

LP기법에 의한 생산계획 모형수립의 실증적 연구

- An Empirical Study of Production Scheduling
Model Establishment by LP Technique -

최 원 용*
Choi, Weon-Yong

Abstract

This thesis describes a quantitative decision-making of production planning system. A mathematical model of Linear Programming is used set up a production scheuling under the assumption.

As the emphasis is laid on the applicability of the developed model, the linrar programming is applied to establish the production schedule for "F" furniture company which produces kitchin cabinet and OA furniture.

The optimal solution is obtained by using the LP package, QBS.

By the solution reduced to 14% of work force compared with the real data during all of the planning horizon.

And it is also possible to reduce the work-force of the lowest level of employee by 10% for the reasonable management. There are some limitations in computerized data processing , which is only considering the economic costs without considering any external environment of case enterprise.

As a result, it is shown that the LP model is very useful method of make aggregate production schedule .

1. 서 론

제품에 대한 소비자의 요구가 다양화하고, 수요가 급변하는 생산형태에서 소품종 대량생산 형태보다는 다품종 소량생산형태로 변화하고 있다. 생산형태가 다품종 소량생산형태로 변화함에 따라 생산시스템은 더욱 복잡해져 관리의 어려움이 커지고 있다. 또한 시장개방, 임금상승, 원자재비의 상승, 제품수명의 단축, 소비자욕구의 다양화 등과 같은 어려운 환경하에서 경쟁력 강화를 위해서는 품질향상, 원가절감과 더불어 수요변화에 따른 공정가변과 가용자원의 조합을 신속하게 변경할 수 있는 합리적이고 효과적인 생산관리방법이 필수적이다.

* 사단법인 한국품질관리기사회, 동원공업전문대학 강사

그러나 급격히 변화하고 동태적인 기업의 경영환경하에서 생산관리활동의 체계적인 관리방법을 찾기란 어려운 문제이며, 생산활동의 효율적인 통제를 위한 생산계획의 문제는 더욱 어렵다고 할 수 있다.

또한 생산활동의 효율적인 통제를 위한 생산계획문제는 수요의 정확한 예측에 따라 비용을 최소화하여 적기에 공급하여야 한다는 전체를 포함하는 것이다. 생산계획문제에서 수요가 정확하게 예측된 이후에는 수요에 맞추어 재고량과 생산량의 결정문제가 발생하게 되는 데 생산량의 결정은 비용을 최소로 결정하여야 한다. 그러므로 생산능력의 효과적인 운영의 필요성이 대두되고 있다.

기업에서 경영계획을 수립함에 있어서 총괄생산계획은 장기계획과 단기계획을 연결하는 중요한 역할을 하고 있으며, 또 효율적인 총괄생산계획은 기업의 운영과 관리에 매우 중요하다는 많은 연구결과에도 불구하고 지금까지 연구에서는 기업에서 총괄생산계획이 실제로 적용된 실증적 연구에는 많지 않다.

그러므로 본 연구에서는 기존의 과거 경험적 생산계획모형수립형태에서 탈피하여 날로 중요시되는 과학적인 방법에 의한 계량화된 생산계획모형수립을 실제 사례기업에 적용하여 봄으로써 ① 선형계획 기법으로, 생산계획을 수립할 때 모형을 수립하는 변수들을 추정하는 방법을 제시하고, ② 사례연구를 통하여 기업이 효율적으로 생산계획을 수립하는 기초자료를 제공하며, ③ 실증적 연구대상 기업의 생산관리 체계에 적합한 모형설정 및 유용성을 검토해 보고자 한다. 수요가 현실적으로 안정적인 실제 사례기업에서 원가의 절감이 절실한 관리의 문제로 대두된 생산관리자의 최대관심사인 최소의 비용으로 생산을 하기 위한 생산량의 결정문제를 집중적으로 연구하려는 것이다. 이 연구를 진행하기 위해서 생산계획에 관한 제 모형중 선형비용함수(Linear cost Function)를 적절히 이용할 수 있는 선형계획법(Linear Programming)을 적용하여 제품별, 기간별, 결정변수화하고, 기업생산관리체계에 적합한 생산계획을 수립하는 기초자료를 제공하는 주된 목적을 가지면서 실제로 경영자가 선형계획모형에 의해 총괄생산계획모형을 수립하고자 할 때 모형을 구성하는 제비용계수를 추정하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 총괄생산계획의 이론적 고찰

1) 총괄생산계획의 의의

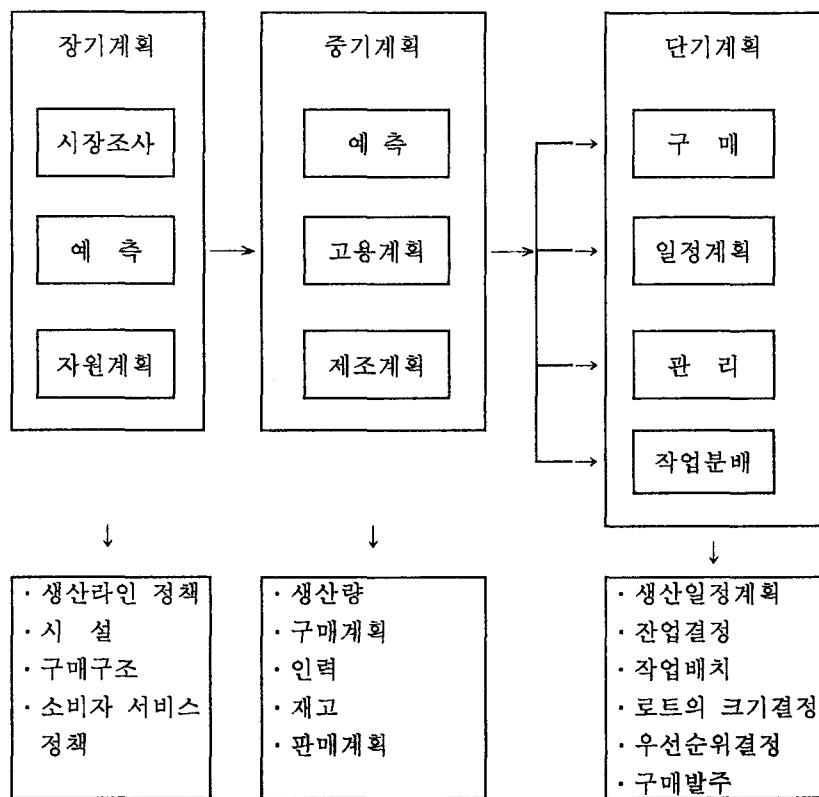
생산계획에는 일반적으로 시간적 범위에서 장기계획(long-term plans), 중기계획(medium-term plans) 및 단기계획(short-term plans)으로 구분하는 데, 장기계획은 계획과정에서 제품, 시장, 기술, 공장설비, 입지 등에 관한 제약조건이 없는 데 그 기간은 산업에 따라 다소 다르나, 1년 이상 5년 이내로 보는 것이 보통이다. 중기계획은 보통 1개월에서 12개월정도의 기간으로 보는 데 외형적인 공장(physical plant)이나 설비(equipments) 등은 그 기간동안 고정된 것으로 본다는 점이 특색이며, 단기계획은 1년이내의 것으로 익일(next day)이나 차월(next month)에 관한 계획을 주로하는 것이다.

일반적으로 제조기업의 생산계획을 수립하기 위해서는 대개 삼단계를 거치게 되는데, 고정설비 등 대규모 투자를 대상으로 하는 장기계획과 장기생산계획에서 결정된 범위내에서 수립되는 중기생산계획 또는 이를 전제로 수립되는 단기생산계획이 있다. 본 연구에서는 1년 미만의 중기를 대상으로 하는 생산에 필요한 기업의 내적, 외적 변수중 외적환경이 안정되어 있다는 가정하에서 생산에 소요되는 제비용을 최소화하는 연구이므로 중기생산계획에 대한 경영자의 의사결정에 도움이 될 것이다.

물론 이들 상호간에는 일정한 연관성이 있어 각 계획단계의 특성을 적절하게 혼합하여 운영하는 것이 장기적으로 기업의 효율극대화에 기여할 수 있다. <그림 1>은 이를 도표화하여 나

타낸 것이다. 이상과 같은 의미에서 본 연구에서는 총괄생산계획의 의의 및 범위를 다음과 같이 정의하고자 한다.

총괄생산계획이란 외형적인 공장이나, 설비 등이 고정된 것으로 보고, 생산자원의 적정배분과 비용의 최소화를 목적으로 하여 생산률, 고용수준, 재고수준, 임업, 하청 등 통제가능한 요소를 중심으로 여러가지 제약조건하에서 수립되는 월별, 분기별 생산수량계획이다.



<그림1> 생산계획의 단계

2) 총괄생산계획의 필요성

수요가 일정한 수준이면 계획의 단계는 별로 문제시되지 않으나 수요는 매일 매일 변하므로 수요의 변동을 흡수할 수 있는 대안이 마련되어야 한다. 변동하는 수요나 원재료의 비정기적 투입에 대처하기 위하여 적정한 생산률, 재고수준, 고용수준을 유지하면서 관계비용을 최소화 할 수 있는 대안을 발견하기 위하여 총괄생산계획이 필요하며, 그 이점으로는^[1]

- 첫째, 생산을 능률적으로 관리할 수 있고,
- 둘째, 경제적으로 생산할 수 있으며,
- 셋째, 생산경영자로 하여금 수요예측에 따른 원가절감등의 효과를 얻을 수 있다.

3) 총괄생산계획의 전략

전략이란 수요의 변동에 대처하기 위한 대안(alternatives)을 말하는 데 특히 고용, 노동의 가동률, 재고, 설비 등의 전략요소중에서 꼭 한 가지 요소만을 전략대안으로 이용할 때 이를 순수전략(pure strategy)이라 한다.[2] 이것을 <표1>로 나타낼 수 있다.

첫번째, 전략은 고용수준을 수요에 직접적으로 대응시켜 나가는 방법이다. 이 경우에 종업원을 고용할 때에는 모집, 선발, 훈련을 위한 직접비용과 생산성저하에 따른 간접비용이 발생하며, 해고시에는 해고보상비(unemployment compensation), 퇴직금 등을 지급하여야 하고, 기타 기업집단에 대한 무형의 역효과를 야기시킨다. 따라서 이 전략은 고용 및 해고에 따른 직접비용이 높고, 숙련된 작업을 요하는 경우 생산성과 사기의 저하가 크며, 노사협력관계를 해칠 우려가 많은 것이 흔이다.

<표 1> 순수총괄계획전략

전략	노동력크기 의 변동	초과시간 및 유휴시간이용	초과재고의 유지	품절의 발생	하청업자 의 이용	능력의 조정
1. 고용	YES	NO	NO	NO	NO	NO
2. OT와 IT	NO	YES	NO	NO	NO	NO
3. 재고	NO	NO	YES	NO	NO	NO
4. 납기지연	NO	NO	NO	YES	NO	NO
5. 하청	NO	NO	NO	NO	YES	NO
6. 공장능력	NO	NO	NO	NO	NO	YES

두번째, 전략은 고용수준을 고정시키고, 가동률을 조정하는 방법으로서, 잔업(ovvertime)과 유휴(idle time) 또는 조업단축 및 다수교대(multishift)제 등을 이용한다. 이 경우 고용 및 해고비용이 없는 반면 수요에 따라 수시로 잔업과 유휴가 발생하게 되어 노동사기가 떨어지고, 기회손실비용과 생산성저하를 초래한다.

세번째, 전략은 일정한 노동력과 생산수준은 유지할 수 있으나 상당히 많은 양의 재고보유가 필요하다. 초과재고에는 항상 유지보수비용과 열화비용, 자본비용이 발생한다.

네번째, 납기지연전략은 소비자가 기꺼이 기다린다면 효율적인 생산전략의 하나로 될 수 있다. 그러나 이 반대의 경우 재고부족으로 인하여 기회비용을 발생시키며, 공공관계에 암묵적인 손실을 입게 될 것이다.

다섯째, 하청계획전략은 생산수준에 대한 변동요인을 하청업자에게 떠맡기는 방법인 데 하청비용은 전형적으로 자체생산(in-home production)보다 높게 된다는 점이 약점이다.

끝으로, 생산능력의 추가는 중요한 자본지출이 된다.

이상의 순수전략은 각 요소를 한 가지로만 국한하여 실시한 것이나 실제로는 이러한 경우가 매우 드물고, 오히려 여러가지 전략요소를 필요에 따라 혼합하여 수립하는 혼합전략(mixed strategies)을 이용하는 것이 현실에 접근하는 것으로 되어 있다.

4) 총괄생산계획의 모형

생산계획의 방법론은 2차대전후 경영과학의 한 분야로서 개발되었으며, 다음과 같은 것이 있다.

- ① 도시적 기법(Graphical Method)
- ② 선형결정기법(LDR : Linear Decision Rule)

- ③ 수송계획모형(Transportation Model)
- ④ 경영계수이론(Management Coefficients Theory)
- ⑤ 매개변수 생산계획
- ⑥ 탐색결정기법(Search Decision Rule)
- ⑦ 목표계획모형(Goal Programming Approach)
- ⑧ 동적계획법(Dynamic Programming Approach)
- ⑨ 선형계획모형(Linear Programming)

여기서 선형계획모형은 의사결정으로 추구하는 바의 목적을 표시하는 목적함수식과 목적달성을 제한하는 제약조건식으로 구성된다. 목적함수식과 제약조건식은 1차적으로 표시되어 총비용의 최소화를 통하여 총괄계획의 결정변수에 대한 최적해를 구한다.

일반적으로 한 품목 또는 그 이상의 품목에 대해 생산계획을 작성하여야 할 경우 선형계획의 일반형태가 이용된다. 이러한 일반형태는 다음과 같다.[5]

목적함수 : 총비용(TC)의 최소화

$$\begin{aligned}
 Z_0 = & \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^2 C_{ijk} X_{ijk} && (\text{생산비}) \\
 + & \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C I_{ij} I_{ij} && (\text{재고비}) \\
 + & \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{ij} L S_{ij} && (\text{판매기회손실비}) \quad ----- (1)
 \end{aligned}$$

제약조건 :

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^m U_{ijk} X_{ijk} \leq K_{ijk} && (\text{생산능력}) \\
 + & \sum_{k=1}^2 X_{ijk} + I_{ijk} - I_{ij} + L S_{ij} = D_i && (\text{수요예측량}) \quad ----- (2) \\
 & X_{ijk} \geq 0 && (\text{생산량})
 \end{aligned}$$

여기서 기호의 정의는 다음과 같다.

C_{ijk} : k생산방법에 의한 j월에 제품 i를 생산하기 위한 단위당 비용

X_{ijk} : k생산방법에 의한 j월에 제품 i를 생산하는 갯수

i : 제품의 종류($i = 1, 2, \dots, m$)

j : 생산기간(월) ($j = 1, 2, \dots, n$)

k : 생산방법(1 = 정규, 2 = 잔업)

U_{ijk} : k생산방법에 의한 j월에 제품 i 1 단위를 생산하기 위한 생산능력

K_{ijk} : k생산방법에 의한 j월의 총가용 생산능력

D_{ij} : j월에 제품 i에 대한 수요량

I_{ij} : j월말에 제품 i의 재고량

$C I_{ij}$: j월의 제품 i에 대한 단위당 재고비

$L S_{ij}$: j월에 제품 i의 미판매량

P_{ij} : j월의 제품 i의 미판매에 따른 벌과금(손비)

이러한 선형계획법을 이용하는 총괄생산계획모형은 비용계수와 수요에 관한 정보가 주어지면 계획모형을 용이하게 수립할 수 있다.

그러나 심플렉스모형은 현실에 충분히 접근하지 못할 뿐 아니라 생산률, 작업자수와 같은 경영 의사 결정 변수와 외부하청의 이용 등을 직접 취급하지 못하는 단점과 다품종제품의 일정계획 중 준비비(set-up cost)에 대한 처리를 할 수 없다는 단점을 가지기도 한다. 그러나 이 한계점은 Alan S. Manne에 의해서 해결되었다. 하지만 품목이 많아지고 기간이 길어지면 선형계획법의 크기가 매우 커져 실용성에 문제가 있다.

5) 모형의 현실적 제약점[4]

① 대부분의 모형이 목적함수를 이익의 극대화내지 비용의 극소화만으로 정의하고 있다. 그러나 기업의 목표에는 이러한 이익목표와 동시에 생산부문의 부문목표나 기업특유의 목표도 있으므로 이러한 목표를 극대화시키거나, 극소화시키는 것이 중요한 것이 아니라 정해 놓은 기준을 만족시키는 것이 보다 더 중요하다.

② 생산계획을 수립하는 데 대부분의 모형이 인력, 설비, 원자재중 인력과 설비에 관해서는 고려하고 있으나 원자재의 수급 및 비축의 문제가 없는 것으로만 가정을 하고 있다.

③ 모형 적용상 비용결정문제로 모든 비용에 대하여 정확하게 수치로 나타내는 것은 거의 불가능하다. 이러한 비용의 객관적 추정이 가능하다면 선형계획법에 의해 충분히 현실적으로 실현가능한 생산계획을 수립할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 사례기업의 특성상 적용을 쉽게 하기 위하여 현실을 단순화하고, 비용을 객관적으로 결정하는 유용하고 만족스러운 과학적 방법이 없으므로 생산계획자에게 비용에 대한 평가를 정확하게 하도록 요구하여 얻어진 자료에 의해 비용을 추정한다. 특히 컴퓨터의 이용이 보편화되고 있는 현실을 감안할 때 시간의 경과에 따라 발생할 수 있는 단위당 비용의 변화, 즉 비용계수의 변화가 결정변수의 최적해에 미치는 영향을 컴퓨터에 의하여 쉽게 분석할 수 있기 때문에 본 연구에서는 선형계획법을 실제 사례기업에 적용하여 선형계획법 프로그램인 QBS를 이용하여 연구한다.

3. 모형의 수립

3.1 모형의 수립을 위한 고찰

모형수립을 위한 가정은 다음과 같다.

- ① 각 비용함수의 값은 결정변수의 변화에 대하여 선형으로 증감한다.
- ② 계획기간중 매월 작업일수는 공휴일에 관계없이 각 월의 일수 그대로 적용한다.
- ③ 자료는 원자료를 일정비율가감하여 사용한다.

1) 비용함수

① 재고비(Inventory Cost)

일반 기초재고이론에서 안전재고를 고려하지 않을 때 기초재고량이 I_{t-1} , 기말재고량이 I_t 일 때 자본비용만을 고려하여 사례기업에 적합하게 식을 변형하면 다음과 같다

$$C_{it} = \sum_{t=1}^{12} \frac{I_{it} + I_{i(t-1)}}{2} \cdot V_{it} \quad (3)$$

i = A, B

t = 0, 1, 2, 3 12(0은 최초의 기초재고) 가 된다.

이 때, I_{it} 는 t 기의 i 제품 재고수량이며, V_{it} 는 t 기의 i 제품 단위당 재고비이다.
이를 제품별 재고비용으로 분할하면 다음과 같다.

$$A\text{제품} : \sum_{t=1}^{12} \frac{A_{It} + A_{It-1}}{2} \cdot AV_t$$

$$B\text{제품} : \sum_{t=1}^{12} \frac{B_{It} + B_{It-1}}{2} \cdot BV_t$$

전체 재고비는 다음과 같다.

$$\sum I_{it} = \sum_{t=1}^{12} \frac{A_{It} + A_{It-1}}{2} \cdot AV_t + \sum_{t=1}^{12} \frac{B_{It} + B_{It-1}}{2} \cdot BV_t \quad (4)$$

② 전력비

<표 2> 표준제조원가 (단위: 원)

과 목	여 름 (6-8월)		여 름 외	
	A제품	B제품	A제품	B제품
재료비	311,090	223,806	311,090	223,806
노무비	30,822	62,523	30,822	62,523
전력비	97,609	154,706	76,286	120,909
제조경비	74,221	76,189	74,221	76,189
계	513,742	517,224	492,419	483,427

$$\text{전력비} = \sum_i \sum_{j=1}^{12} P_{ij} \cdot X_{ij}$$

P_{ij} 는 제품(A제품과B제품)의 j 월의 제품단위당 전력원가

X_{ij} 는 i 제품(A제품과 B제품)의 j 월의 생산수량

본 모형에서 나타내고자 하는 비용함수는 재고비용과 전력비의 합으로 표시되고, 총 계획대상기간의 발생비용은 단위기간비용을 합한 것이다.

따라서 비용함수 C_T 는 다음과 같다.

$$C_T = \sum_{t=1}^{12} \frac{A_{It} + A_{It-1}}{2} \cdot AV_t \quad (\text{A제품 재고비용})$$

$$+ \sum_{t=1}^{12} \frac{BIt + BIt-1}{2} \cdot BVt \quad (\text{B제품 재고비용})$$

$$+ \sum_{i=A,B} \sum_{j=1}^{12} P_{ij} \cdot X_{ij} \quad (\text{전력비}) \quad \dots \quad (5)$$

위 (5)식은 LP의 특성인 비례성(proportionality), 가법성(additivity), 분할성(divisibility), 확정성(deterministic)[3]을 만족하므로 LP의 목적함수로 사용할 수 있다.

2) 제약조건(Constraints)

① 생산능력

생산능력(량) X_{ij} 를 제품별로 보면 다음과 같다.

A제품 : $A \leq \text{제1호기} + \text{제2호기}$

B제품 : $B \leq \text{제2호기} + \text{제3호기} + \text{제4호기}$

<표 3> 호기별, 제품별 생산능력

생산능력	규격	A제품	B제품
제 1 호기	7,500 KVA	62 개	41 개
제 2 호기	5,000	41	27
제 3 호기	5,000	49	33
제 4 호기	5,000	41	27
합 계		193	128

이를 월단위의 기간으로 변형하면 다음과 같다.

$At \leq 103$ 개 \times (각월의 일수)

$Bt \leq 87$ 개 \times (각월의 일수)

A제품이 B제품의 1.5배 정도의 생산능력을 보유 하므로 다음과 같이 된다.

$At + 1.5Bt \leq 193 \times$ (각월의 일수)

② 재고유지

제품별 재고량은 매월 말 A제품은 1,200개, B제품은 200개로 유지하고

시중판매에 대비한 재고 3일분보유분은, A제품은 86개, B제품은 156개이다.

그러므로 총재고량은 A제품이 1,286개, B제품은 356개를 최저하한선으로 보유해야 한다.

$I_{it} \geq A\text{제품}(1286 \text{ 개}) + B\text{제품}(356 \text{ 개}) \quad (i = A, B \quad t = 1, 2, 3, \dots, 12)$

이를 제품별 제약조건으로 변형하면 다음과 같다.

$$A_{it} \geq 1286$$

$$B_{it} \geq 356$$

여기서 A_{it} 는 t 기간의 A제품의 재고량,
 B_{it} 는 t 기간의 B제품의 재고량.

또한 사례기업제품의 1993년 실제수요량(<표 4>참조)을 기초로 하고, 생산량을 고려하여 기말 재고를 구하면 다음과 같은 재고정리 제약조건식이 된다.

최초의 재고량을 계산하기 위한 년초의 기초재고량은 1993년 1월 1일 현재, A제품 3,478개와 B제품 1746개를 보유하고 있었다. 이들을 바탕으로 한 재고정리 제약조건식은 다음과 같다.

$$I_{it-1} - I_{it} + X_{it} = D_{it}$$

$$I_{it}, X_{it}, D_{it} \geq 0$$

($t = 1, 2, 3 \dots 12$, $i = A$ 제품, B 제품)

여기서 D_{it} : 기간 t 의 i 제품의 수요량

<표 4> 사례기업제품의 실제수요량 (단위: 개)

	A제품	B제품	계
1993.1	2,783	1,878	4,771
1993.2	2,738	2,005	4,743
1993.3	2,179	1,575	3,754
1993.4	2,309	1,688	3,997
1993.5	2,208	1,644	3,932
1993.6	3,018	1,656	4,674
1993.7	3,085	1,805	4,890
1993.8	2,991	1,747	4,738
1993.9	3,184	1,790	4,974
1993.10	3,183	1,520	4,703

즉, 기간 t 에서 기초재고량과 생산량의 합은 그 기간의 수요량과 기말재고량의 합과 같다.

이를 각 제품별로 변형하면 다음과 같다.

$$A_{Dt} = A_{It-1} + A_{it} - A_{It}$$

$$B_{Dt} = B_{It-1} + B_{it} - B_{It}$$

상기에서 조사한 결과를 선형계획모형의 목적함수와 제약조건식으로 구성하면 다음과 같다.

Minimize:

$$C_T = \sum_{t=1}^{12} \frac{A_{It} + A_{It-1}}{2} \cdot A_{Vt}$$

$$+ \sum_{t=1}^{12} \frac{B_{It} + B_{It-1}}{2} \cdot B_{Vt}$$

$$+ \sum_i \sum_j^{12} P_{ij} + X_{ij} \quad \dots \quad (6)$$

Subject to:

3.2 모형의 적합성검토

〈표5〉 1단계 선형계획 모형을 이용한 해

변수명	해	변수명	해
A1	0	B1	2068.0002
A2	1750.0001	B2	2436.0000
A3	1937.4996	B3	2697.0000
A4	3090.0000	B4	1799.9999
A5	3193.0000	B5	1859.9998
A6	152.49983	B6	0
A7	2085.0000	B7	0
A8	1991.0000	B8	1746.9999
A9	2184.0000	B9	1520.0000
A10	2183.0000	B1	2059.9998
A11	1916.9999	B1	1776.9999
A12	2064.0000	B1	1936.0002
A11	1916.9999	BI1	2367.0002
A12	1707.0002	BI2	3489.0005
A13	1465.4998	BI3	3601.0000
A14	2246.5000	BI4	3816.9998
A15	3151.5000	BI5	2161.0000
A16	1286.0000	BI6	356.00000
A17	1286.0000	BI7	356.00000
A18	1286.0000	BI8	356.00000
A19	1286.0000	BI9	356.00000
A110	1286.0000	BI10	356.00000
A111	1286.0000	BI11	356.00000
A112	1286.0000	BI12	356.00000

1단계의 선형계획모형은 1~4호기 가운데 제2호기만을 A제품과 B제품의 필요생산량에 따라 교대로 사용하여 생산하는 방법으로서 제2호기를 그때 그때 두 제품의 생산량을 고려하여 언제든지 교대로 전환하여 사용하므로 발생하는 내용을 고려하지 않고 모형을 적용하여 최적 생산량을 구하는 단계이다. 이 단계에서 고려하지 못하는 비용은 제2호기의 교대로 전환함에 따라 발생하는 설비정지에 따른 손실과 다시 가동하는데 발생되는 비용, 설비를 다른제품을 생산

하기 위해 청소하고 준비하는 데 사용되는 비용, 설비를 다시 가동하여 정상적인 생산률까지 올리기 데 소요되는 비용 등을 고려하지 않고 최적해를 구한 것이다. 1단계 선형계획모형의 적용결과는 목적함수의 최적해가 $4.411316E+09$ 로 나타났다. 이 결과를 보면 다음과 같은 해석이 가능하다. 하절기(6~7월)의 경우 전력비가 비싸게 되므로 이때 2제품 중 전력비가 더 많이 드는 B제품의 생산량은 급격히 줄게 되어 변수 B6과 B7의 해 즉, 6월과 7월의 B제품과 생산량은 0로 나타나고 있다. 그리고 A1 ~ A12와 B1 ~ B12의 해를 검토하면 일정한 경향을 발견할 수 있다.

〈표6〉 2단계 선형계획 모형을 이용한 해

변수명	해	변수명	해
A1	0	B1	2068.0002
A2	1736.0001	B2	2436.0000
A3	1922.0000	B3	2697.0000
A4	3090.0000	B4	1799.9999
A5	3193.0000	B5	1859.9998
A6	181.99962	B6	0
A7	2058.0000	B7	0
A8	1991.0000	B8	1746.9999
A9	2184.0000	B9	1519.9999
A10	2381.9998	B10	2060.0000
A11	1860.0000	B11	1776.9999
A12	1922.0000	B12	1936.0001
AI1	1694.9999	BI1	2367.0002
AI2	1693.9999	BI2	3489.0002
AI3	1436.0001	BI3	3601.0002
AI4	2217.0002	BI4	3816.9998
AI5	3122.0002	BI5	2161.0000
AI6	1286.0000	BI6	356.00000
AI7	1286.0000	BI7	356.00000
AI8	1286.0000	BI8	356.00000
AI9	1286.0000	BI9	356.00000
AI10	1484.9998	BI10	356.00000
AI11	1428.0000	BI11	356.00000
AI12	1286.0000	BI12	356.00000

준비비와 생산능률의 문제등을 최소화하기 위해 제2호기의 교대로 A제품과 B제품의 생산횟수를 최대한 줄이려고 노력하고 있다. 그러므로 본 연구에서도 제1단계 모형에서 고려하지 못한 이러한 요소를 직접적으로 비용을 산출하여 계수화하여 적용하지는 못하지만 생산량을 변수인 A1 ~ A12와 B1 ~ B12와 직접 관련된 제약조건식을 변형함으로서 이를 반영하고자 한다. 준비비와 생산능률의 문제는 준비비에 사례기업의 특성상 많은 요소가 포함되고 정상가동 까지의 기간, 생산능률등 복잡한 계산요소가 포함되기 때문에 이를 정확한 수치로 계산하여 계수화하지 못하고, 1단계에서 발견한 2제품의 생산패턴을 고려하여 임의적으로 연구자가 제약조건식을 변형하여 설비의 전환을 최소화하도록 한다. 제약조건의 변형방법은 1단계에서 발견한 패턴을 그대로 적용하여 A제품의 경우 제2호기의 사용을 하절기와 그때를 전후한 기간으로 제한하여 4월에서 10월까지 제1호기와 제2호기의 생산능력을 최대로 활용하여 생산하도록 생산능력을 제약하고, 11월에서 3월까지의 기간동안에는 생산능력중 제1호기만을 사용하여 생산하

도록 제약조건식을 변형하였다. B제품의 경우도 동일하게 B1 ~ B12의 변수를 제약하는데 4월에서 6월까지는 제3호기와 제4호기만을 사용하여 생산하도록 하고, 그 이외의 기간에 제2호기의 생산능력을 포함하여 생산하도록 제약하였다.

2단계의 결과는 목적함수의 최적해는 $4.451316E+09$ 로 나타났다. <표6>의 2단계 선형계획모형의 해를 보면 특이한 점은 다음과 같다. A제품과 B제품의 생산량을 보면 6월에 A제품의 생산량이 약 182로 낮게 나타났으며, B제품의 경우에는 6월과 7월에는 생산을 전혀 안하는 것이며 좋은 것으로 나타났다.

<표7> 3단계 선형계획 모형을 이용한 해

변수명	해	변수명	해
A1	181.99962	B1	2068.0002
A2	1736.0001	B2	2436.0000
A3	1922.0000	B3	2697.0000
A4	3090.0000	B4	1799.9999
A5	3193.0000	B5	1859.9998
A6	0	B6	0
A7	2085.0000	B7	0
A8	1991.0000	B8	1746.9999
A9	2184.0000	B9	1519.9999
A10	2381.9998	B10	2060.0000
A11	1860.0000	B11	1776.9999
A12	1992.0000	B12	1936.0001
AI1	1876.9995	BI1	2367.0002
AI2	1874.9996	BI2	3489.0002
AI3	1617.9996	BI3	3601.0002
AI4	2398.9998	BI4	3816.9998
AI5	3304.0000	BI5	2161.0000
AI6	1286.0000	BI6	356.00000
AI7	1286.0000	BI7	356.00000
AI8	1286.0000	BI8	356.00000
AI9	1286.0000	BI9	356.00000
AI10	1484.9998	BI10	356.00000
AI11	1428.0000	BI11	356.00000
AI12	1286.0000	BI12	356.00000

3단계의 선형계획모형도 역시 1단계에서 2단계로 넘어 온 바와 같이 2단계에서의 결과 해를 보고 2단계 선형계획모형에서의 제약조건식의 일부를 변환시켜 그 결과를 산출해 본 것이다. 2단계 모형의 결과에서 6월의 A제품 생산량이 타기간에 비해서 매우 낮게 생산하게 되는 것이 결과로서 산출되었으므로 이를 하절기 전력비가 비싼것을 고려하여 6월에 A제품을 전혀 생산하지 않도록 A6변수의 상한선을 0으로 제약하였다. 또한 B제품의 경우 1단계와 2단계의 선형계획모형의 해 모두에서 전혀 생산을 하지 않는 것이 좋은 것으로 나타났으므로 이것도 3단계 선형계획모형에서는 B6과 B7변수의 상한선을 0으로 하여 생산을 전혀 하지 않도록 제약하였다. 그 결과 산출한 모형은 다음과 같다.

3단계 모형의 결과는 최소화된 목적함수는 $4.451936E+09$ 로 나타났다. 이 결과를 보면 제약조

전에 의해 A제품의 경우 6월에 전혀 생산을 하지 않고, B제품의 경우 6,7월에 전혀 생산을 하지 않는 가운데에서 비용을 최소로 하는 생산량을 구한 것이다. 이 결과로 하절기에는 B제품을 적게 생산하고, 타계절에 B제품을 많이 생산하는 결과를 보여주고 있으며, A제품의 경우에도 다른 앞단계 모형에서와 동일하게 B제품과 반복의 경향을 보이고 있다.

4. 사례연구

4.1 사례기업의 현황

가구전문 생산업체인 F사는 시장의 약 10%를 점유하고 있는 업체로서 설비의 성력화 및 공정개선, 품질향상 등을 추진하여 내실화를 기하고 있는 중견기업이다.

사례기업이 안고 있는 가장 큰 문제는 대내적으로는 전력비의 절감 및 재고비용의 감소에 있고, 대외적으로는 원자재의 적기적량 공급이 문제이다. 원자재는 장기계약을 체결함으로써 공급은 어느 정도 안정추세이나 자재비의 상승으로 원가절감이 한계에 직면하고 있다.

이에 원가절감과 품질보증으로 수요에 대처하기 위하여 보다 합리적인 생산계획수립의 필요성이 더욱 강조된다.

시장정보에 의하여 수요량과 안전재고를 확보한 후 다른 품목으로 전환조업을 실시하는 바준비비, 기술적인 문제 등으로 인하여 부분성력화를 통한 품질코스트의 최소화를 피하고 있다.

4.2 사례기업의 실제치와의 비교분석

본 선형계획모형은 비용함수를 최소화하도록 A제품과 B제품의 기간별 최적생산량을 구하려고 한 것이다. 먼저 각 단계별로 최소화된 목적함수의 값과 실제치를 비교하면 <표8>과 같다.

<표8> 단계별 목적함수 값

	1단계	2단계	3단계
최소화된 목적함수 값	4.411316E+09	4.451316E+09	4.451936E+09
실제치	4.722754E + 09		

본 연구에서는 수학적 모형을 적용하기 위한 변수추정과, 목적함수화 제약조건식을 설정하여 모형에 직접 적용하는 방법을 제시하고, 적용모형의 결과 어떠한 효과가 있었는지를 평가하는 실증적 분석이 목적이었다. 또한 목표생산량을 달성시키기 위한 생산계획의 인식을 체계적인 방법으로 생산비용을 최소화 할 수 있도록 생산전략적인 측면을 고려하여 생산계획을 수립함으로써 생산계획에 대한 사례회사의 인식을 새롭게 하였고, 생산시스템 변경에 대한 기초자료를 제공하려는데 그 의의가 있다.

1단계에서 2단계로 모형의 제약조건을 변형시키는 단계에서 준비비와 생산능률의 문제를 사례기업의 경영방침대로 전환 횟수를 최대한 줄이는 방향으로 하였기 때문에 1단계와 나머지 2단계, 3단계의 최소화된 목적함수 값을 서로 비교할 수가 없다. 그러나 2단계와 3단계의 최소화된 목적함수 값은 동일한 제약조건중 단지 생산량에서 임의의 제한을 두었으므로 그 생산량의 결정패턴이 다름에 따라 어떠한 값의 변화가 있는지를 서로 비교하는 것이 의미가 있다. 2

단계와 3단계의 목적함수 값은 〈표8〉에 나타난 대로 2단계가 3단계 보다 오히려 우수한 것으로 나타나고 있다. 이 결과는 하절기 전력비를 줄이기 위해서 A제품까지 무리하게 생산을 하지 않을 경우 오히려 다른 기간에 생산량을 늘여서 재고로서 수요량을 충족시켜야 하기 때문에 사장되는 재고의 자본비용이 훨씬 더 비싸게 되어 불리하게 됨을 나타내고 있다. 총괄생산계획이 각 기간에서의 비용을 최소화하는 데 있지 않고, 전기간의 비용을 최소화하는 데 있다는 점을 염두에 두고 볼 때 3단계 모형의 결과보다는 오히려 2단계의 결과에 따라 B제품을 조금이나마 생산하는 것이 전기간에 걸쳐 비용을 최소화시키는 방법이 됨을 알 수 있다. 그리고 실제치와의 비교는 원가계산을 모형에 맞추어서 재고비용중 자본비용만을 그리고 생산비중 전력비만을 고려하여 계산한 결과 〈표8〉과 같이 나타났다. 그러므로 다른 비용을 고려하지 않을 경우 2단계 모형의 결과와 3단계 모형의 결과는 실제치와의 비교에서도 상당한 성과를 거둘 수 있음을 보여주고 있다.

5. 결 론

본 연구의 결과 사례기업의 경우 비용조건이 연구의 가정과 같이 단순화되어 고려의 대상이 되지 않아도 된다면 6월에는 전력비상수급계획에 의해 부과되는 하절기 고전력단가를 피하기 위해 B제품의 생산을 하지 않아야 한다는 결론에 도달하게 된다. 1단계 모형은 먼저 각 제품의 생산량의 한 패턴을 찾고, 다음 단계에 적용 가능한 생산량의 제약조건을 정하고 더 나은 최선의 해를 찾기 위해 사용되었다. 이 1단계 모형에서 2단계를 위한 적절한 패턴을 발견할 수 있었다. 그 결과 2단계 모형에서는 생산량을 준비비까지 고려하여 제2호기의 사용을 2기간으로 크게 나눌수 있다. 3단계 모형은 2단계 모형에서 나타난 결과를 한 단계 더 진행시킨 결과로 생산비용요소를 무리하게 낮추려고 할 경우 다른 비용요소의 상승으로 오히려 역효과를 가져오고 있다. 그러므로 본 연구에서는 2단계 모형의 결과가 가장 우수하게 나타났으며, 이 모형에 적용되는 논리가 가장 생산관리자에게 유용하다고 판단된다. 이 논리는 전력비가 비싼 계절에는 전력비가 싼 제품을 주로 생산하며, 이 제품의 생산도 다른 비용요소를 고려하면서 가장 적게 생산하도록 노력하여야 한다는 것이다. 실제치와의 비교에서도 각 모형이 상당한 개선효과가 있는 것으로 나타났다. 그러므로 사례기업의 경우 전력비의 계절적 차별과 재고비용에 대한 각 제품의 차별적 생산이라는 논리의 적용이 현실에서도 고려되어야 한다는 시사점을 주고 있다.

그러나 본 연구에서는 사례기업에 실제자료를 적용하여 선형계획모형의 해를 구하기 위한 과정으로 한계를 지니게 된다.

첫째, 본 연구에서는 현실을 지나치게 단순화시켜 비용함수를 결정하였고, 선형을 가정하였다. 일반적으로 사용되는 선형계획모형에서 고려되는 많은 요인을 본 연구에서는 사례기업의 비용요소중 그 중요성에 비추어 생략하였는 테 그 결과로서 6월에는 전혀 생산을 하지 않는 결과를 도출한 것이다. 이러한 결과는 실제 기업에서는 거의 일어날 수 없는 결과로서 후속 연구에서는 이러한 단점을 보완하여 많은 비용함수 요인을 좀더 많이 고려하여 현실과 가까운 모형으로 연구하여야 한다.

또한 선형성에 대한 검증도 아울러 이루어져야 한다.

둘째, 본 연구에서는 탐색적 방법과 비슷하게 여러 단계를 거쳐서 최적의 해가 아닌 최선의 해를 구하도록 함으로서 전체적인 모형이 사례기업에 맞추어 너무 단순화되고 평이하게 구성되었다.

세째, 사례기업의 경우 안전재고를 유지하는데 과학적인 방법을 도입하지 못하였는 테 이를 그대로 모형에 적용하였다. 그러나 안전재고유지에 관한 과학적 방법을 도입하여 검토하여야 할 것이다.

네째, 사례기업에 더 적합한 모형을 개발하기 위해서 여러가지 모형을 적용하여 보아야 했으나 다른 모형을 적용한 결과와의 비교가 없다는 점이다.

따라서 앞으로 더 많은 비용요소를 고려한 비용함수를 도출하여 현실에 더욱 가깝도록 하여 완벽한 모형을 구축하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이 병 찬, [생산관리], 학문사, 1981, p.233
- [2] 이 순 용, [생산관리-제품 및 서비스 생산시스템의 설계와 운영], 법문사, 1982, p.426
- [3] Hiller, F. S., Lieberman, G.J., Operations Research, 2nd ed., Holden-Day Inc., 1974, pp.22-24
- [4] Lee, S. M., Goal Programming for Decision Analysis, Auerbach Publisher, 1972, p124.
- [5] Niland, P., Production Planning, scheduling and Inventory Control, The MacMillan Company, 1970, pp.127-132.
- [6] Shore, B., Operations Management: International student ed., McGraw-Hill Inc., 1973, pp.330-331.