

S 플라스틱 사출성형 공장에서 새로운 생산/배송 방법에 의한 수익증가의 연구

정규봉 · 박양병[†]

경희대학교 공과대학 산업경영공학과

A Study on the Profit Increase through a New Production/Distribution Method at S Plastic Injection Molding Factory

Gyu-Bong Jung · Yang-Byung Park[†]

Department of Industrial and Management Systems Engineering, College of Engineering, Kyung Hee University

S plastic injection molding factory located at Namdong Industrial Complex in Incheon produces plastic parts for semiconductor, vacuum cleaners, office furniture, etc. It produces the parts to customers' order and delivers them directly to customers at due dates using the trucks of freight company. In recent years, it has been suffered from the excessive production cost, high lost sales rate, rigid response to customers' order, and high delivery cost, which affect negatively on its profit. This paper introduces a case study on the profit increase through a newly proposed production and distribution method which applies a make-to-stock and multi-visit delivery strategy at S plastic injection molding factory. The proposed method is evaluated by comparing with the current method with respect to sales profit using the historical data of customer demand. It is confirmed through the computational experiments that the proposed production and distribution method yields almost double increase in profit resulted from the increased production, reduced lost sales, reduced production cost, and reduced delivery cost.

Keywords : Production Planning, Make-to-Stock Strategy, Vehicle Routing, Plastic Injection Molding Factory, Case Study

1. 서 론

제품에 대한 고객의 요구가 다양해지고 수요의 변화가 심해지는 최근의 산업 환경에서 국내 중소기업은 과다한 생산비와 품절 또는 납기지연으로 많은 어려움을 겪고 있다. 생산설비의 추가 도입 및 자동화 또는 인력의 보충에 필요한 투자자금 확보가 여의치 않은 중소기업의 입장에서는 큰 비용 부담 없이 생산 및 물류관리의 개선에 의한 문제해결은 비용 대비 효과 측면에서

매우 매력적인 방안이다. 그런데 아쉽게도 많은 중소기업에서는 이러한 간단하면서 매력적인 방안을 추진하는데 있어 전문 인력의 부재, 경영진의 인식부족, 변화에 대한 두려움, 성과에 대한 확신부족으로 망설이는 경우가 적지 않다.

인천광역시 남동공단에 위치한 S 플라스틱 사출성형 공장은 플라스틱 소재 부품을 생산하여 국내 완제품 제조업체에 납품하는 중소기업이다. S 공장은 고객업체로부터 주문이 발생하면 고객업체가 원하는 납기일에 납

품이 가능한 물량만을 접수하여 생산한다. 완성된 주문품은 납기일에 용역 차량을 이용하여 고객에게 직접 배송한다. 최근 수년 동안 S 공장은 빈번한 공정변경에 의한 과도한 생산비, 높은 품질율, 고객주문의 경직된 대처, 높은 배송비 등의 문제로 어려움을 겪어오고 있다. 이에 따라 S 공장은 불필요하게 빈번한 공정변경을 줄이고, 가용 생산능력을 효과적으로 사용하고, 배송차량을 보다 효율적으로 사용할 수 있는 새로운 생산/배송 방법을 도입함으로써 직면하고 있는 문제의 해결을 계획하고 있다.

중품종 중량 생산형태에서는 특별한 경우에 GT(Group Technology) 기반 생산방법(Groover[6])을 적용하지만, 보통 주문생산(make-to-order)과 재고생산(make-to-stock)의 두 가지 생산방법을 고려한다. 주문생산과 달리 재고생산은 예측수요를 토대로 가용 생산능력을 이용해 생산, 재고, 품절비용을 최소로 하는 생산시기와 생산량을 계획하여 재고를 이용해서 고객수요를 충족하는 효율적 공급사슬 전략이다. 재고생산의 효과는 수요예측의 정확성에 크게 영향을 받기 때문에 사용하는 예측기법이 매우 중요하다. 두 생산방법은 생산 환경에 적합성이 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Ballou[3]).

본 논문은 S 플라스틱 사출성형 공장이 직면하고 있는 문제들을 해결하기 위해 현재의 주문생산과 직접배송 대신 재고생산과 경유배송을 제안하고, 과거 2년 동안 S 공장의 실제수요 자료를 이용하여 현재 및 제안된 방법에 의한 판매수익을 비교 평가해봄으로써 제안된 방법의 효과와 타당성을 확인하는 사례연구이다. 분석과정에서 S 공장의 요구에 따라 과거 제품들의 수요 자료를 일정한 비율로 축소 조정하였음을 밝혀둔다.

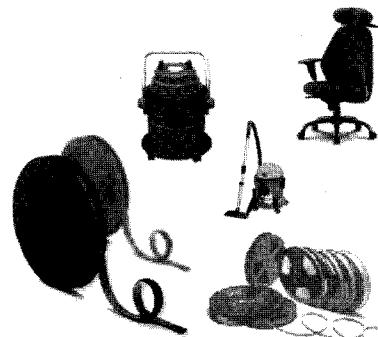
생산/배송 분야에 대한 학술적 연구는 방대하다. 특히, 최근에는 두 기능을 통합 계획하는 연구가 활발하다. 생산/배송에 관한 사례연구의 현황 및 이해를 위해 McKay and Black[7], Nonino and Panizzolo[8] 등의 논문을 참고할 수 있다. 본 논문은 특정 기업을 대상으로 한 사례연구에 해당되므로 기존의 학술적 연구에 대한 자세한 기술은 생략한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 제 2장에서는 S 플라스틱 사출성형 공장의 생산/배송 운영현황을 직면하고 있는 문제점과 함께 기술한다. 제 3장에서는 새로운 재고생산 및 경유배송 방법에 대해 설명한다. 제 4장에서는 현재와 제안된 생산/배송 방법을 판매수익을 비롯한 여러 평가척도 관점에서 비교한다. 마지막으로, 결론을 제 5장에 정리한다.

2. S 플라스틱 사출성형 공장의 운영현황

S 플라스틱 사출성형 공장은 1990년 인천광역시 남동공단에 설립되었으며, 김포, 일산, 부천 등 경기도에 위치하고 있는 10여개 완제품 제조업체 고객을 대상으로 20여종의 진공청소기 부품, 20여종의 반도체 포장재, 30여종의 사무용 기기 부품 등을 생산하는 중소기업이다. 공장의 크기는 약 9,900m²이며, 총 9대의 사출성형기를 보유하고 있다. 플라스틱 소재는 가볍고 외형이 아름다우며 녹슬지 않아 다양한 제품에 광범위하게 사용되고 있으며, 공업용 및 구조용 재료로서도 그 가치가 높이 평가되고 있다(이성출, 2000).

<그림 1>은 S 공장에서 생산되는 제품들이 사용되는 완제품의 일부와 함께 본 논문의 연구 대상인 반도체 포장재 용기를 보여준다. 현재, 반도체 포장재 용기는 삼성전자와 하이닉스 등에 납품되고 있다. <그림 2>는 반도체 포장재 용기 제작의 공정도를 보여준다. 생산과정에서 먼지와 burr 등의 완벽한 제거와 플라스틱의 변형 방지가 중요하다.



<그림 1> S 공장의 생산제품이 사용되는 완제품
일부와 반도체 포장재 용기

제품	원재료검사	건조	사출성형	온습검사	제품검사	포장	출하대기	출하검사
공정	포장재학 검증기능 설정	건조시간 설정	급열온도 설정	외관 체크 설정	외관 체크 설정	포장상태 설정	식별보관 설정	포장상태 리셋/상태 수정 확인
전체품	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
	검사	작업물의 품질 및 수량조사						
	<input checked="" type="radio"/>	작업물의 물리적 변화, 조립, 분해, 운반, 검사를 위한 준비 작업						
	<input checked="" type="radio"/>	현재 상태로 대기						

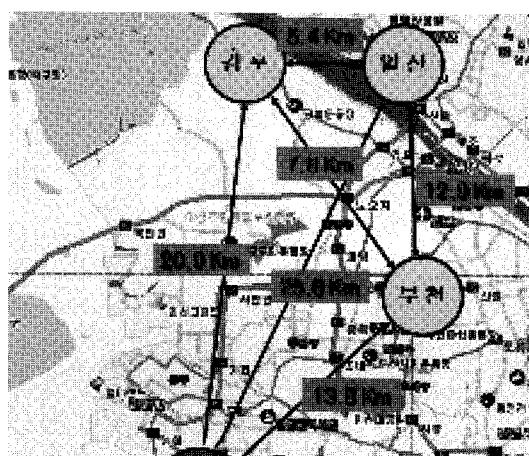
<그림 2> 반도체 포장재 용기의 공정도

반도체 포장재 용기를 제작하는 플라스틱 사출성형기는 기름의 압력에 의해 구동되는 유압 구동방식을 사용하고 있다. 유압을 이용한 동력 전달장치는 사출성형기뿐만 아니라, 거의 모든 산업전반에 걸쳐 광범위하게 사용되고 있다. 기계에서 생산제품을 변경할 때는 항상

생산개시 전에 한 번 원료준비, 금형교체, 작업도구 장착 등을 위한 준비 작업이 필요하다.

S 공장에서는 반도체의 용도에 따라 크기가 다른 세 종류의 포장재 용기를 고객업체의 주문에 의해 생산하고 있다. 주문은 매일 고객업체로부터 발생되지만 주문이 없는 날도 자주 있다. 주문의 납기일은 주문 발생일로부터 평균 3일 후이다. 고객으로부터 주문이 발생하면 즉시 공장의 주문확인 시스템이 작동되어 반도체 생산업체인 고객 특성상 납기일을 맞출 수 있는 물량만 접수한다. 납기일을 맞출 수 없을 것으로 예상된 물량은 포기하고 모두 품절로 처리한다. 생산은 주문접수 순서에 따라 곧 바로 시작한다. 세 종류 용기는 모두 한 대의 전용 사출성형기에서 생산된다. 공장은 일일 24시간 1주에 5일 동안 운영되고 있다.

S 공장에서는 용역업체의 1톤 트럭을 이용하여 주문 품을 각 고객에게 직접 배송하고 있다. 즉, 한 대 차량이 한 고객만을 서비스하는 직접배송(direct shipment) 방법을 사용하고 있다. 용역업체의 차량대수에는 제한이 없어 언제든지 필요할 때 필요한 대수를 사용할 수 있다. 배송량이 차량의 적재용량 보다 많은 경우는 한 대 이상의 차량이 사용된다. 하지만 배송량이 차량의 적재 용량 이하인 경우가 더 많다. 하루 동안 한 고객에 대한 배송횟수의 제한은 없다. 용역업체에 지불하는 수송비는 2,500원/Km 기준으로 고객지점까지의 이동거리에 비례해서 산정된다. 배송을 완료한 차량이 추가 작업을 위해 공장으로 돌아오는 경우 이에 대한 비용은 수송비에 반영하지 않는다. 각 고객업체에서의 하차시간은 평균 약 30분 정도가 소요된다. <그림 3>은 일부 고객업체의 위치와 지점 간 이동거리를 보여준다.



<그림 3> 인천공장 및 일부 고객의 위치와 지점 간 이동거리

현재, S 공장에서 직면하고 있는 생산/배송 관련 문제점은 다음과 같이 정리된다.

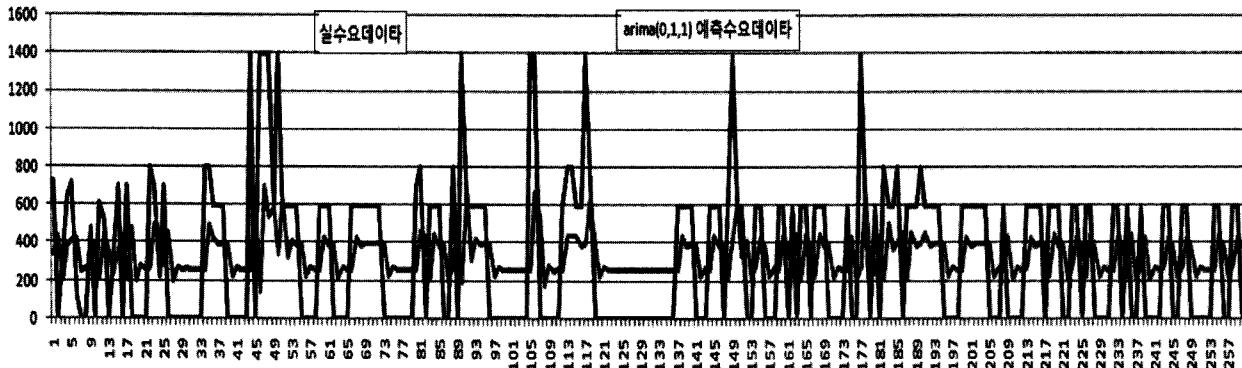
- (1) 공장의 생산능력을 초과하는 고객주문으로 인하여 품절이 많이 발생하고 있다.
- (2) 다양한 품목의 고객주문으로 인해 공정변경이 빈번하게 발생하고 있다.
- (3) 고객주문에 대해 유연한 대처능력이 부족하여 생산 관리에 어려움을 겪고 있다.
- (4) 소량의 LTL(less-than-truckload)의 배송이 적지 않다.
- (5) 잦은 배송으로 인해 상차 작업자가 많이 소요된다.

3. 생산/배송 방법의 제안

먼저, 세 종류 포장재 용기의 새로운 생산방법으로서 예측수요를 토대로 수립된 생산계획에 의한 재고생산을 제안한다. S 공장과 같이 매일의 고개주문이 크게 변화하는 상황에서는 수요변동을 사전에 적절히 흡수할 수 있는 계획생산, 즉 재고생산이 적합할 수 있다. 재고생산은 생산량과 고용수준을 어느 정도 일정하게 유지하면서 재고를 이용하여 수요를 충족시킴으로써 품절 및 납기지연을 줄이고 생산능률을 높이는 효과를 기대할 수 있다(Chopra and Meindl[5]).

과거 2년(2005년~2006년) 동안 세 종류 포장재 용기의 고객수요 자료를 분석한 결과 고객의 주문량이 시간에 의해 영향을 받고 있다고 판단하고, 이동평균법(moving average method), 지수평활법(exponential smoothing method), Box-Jenkins 모형의 세 가지 예측기법(장경 [2]; Box et al.[4])을 선정하여 예측의 적합성을 평가해 보았다. 2005년~2006년 동안 세 종류 용기 제품에 대해 실제수요와 세 예측기법의 프로그램(노형진[1]) 실행에 의해 구해진 예측수요를 비교한 결과, 평균 예측오차율이 이동평균법($N=50$)은 0.23, 지수평활법($\alpha=0.6$)은 0.35, Box-Jenkins의 ARIMA 모형은 0.2로 구해졌다. 여기서 N 은 자료 수, α 는 지수평활상수를 의미한다.

이에 따라 예측오차율이 가장 작은 Box-Jenkins의 ARIMA 모형을 사용할 예측기법으로 선택하고, 모형의 식별, 모수 추정, 모형의 적합성 진단의 일련의 과정을 거쳐 각 제품에 가장 적합한 ARIMA 모형을 도출하였다. 그 결과, 제품 1은 ARIMA(0, 1, 1), 제품 2는 ARIMA(0, 1, 1), 제품 3은 ARIMA(1, 1, 0)으로 구해졌다. 이것은 각 제품에 대한 예측모형에서 공통적으로 차분을 1회 실시한 결과이다. 참고로, <그림 4>는 2006년 제품 1의 실제수요와 Box-Jenkins 모형에 의한 예측수요를 비교해 보여준다. 과거 2년 동안 세 종류 용기 제품의 수요 자료는



<그림 4> 2006년 제품 1의 실제수요와 Box-Jenkins 모형을 이용한 예측수요

회사의 요청에 의해 일정한 비율로 축소한 수치이다.

생산계획은 예측수요를 토대로 일반 선형계획(LP) 수리모형을 이용해 수립한다. 고객주문의 납기일이 접수 후 평균 3일 임을 고려하여 과거의 모든 수요의 발생시점을 실제 주문 일에 3일을 더한 값으로 수정하고, 매달 초 수정된 수요 자료를 토대로 제품별로 ARIMA 모형을 적용하여 한 달 동안의 수요를 예측한다. 그리고 매달 초 예측수요의 수리모형을 풀어 한 달 동안의 제품별 생산계획을 수립한다.

매달 T (30일 또는 31일) 기간 동안 한 대의 기계에서 세 종류 제품을 생산하는데 있어 판매수익을 최대화하는 제품별 생산계획 수리모형을 아래와 같이 구축할 수 있다. 1년 동안의 생산계획 수립을 위해서는 매달 초 월간 예측수요를 달리하는 수리모형을 총 12회 풀어야 한다. 선형계획 모형에 의한 생산계획 방법은 각종 비용 계산을 선형으로 가정하는 단점이 있음을 지적해 둔다.

입력변수

s_i = 제품 i 의 1회 생산준비비

a_i = 제품 i 의 1회 생산준비시간

p_i = 제품 i 의 개당 판매가

c_i = 제품 i 의 개당 가공비

u_i = 제품 i 의 개당 가공시간

l_i = 제품 i 의 개당 일일 재고유지비

b_i = 제품 i 의 개당 품절비

K = 일일 기계 가동시간

D_{it} = t 일 제품 i 의(예측)수요

결정변수

X_{it} = t 일 제품 i 의 생산량

F_t = t 일 기계 유휴시간

I_{it} = t 일 말 제품 i 의 재고수준

B_{it} = t 일 제품 i 의 품절량

y_{it} = 1만일 t 일 제품 i 를 생산하면; 아니면 0

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^T (D_{it} - B_{it}) p_i - \left\{ \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^T y_{it} s_i + \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^T X_{it} c_i + \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^T I_{it} l_i + \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^T B_{it} b_i \right\} \quad (1)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^3 y_{it} a_i + \sum_{i=1}^3 X_{it} u_i + F_t = K \quad \forall t \quad (2)$$

$$X_{it} \leq M y_{it} \quad \forall i, t \quad (3)$$

$$X_{it} > -M(1-y_{it}) \quad \forall i, t \quad (4)$$

$$X_{it} - I_{it} + I_{it-1} + B_{it} = D_{it} \quad \forall i, t \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^3 X_{it} = \sum_{i=1}^3 (D_{it} - B_{it}) \quad \forall i \quad (6)$$

$$y_{it} \in \{0, 1\}, X_{it} \geq 0, I_{i0} = 0, I_{it} \geq 0, B_{it} \geq 0, F_t \geq 0 \quad \forall i, t \quad (7)$$

목적함수 (1)은 판매수입에서 생산준비비, 가공비, 재고유지비, 품절비의 합을 감한 값으로 계산된 판매수익의 최대화를 추구한다. 제약식 (2)는 기계의 일일 생산능력을 제한한다. 제약식 (3)과 (4)는 제품별 준비작업 여부를 결정한다. M 은 아주 큰 수를 의미한다. 제약식 (5)는 제품별 일말 재고수준을 계산한다. 제약식 (6)은 제품별 품절량을 산정한다.

다음, 새로운 배송방법으로 한 대의 차량이 적재용량 범위 내에서 여러 고객업체를 경유하면서 배송하는 경유배송(multi-visit delivery)을 제안한다. 제안된 배송방법은 다음과 같이 정리된다.

- (1) 적재 : 한 차량에는 배송량이 많은 고객순서에 따라 적재용량이 채워질 때까지 여러 고객의 주문품을 함께 적재한다. 차량의 남은 용량이 부족한 경우는 해당 고객에 대해 분할배송을 허용한다.

- (2) 경로결정 : 공장에서부터 가장 가까운 고객을 첫 번째 방문지점으로 하고, 계속해서 가장 인접한 고객을 다음 방문지점으로 연결하는 과정을 통해 경로를 완성한다. 동일 차량에 대해 추가 배송사업을 원하는 경우는 경로의 마지막 지점으로 공장을 포함한다.

4. 제안된 생산/배송 방법의 평가

현재 및 제안된 생산/배송 방법에 의한 공장의 운영성과를 비교 평가하기 위해 S 공장 회계부서의 협조로 세 종류 포장재 용기에 대해 생산관련 시간 및 비용 자료를 수집 및 산출하였다. <표 1>에 세 제품의 자료가 정리되어 있다.

공정(또는 제품)을 변경할 때는 생산개시 전 처음 1회 원료준비, 금형교체, 작업도구 장착 등의 준비작업이 필요하며, 제품별로 소요되는 시간과 비용이 다르다. 생산준비비는 인건비, 전기요금, 그리고 작업도구 교체와 관련된 비용을 포함한다. 가공비는 작업비, 원료비, 관리비, 포장비, 기계 감가상각비를 포함한다. 작업비는 사출성형을 위한 전기세, 인건비, 수도세 등의 제반 비용을 포함한다. 원료비는 제품성형에 필요한 원료의 중량을 기준으로 산출하였으며, 제품별로 원료의 필요량이 다르다. 기계 감가상각비는 현재 공장에서 사용하고 있는 생산량 비례법을 적용해 산출하였다. 세 제품의 가치가 거의 비슷하여 이들의 단위 재고유지비는 동일하게 설정하였다. 품절비는 해당 판매이익의 25% 기준으로 정하였다. 동일한 원료를 사용하는 세 제품의 작업방법은 별로 차이가 없어 가공시간은 거의 동일하다.

<표 1> 세 제품의 비용 및 시간 자료

	제품 1	제품 2	제품 3
제품가격	280원/개	275원/개	260원/개
생산준비비	8,000원/회	7,200원/회	6,000원/회
가공비	160원/개	155원/개	150원/개
재고유지비	7원/개/일	7원/개/일	7원/개/일
품절비	25원/개	24원/개	22원/개
가공시간	1분/개	1분/개	1분/개
생산준비시간	40분/회	35분/회	30분/회

현재의 주문생산 방법에 의한 생산량, 품절량, 비용, 판매수익 등 각종 출력 값은 Excel 프로그램을 작성해 계산하였다. 그리고 제안된 재고생산 방법의 월간 생산계획은 CPLEX 9.1(2005)을 이용한 선형계획 모형의 풀이에 의해 수립되었으며, 각종 출력 값은 수리모형의 결과

값으로 자동적으로 구해졌다. 제안된 경유배송에서 경로 결정 프로그램은 Visual Basic 언어로 작성하였다. 모든 프로그램은 Pentium IV PC(CPU 2.6GHz, 512MB RAM)에서 실행되었다.

<표 2> 현재와 제안된 생산방법에 대한 2006년 생산량 및 관련 출력 값 비교

제품	생산방법	생산량 (개)	누적재고량 (개)	품절량 (개)	준비작업 횟수
1	현재	63,200	0	15,000	76
	제안	78,289	293	0	55
2	현재	32,789	0	10,011	55
	제안	42,821	328	0	48
3	현재	67,149	0	13,251	107
	제안	80,400	891	35	67

현재와 제안된 생산/배송 방법에 의한 운영성과를 평가하기 위해 2006년의 생산/배송 활동을 가상적으로 구현하는 모의 계산실험을 시행하였다. 주문생산의 경우는 2006년의 실제수요 값을 그리고 재고생산의 경우는 2006년 1월부터 매월 초 2005년의 자료를 포함한 과거 1년 동안의 자료를 토대로 예측한 수요 값을 사용하였다. <표 2>는 계산실험 결과 구해진 현재와 제안된 생산방법의 2006년 제품별 생산량 및 관련 출력 값을 비교해 보여준다.

제안된 재고생산에서 세 제품의 품절은 크게 줄어들고 생산량이 증가하였다. 생산량의 증가는 곧 매출의 증가를 의미한다. 재고생산에서는 미래의 수요를 고려하면서 생산능력에 맞추어 매일 계획적으로 제품을 충분히 생산하기 때문에 재고가 늘고 품절이 줄어든다. <표 2>에서 재고생산의 경우 수요가 가장 많은 제품 3의 생산량이 가장 많고 이에 따라 가장 많은 누적재고를 유지하였음을 알 수 있다.

제안된 재고생산에서 품절은 제품 3만 약간 발생하였다. 제품 3의 품절이 발생한 이유는 품절비가 가장 낮기 때문으로 보인다. 반면에, 주문생산은 수요가 일시적으로 몰리는 기간에는 생산능력의 크게 부족하여 <표 2>에서와 같이 세 제품 모두의 품절이 아주 많이 발생하였다. 현재 공장이 직면하고 있는 과다 품절의 문제가 재고생산에 의해 거의 해결됨을 알 수 있다.

재고생산은 생산준비비를 줄이기 위해 한 번에 가능한 많이 생산한다. <표 2>에서 재고생산의 준비작업 횟수가 더 작음을 알 수 있다. 제품별 준비작업 횟수를 비교해 보면 제품 3이 가장 많다. 이것은 제품 3의 준비작업비가 가장 작기 때문으로 이해된다. 재고생산에서는 준비작업 횟수가 감소하지만, 생산량이 크게 증가

하여 기계 유휴시간이 주문생산 보다 592시간 줄어든 1,530시간으로 나타났다. 따라서 기계가동율은 주문생산과 재고생산의 경우 각각 66%(= 4,118시간/6,240시간)와 75.5%(= 4,710시간/6,240시간)로 구해진다.

주문생산과 재고생산에 대해 실 가동시간 당 생산량은 <표 2>의 자료를 이용하여 각각 39.6개(= 163,138개 / 4,118시간)와 42.8개(= 201,510개 / 4,710시간)로 구해진다. 또한, 운영시간 당 생산량은 각각 26.1개(= 163,138개 / 6,240시간)과 32.3개(= 201,510개 / 6,240시간)로 구해진다. 이것은 재고생산에 의해 실 가동시간 당 약 8% 그리고 운영시간 당 약 24%의 생산성 향상을 의미한다. 즉, 현재의 생산능력으로 미래의 수요증가에 재고생산이 주문생산 방법 보다 더 유연하게 대처할 수 있음을 보여준다.

계산실험 결과, 현재와 제안된 생산/배송 방법에 의한 2006년의 제품별 생산비, 총 배송비, 총 수입, 총 수익이 <표 3>과 같이 구해졌다. 생산비는 준비작업비, 가공비, 재고유지비, 품질비의 합이다. 제안된 생산/배송 방법은 현재의 방법과 비교하여 재고생산에 의해 생산량이 늘어 생산비가 약 17% 증가하였으며, 경유배송에 의해 배송비가 약 34% 감소하였다. 종합적으로, 제안된 생산/배송 방법은 거의 동일한 비용으로써 약 24%의 판매량 증가 효과를 보였다. 참고로, 현재와 제안된 방법에서 생산비와 배송비의 비율은 각각 71% : 29%, 81%, 19%로, 제안된 방법에서 생산비의 비중이 더 높아짐을 알 수 있다.

제안된 재고생산에서는 생산량이 늘고 품질이 크게 감소하였다. 이로 인해 제안된 방법의 총 수입이 약 23% 증가하였다. <표 2>와 <표 3>의 자료를 이용하여 계산한 현재와 제안된 방법의 평균 개당 생산비는 각각 170 원과 161원, 평균 개당 배송비는 각각 71원과 37원, 그리고 두 비용을 합하면 각각 개당 241원과 198원으로, 제안된 생산/배송 방법에 의해 개당 비용이 크게 감소하였다. 결과적으로, 제안된 생산/배송 방법에 의해 총

수익이 약 200%, 즉 2배가 증가하였다. 직접배송과 경유배송에서 1년 동안 사용한 차량대수는 각각 256대와 179대로 구해졌다. 수요예측을 토대로 생산계획을 수립하고 한 대의 차량으로 여러 고객에게 배송하는 방법은 실제 적용하는데 별도의 설비투자 없이 간단한 프로그램(소프트웨어)의 실행만으로 구현이 가능하다는 사실에 비추어 제안된 생산/배송 방법의 효과는 매우 크다고 말할 수 있다.

참고로, 재고생산에서 예측수요를 토대로 수립된 생산계획의 타당성을 확인하기 위해 2006년 월간 예측 및 실제수요 자료를 토대로 각각 수립된 생산계획의 총 비용을 비교해 보았다. 12개월 동안의 월간 총 비용 차자료에 대해 $a = 5\%$ 로써 쌍 t -검정을 실시한 결과, $|t_0| = 1.67 < t_{0.025, 11} = 2.20$ 로 나타나 예측수요를 토대로 수립된 생산계획이 타당함을 확인하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 인천광역시 남동공단에 위치한 S 플라스틱 사출성형 공장의 수익증가를 위한 사례연구를 소개하였다. S 공장이 현재 직면하고 있는 과도한 생산비, 높은 품질율, 고객주문의 경직된 대처, 그리고 높은 배송비 등의 문제를 해결하고 수익을 높일 수 있는 방안으로서 현재의 주문생산과 직접배송 대신 재고생산과 경유배송을 제안하였다. 그리고 2005년~2006년 동안의 실제수요 자료를 이용한 계산실험을 통해 현재와 제안된 생산/배송 방법의 2006년 운영성과를 비교 분석해 보았다. 주요 결과는 다음과 같이 정리된다.

- (1) 제안된 재고생산에서 모든 제품의 품질이 크게 줄어들면서 연간 생산량이 약 24% 증가하였다.
- (2) 제안된 재고생산에 의해 시간 당 생산량이 증가하

<표 3> 현재와 제안된 생산/배송 방법에 대한 2006년 비용, 수입, 수익의 비교

(단위 : 원)

생산/배송방법	제품	생산비	배송비	총 비용	총 수입	총 수익
현재	1	11,095,000	11,520,500	39,307,142	44,171,715	4,864,573
	2	5,685,770				
	3	11,005,872				
	합	27,786,642				
제안	1	12,968,291	7,560,000	39,939,628	54,496,795	14,557,167
	2	6,942,330				
	3	12,469,007				
	합	32,379,628				

면서 실 가동시간 당 약 8%, 운영시간 당 약 24%의 생산성 향상을 이루었다.

- (3) 제안된 재고생산에서 연간 준비작업 횟수와 연간 준비작업비가 감소하였다.
- (4) 제안된 경유배송에 의해 연간 소요차량대수가 약 30% 감축되고 연간 배송비가 약 34% 감소하였다.
- (5) 종합적으로, 제안된 재고생산과 경유배송은 생산비와 배송비의 절감, 품질의 감소로 인해 연간 거의 2배의 수익증가 효과를 보였다.

본 사례연구를 통해 한 중소기업에서 생산설비나 인력에 대한 투자 없이 간단한 생산/배송 방법의 개선만으로 대단한 수익증가 효과를 볼 수 있음을 확인하였다. 수익증가 외에도 장기적으로 품절 감소와 고객수요 변동에 대한 대처능력 증대로 고객업체와의 신뢰관계가 더욱 돋독해져 주문량의 증대효과를 기대할 수 있다. 뿐만 아니라, 생산준비 및 상차 작업에 필요한 작업자 수의 감축으로 인건비 절감 및 탄력적 인력운영의 효과를 기대할 수 있다. 향후, 재고생산에서 생산계획의 정확도를 더욱 높이기 위해서는 보다 적합한 예측기법에 대한 추가 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 노형진; SPSS/Excel에 의한 재미있는 시계열 분석, 효산, 2007.
- [2] 장경; 최신 예측이론과 활용, 교우사, 2003.
- [3] Ballou, R. H.; Business Logistics/Supply Chain Management, 5th ed., Prentice Hall NJ, USA, 53-57, 2004.
- [4] Box, G. E. P. and Jenkins, W. M., and Reinsel, G.; Time Series Analysis, John Wiley and Sons, Inc., New York, USA, 2008.
- [5] Chopra, S. and Meindl, P.; Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operations, 3rd ed., Pearson Education, Inc., NJ, USA, 275-278, 2007.
- [6] Groover, M. P.; Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, 3rd ed., Prentice Hall, NJ, USA, 422-445, 2008.
- [7] McKay, K. N. and Black, G. W.; "The Evolution of a Production Planning System : A 10-year Case Study," Computers in Industry, 58(8/9) : 756-771, 2007.
- [8] Nonino, F. and Panizzolo, R.; "Integrated Production/Distribution Planning in the Supply Chain : The Febal Case Study," Supply Chain Management, 12(2) : 150-163, 2007.