 영향을 받는 것으로 시나리오 분석과 민감도 분석에서 확인되었다. 이러한 현안을 처리하기 위하여 제주 해운 물류공사의 설립이 필요하다고 판단하였고, 설립기관을 통하여 항만기능의 재배치를 통한 효율적인 항만 운영, 물류 공동화를 통해 물류비용을 절감할 수 있다고 주장하였다[20].

김형호 외 2인(2018)은 항공여객 운송의 성장률을 확인하기 위해 시스템 다이내믹스 모델을 이용하였다. 국적 항공사의 항공 여객 처리실적은 향후에도 지속적인 성장이 예상 되며, 저비용항공사의 성장률이 크게 증가 할 것으로 예측하였다. 또한 항공사의 경제지표 등을 반영하여 시뮬레이션을 구축 한다면 보다 다양한 시나리오 분석이 가능할 것으로 판단하였다[21].

이정숙외 1인(2012)은 시스템 다이내믹스의 Vesim 시뮬레이터를 활용하여 적절한 재고 수준을 결정 할 수 있는 모델을 만들었으며, 버퍼 구역 및 목표 재고를 적절하게 결정 하는 것이 가장 효과 적인 재고 관리 요소임을 확인 하였다[22].

송희석외 1인(2017)은 시스템 다이내믹스 기반으로 이동 통신의 확산 수요 예측방법을 제시하였고 향후 통신 가입자의 수요를 예측하였다. 민감도 분석 결과 5G의 품질 매력도 또는 가격 매력도를 높이는 것이 장기적으로 가입자를 증가 시키는 요인으로 도출 되었다[23].

Brian Dyson외 1인(2005)은 시스템 다이내믹스의 스텔라를 활용하여 폐기물의 발생 예측 모델을 제시하였으며 통계적 회귀법에서 제시하지 못한 불확실성에 대한 수치모델을 구축하였다[24]

Yongxiu He외 5인(2017)은 시스템 다이내믹스 방식을 활용하여 텐진시 전력의 실제 상황과 예측모델을 정량적 분석을 통하여 장기적 전력 모델 수요 예측을 제안 하였다[25].

3.3 본 연구의 차별성

국내의 수입 자동차 판매는 2000년대 이후 폭발적으

로 증가 되고 있다. 경제 성장에 따른 기타 산업의 수요 예측은 관련 연구가 많이 제시되고 있으나 자동차 부품 물류센터의 변수간의 인과관계를 고려한 수요예측을 연구한 논문은 많지 않은 상황이다. 이러한 측면에서 본 연구는 시스템 다이내믹스를 통하여 수입 자동차 부품 판매 중 가장 많이 출고되는 특정 상품군의 실제 판매 현황을 기초로 변수간의 영향 관계를 보여주고, 보다 정확한 판매 현황을 예측 할 수 있는 모델을 제시한다. 또한 시스템 다이내믹스를 이용함으로써 외생변수를 추가 분석 할 수 있고 다양한 시나리오 분석이 가능한 판매 예측모델로 확장이 가능하다. 이를 바탕으로 향후 부품 물류센터의 확장성과 인원 관리, 효율적인 장비 운영 등에 대한 전략을 세울 수 있는 기초 자료로 이용할 수 있는 점에서 기존의 선행연구와는 차별성이 있다.

4. 실증분석

4.1 모델 구성(Stock-flow diagram)

A사 수입 자동차 소모품 판매 물동량을 예측하기 위하여 사용한 데이터는 2011년 1월부터 2019년 12월까지 월 판매 데이터를 부품 물류센터에서 사용하는 시스템을 통하여 자료수집 하였다. 시뮬레이션 기간은 2011년 1월부터 2023년 7월까지 분석하였다. 소모품 판매 물동량 예측은 가장 많이 판매 되는 2가지 상품군으로 설정하였다. 즉 Battery 16종류의 상품과 Oil 39개의 종류를 통합하여 2개의 상품군으로 설정하였다.

먼저 배터리 판매를 예측하는 시뮬레이션을 실행하기 위하여 구성한 Stock-Flow diagram은 Fig. 1과 같다. 배터리 모델의 구성은 Wang [27] 연구결과에서 제시한 Bass 확산모형을 사용하였다. 이는 분석기간 초기 배터리 판매실적은 점차 상승하다가 안정화 추세를 찾기 때문이다. 배터리 판매를 반영하는 Battery increase 변수는 바스모형을 반영하여 아래 수식 (1)과 같이 구성하였다.

$$Oil\ NS * (p\ Potential\ Oil - Oil\ NS) / p\ Potential\ Oil * p\ diffusion\ coeff\ Oil \quad (1)$$

Fig. 1의 사각형으로 표시된 배터리 변수(Battery NS)는 물자 및 정보가 모이는 Stock 변수를 의미한다. 즉 배터리 판매는 바스(Bass)모형을 따라 과거실적을 기반으로 미래를 예측하도록 설계되었다. 하지만, 계절성을 반영하지는 않은 상태이다. 계절성을 반영한 최종변수는

Battery 변수이다. Battery 변수는 Battery NS 예측 값에 계절성을 반영하는 모줄(seasonal effect Battery)을 연산하여 산정하였다. Fig. 1의 Stock-flow diagram은 Vensim DSS x32을 이용하여 시뮬레이션하였다. 또한 D로 표시한 변수는 과거실적을 가져오는 변수이며, p로 표시한 변수는 증가율, 확산율과 같은 상수를 나타낸다. i로 표시한 변수는 초기치를 입력하는 변수를 표시한다.

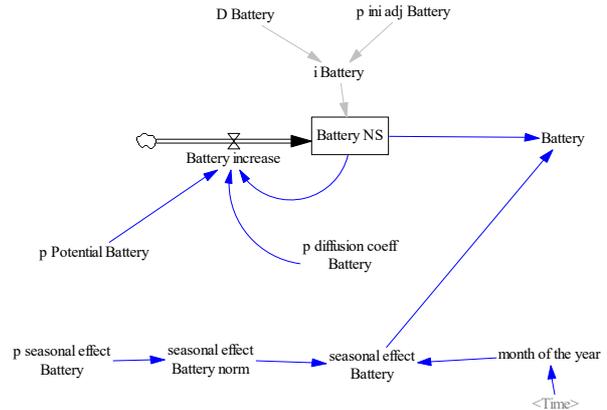


Fig. 1. Stock-flow diagram : Forecasting for product sales

Stock-flow diagram에 제시된 변수 간에 관계를 살펴보면, 배터리의 증가(Battery increase)는 잠재 배터리 구입량(p Potential Oil), 현재 이미 사용하고 있는 배터리량 그리고 확산계수(p difusion coeff Oil)의 관계로 이루어진다. 이러한 관계를 정식화하면 식(1)과 같다.

4.2 배터리 소모품 판매결과 및 예측검증

실제 A사의 관리 및 판매 중인 데이터와 Stock-flow diagram을 통해 도출된 값을 비교하고 모델의 정확도를 검증하기 위하여 평균 절대 백분율 오차(MAPE : Mean Absolute Percentage Error)를 실시하였다[26].

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100$$

- 0% ≤ MAPE < 10% : 매우 정확한 예측
- 10% ≤ MAPE < 20% : 비교적 정확한 예측
- 20% ≤ MAPE < 50% : 합리적인 예측
- 50% < MAPE : 부정확한 예측

연구대상 A사 판매상품인 배터리(Battery)의 실제 데이터와 예측 시뮬레이션 결과 값을 비교한 결과는 Table 3 및 Fig. 2와 같다.

Table 3. Product 'Battery' value Unit(1 EA)

Time	Real data	Simulation value
2011-01-01	442	501
2011-02-01	191	255
2011-03-01	187	194
2011-04-01	197	209
2011-05-01	184	142
2011-06-01	194	187
2011-07-01	195	147
2011-08-01	296	194
2011-09-01	311	302
2011-10-01	439	301
2011-11-01	443	527
2011-12-01	492	653
2012-01-01	433	631
2012-02-01	330	322
2012-03-01	305	245
2012-04-01	165	264
2012-05-01	262	179
2012-06-01	226	236
2012-07-01	293	185
2012-08-01	430	245
2012-09-01	420	380
2012-10-01	518	379
2012-11-01	550	663
2012-12-01	636	822
2013-01-01	648	795
2013-02-01	389	405
2013-03-01	297	308
2013-04-01	259	332
2013-05-01	270	225
2013-06-01	252	297
2013-07-01	373	233
2013-08-01	399	308
2013-09-01	443	478
2013-10-01	627	477
2013-11-01	744	833
2013-12-01	729	1033
2014-01-01	580	998
2014-02-01	336	509
2014-03-01	379	387
2014-04-01	254	416
2014-05-01	227	282
2014-06-01	305	372
2014-07-01	363	292
2014-08-01	381	386
2014-09-01	504	599
2014-10-01	706	598
2014-11-01	742	1045

2014-12-01	831	1294
2015-01-01	966	1251
2015-02-01	349	638
2015-03-01	456	484
2015-04-01	329	521
2015-05-01	267	353
2015-06-01	302	466
2015-07-01	307	365
2015-08-01	494	483
2015-09-01	581	749
2015-10-01	552	747
2015-11-01	808	1306
2015-12-01	1575	1617
2016-01-01	1177	1562
2016-02-01	623	796
2016-03-01	484	605
2016-04-01	310	651
2016-05-01	271	440
2016-06-01	279	581
2016-07-01	326	455
2016-08-01	507	602
2016-09-01	725	934
2016-10-01	585	931
2016-11-01	1129	1626
2016-12-01	1613	2014
2017-01-01	1468	1945
2017-02-01	1086	991
2017-03-01	1342	752
2017-04-01	1290	809
2017-05-01	768	547
2017-06-01	796	722
2017-07-01	824	565
2017-08-01	1183	747
2017-09-01	1809	1159
2017-10-01	1907	1155
2017-11-01	2569	2017
2017-12-01	4054	2496
2018-01-01	4676	2409
2018-02-01	2447	1227
2018-03-01	1145	931
2018-04-01	1601	1001
2018-05-01	846	677
2018-06-01	1144	893
2018-07-01	733	699
2018-08-01	1084	923
2018-09-01	1647	1431
2018-10-01	1605	1426
2018-11-01	2393	2487
2018-12-01	3324	3077

2019-01-01	1997	2969
2019-02-01	738	1511
2019-03-01	654	1146
2019-04-01	784	1232
2019-05-01	653	833
2019-06-01	1106	1098
2019-07-01	659	858
2019-08-01	679	1133
2019-09-01	1360	1755
2019-10-01	1240	1748
2019-11-01	3405	3048
2019-12-01	3079	3769

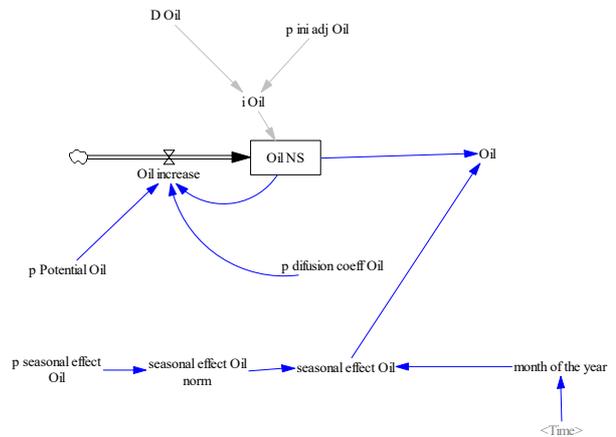


Fig. 3. Stock-flow diagram : Forecasting for Oil sales

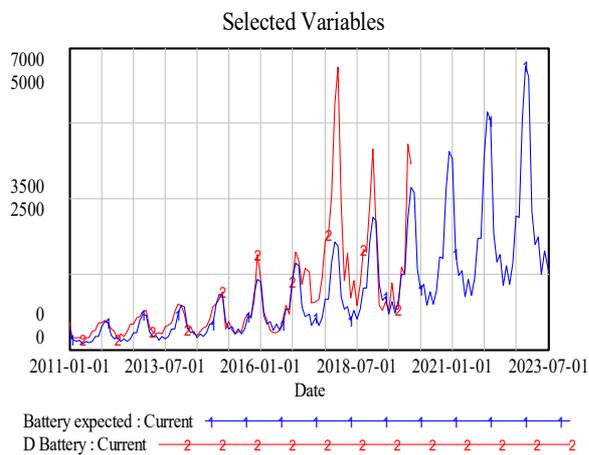


Fig. 2. Comparison of product 'Battery' real data with simulation values

상품 'Battery'의 예측 모델 정확도를 검증하기 위하여 2011년 1월부터 2019년 12월까지 실제 데이터와 시뮬레이션을 통해 도출된 데이터를 MAPE 검증을 실시하였으며, 검증결과 30.6%로 합리적 예측모델로 평가되었다. 또한 Fig. 2에 나타난 바와 같이, 상품 'Battery'는 특정시기에 매출이 높고, 낮은 전형적인 계절성을 갖는 상품임을 확인할 수 있다.

4.3 오일 소모품 판매결과 및 예측검증

오일류에 대한 판매 예측을 하기 위하여 Fig. 3과 같이 Stock-flow diagram을 구성하였다.

전체적인 '오일류'의 판매 예측결과 향후 약간의 상승 추세를 가지며 상승하는 것을 확인할 수 있다. 실제 A사가 관리 및 판매 중인 데이터와 Stock-flow diagram을 통해 도출된 값을 비교하고 모델의 정확도를 검증하기 위하여 평균 절대 백분율 오차(MAPE : Mean absolute

percentage error) 검증을 실시했다[26]. MAPE 검증 결과 31.3%로 합리적 예측모델로 평가할 수 있다.

연구대상 A사의 판매상품인 오일류(Oil)의 실제 데이터와 예측 시뮬레이션 결과 값을 비교한 결과는 Fig. 4와 같다.

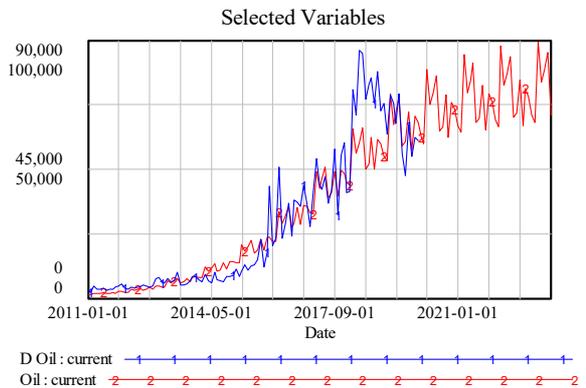


Fig. 4. Comparison of product 'Oil' real data with simulation values

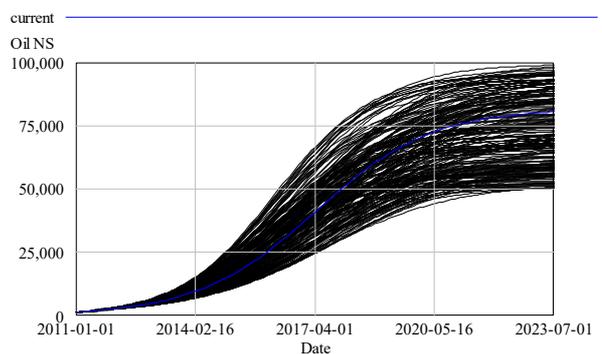


Fig. 5. Results of sensitivity analysis

Sensitivity analysis을 실시하여 상수의 민감도를 확인하였다. Fig. 5는 오일 판매(목적변수)에 대한 민감도 분석결과이며, 상수들의 민감도가 높다는 것을 확인하였다.

5. 결론 및 시사점

개인의 소득성장과 자동차 운행이 증가하면서 2010년 이후 수입 자동차의 판매가 늘어나고, 국내 자동차 판매 점유에서 수입자동차의 비중이 증가함에 따라 부품 물류센터의 부품판매 예측은 매우 중요한 사항으로 부상하였다. 고객은 자동차 수리에 있어 지연이 되면 수입 자동차 회사에 대한 서비스 품질 만족도가 떨어지고, 부품 물류 센터에서는 가용 되는 재고에 대한 관리 운영이 현실적으로 쉽지 않다. 부품 물류센터의 판매예측은 매우 중요함에도 불구하고 국내외 자동차 부품 물류센터의 판매예측에 관한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 중요한 요인으로 판단되는 부품 물류센터의 판매예측에 초점을 맞추고, 물류센터의 운영 및 비용, 발전전략에 영향을 미치는 상위 판매 상품에 집중하여 연구를 수행하였다.

분석결과 상품 'Battery'의 경우 실제 데이터와 예측 데이터 모두 매년 10월을 기점으로 판매가 증가하여 12월에서 가장 높은 판매를 보이고 다음해 2월부터 감소하는 판매패턴을 보였다. 또한 2020년부터 예측된 데이터는 2023년까지 동일한 판매 패턴의 값을 도출하는 것으로 나타났다. 겨울에는 수요가 많아지고 더운 여름에는 판매가 급격하게 줄어드는 계절성을 나타냈다.

연구대상 A사의 가장 많은 판매를 차지하고 있는 'Oil'의 경우 시간이 지날수록 소모품 판매 수량이 증가하는 패턴을 보이고 있으며, 미래 예측치에서도 지속적으로 상승하는 패턴을 보여 주고 있다. 자동차 소모품 판매 수량 중 교체 주기가 가장 빠른 소모품 중 하나이며 수입 자동차 판매 대수가 증가함에 따른 결과로 볼 수 있다.

본 연구는 시스템 다이내믹스를 이용하여 수입 자동차 부품의 다양한 상품 중 가장 많이 판매 되는 특정 상품군의 미래 판매예측 값을 분석하였다. 본 연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째 선행 연구가 부족한 수입 자동차 부품 물류 센터의 판매 예측에 대해 특정 수입 자동차 부품 물류센터의 실제 데이터를 확보하고, 시스템 다이내믹스를 통하여 미래 판매 물동량 예측을 정량적으로 분석하여 제시하였으며, 다양한 자동차 부품 판매 예측 모델에 관한 후속 연구에 기초가 될 수 있다는 점에서 학문적 시사점을 갖는다. 둘째 실무적 차원에서의 시사점을 살펴보면

본 연구에서 제시한 미래 예측자료를 바탕으로 부품 물류 센터의 최적화 운영에 기초자료가 될 수 있는 재고 수량을 알 수 있으며, 이를 바탕으로 물류센터의 근무 인원, 물류센터의 배치, 사용하는 장비, 배송 차량의 크기 등에 대한 예측이 가능하다. 이는 궁극적으로 A사와 같은 부품 물류센터의 판매 예측을 통해 전체 적인 비용 절감에 대한 효과가 있을 것으로 기대된다.

본 연구의 한계점과 연구 방향은 다음과 같다. 특정 A사의 소모품 판매 분석만을 수행하여, 타 수입 자동차 부품 물류센터의 판매량과 객관적인 비교 분석이 어렵다. 또한 부품 물류센터 내에는 다양한 상품군을 판매하기 때문에 전체 상품군에 대한 분석이 필요 하다. 향후 연구에서는 다양한 수입 자동차 부품 물류센터를 비교하고, 분석대상인 상품을 확대할 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] J. H. Lee, S. W. Yoon & S. J. Jeong. (2011). A simulation study on the Improvement of Order Picking Operation in C-Automobile Part Distribution Center. *Korea Logistics Review*, 21(3), 133-155.
- [2] H. S. Bang & J. Y. Mo. (2014). A Study on the Logistics Process Obstacles and Scale of the Automotive Part Companies. *Korea International Commerce Review*, 29(4), 335-357.
- [3] H. Y. Jeon & S. H. Woo. (2018). Cost Analysis of Discrepancies between Order Quantity and Packing Unit in Automobile Parts Supply. *Korea Logistics Review*, 28(5), 11-25.
DOI : 10.17825/klr.2018.28.5.11
- [4] D. G. Kim. (2020). *Last year, domestic car sales of 59 trillion won, 2.9%...Imported car share 28%*. Yonhap News.
<https://www.yna.co.kr/view/AKR20200122097400003>
- [5] KAIDA. (2020). Annual data. Seoul : KAIDA.
- [6] S. Y. Park. (2019). *Mercedes-Benz Korea to invest 35 billion won in parts and logistics centers...twice the size*. MBN.
<https://www.mk.co.kr/news/business/view/2019/08/646947/>
- [7] Y. J. Kim. (2017). *Open in Anseong, 'BMW Parts and Logistics Center' with 30 times the size of soccer field*. Yonhap News.
<https://www.yna.co.kr/view/AKR20170529166451003>
- [8] Financial Supervisory Service. (2020). *Audit report*. Seoul. Financial Supervisory Service.
- [9] B. H. Kim, Y. D. Cha, H. M. Ma & G. T. Yeo. (2017). A study on Operation factors the Used automobile

- logistics complex using Fuzzy-AHP. *Journal of Digital Convergence*, 15(7), 97-109.
DOI : 10.14400/JDC.2017.15.7.97
- [10] S. W. Cho & O. S. Kwon. (2012). A Study on the Relationship of Logistics Resource, Logistics Capability, and Performance in Reverse Logistics. *Journal of Industrial Economics and Business*, 25(2), 1513-1535.
- [11] S. J. Park. (2019). An Integrated Model for Customer Satisfaction and Loyalty in Automobile Industry: The Effects of Perceived Quality of Automobile, Automobile Dealership Service, and Service Center on Customer Satisfaction and Loyalty. *Journal of Distribution and Logistics*, 6(1), 19-36.
DOI : 10.22321/jdl2019060102
- [12] Y. A. Jeon & B. Y. Chang. (2018). A study on vehicle sales forecasting. *Korean Academic Society Of Business Administration*, 2018(8), 746-755.
- [13] M. Masoud. (2020). Integrating ABC analysis and rough set theory to control the inventories of distributor in the supply chain of auto spare parts. *Computers & Industrial Engineering*, 139(1), 1-21.
DOI : 10.1016/j.cie.2019.01.047
- [14] L. B. Sweeney & J. D. Sterman. (2000). Bathtub dynamics: initial results of a systems thinking inventory. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 16(4), 249-286.
DOI : 10.1002/sdr.198
- [15] G. T. Yeo, S. I. Park, H. J. Jung & J. W. Jeon. (2013). Forecasting the Log Cargo Volumes in Incheon Port using the System Dynamics. *Korea Logistics Review*, 23(1), 107-122.
DOI : 10.5394/KINPR.2012.36.6.521
- [16] J. G. Kim. (2011). *A Study on forecasting container traffic of port using SD and ARIMA*. Master dissertation. Incheon National University, Incheon.
- [17] D. J. Lim, H. J. Kim, E. S. Sim & J. W. Park. (2005). A Quantitative Analysis of Automobile Reverse Supply Chain Using System Dynamics. *Journal of the Korea Society for Simulation*, 2005(5), 40-44.
- [18] K. D. Sung. (2017). *A Study on the Efficiency of Operating Feeder Ship in Northeast Asia Short Sea using System Dynamics*. Master dissertation. Incheon National University, Incheon.
- [19] J. S. Choi. (2017). Forecasting Bunker Price Using System Dynamics. *Journal of Korea Port Economic Association*, 33(1), 75-87.
- [20] J. H. Oh & S. H. Woo. (2018). Forecasting Freight Volume of Jeju Port using System Dynamics. *Korea Logistics Review*, 28(3), 29-40.
DOI : 10.17825/klr.2018.28.3.29
- [21] H. H. Kim, J. W. Jeon & G. T. Yeo. (2018). Forecasting Model of Air Passenger Demand Using System Dynamics. *Journal of Digital Convergence*, 16(5), 137-143.
DOI : 10.14400/JDC.2018.16.5.137
- [22] J. S. Lee & S. Y. Jang. (2012). Development of a Simulation Model to Decide the Proper Target Inventory Level for TOC Replenishment Inventory Management using System Dynamics. *Journal of the Korea Society for Simulation*, 21(3), 25-33.
DOI : 10.9709/JKSS.2012.21.3.025
- [23] H. S. Song & J. K. Kim. (2017). Forecasting Multi-Generation Diffusion Demand based on System Dynamics : A Case for Forecasting Mobile Subscription Demand. *Korea Data Strategy Society*, 24(2), 81-96.
DOI : 10.21219/jitam.2017.24.2.081
- [24] B. Dyson & N. B. Chang. (2005). IForecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling. *Waste Management*, 25(7), 669-679.
DOI : 10.1016/j.wasman.2004.10.005
- [25] Y. He, J. Jiao, Q. Chen, S. Ge, Y. Chang & Y. Xu. (2017). Urban long term electricity demand forecast method based on system dynamics of the new economic normal: The case of Tianjin. *Energy*, 133(1), 9-22.
DOI : 10.1016/j.energy.2017.05.107
- [26] C. D. Lewis. (1982). Industrial and business forecasting methods : A practical guide to exponential smoothing and curve fitting. *Butterworth scientific*.
- [27] Y. Wang, C. C. Chou, & G. T. Yeo. (2013). Application and improvement of a System Dynamics model to forecast the volume of containers. *Journal of Applied Science and Engineering*, 16(2), 187-196.
DOI : 10.6180/jase.2013.16.2.10

박 병 준(Park, Byoung Jun)

[정회원]



- 2019년 2월 : 인천대학교 동북아물류대학원 물류경영학 석사
- 2019년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아물류대학원 박사과정
- 2017년 10월 ~ 현재 : Kuehne + Nagel Contract Logistics (Senior Manager)

· 관심분야 : System Dynamics, GIS.

· E-Mail : park7602_bj@hanmail.net

여 기 태(Yeo, Gi Tae)

[중심회원]



- 2007년 2월 : University of Plymouth (경영학 석사, 경영학박사)
- 2008년 9월 ~ 현재 : 인천대학교 교수
- 관심분야 : 해운물류, 항만물류, System Dynamics, Fuzzy methodology
- E-Mail : ktyeo@incheon.ac.kr