

## 商品劣化を考慮した二倉庫在庫方策

02004174 大阪工業大学 ※安達 康生 ADACHI Yasuo  
01404794 大阪工業大学 中島 健一 NAKASHIMA Kenichi  
01402554 大阪工業大学 能勢 豊一 NOSE Toyokazu  
01107964 摂南大学 栗山 仙之助 KURIYAMA Sennosuke

### 1. 緒言

本研究では、販売店倉庫と保管用倉庫の2種類の倉庫を用いて、二倉庫間の補充を考慮した1計画期間問題を考える。対象となる商品は、季節商品に見られるように、需要が一次線形的に増加する傾向があるものと仮定する。ここで、販売店倉庫は、販売店における収容能力の小さい倉庫とし、需要はこの倉庫より引き当てられる。また、保管用倉庫は、十分大きな収容能力をもち、販売店倉庫に補充される前段階の倉庫とする。いずれの倉庫においても、在庫商品は、指数的に劣化するものと仮定する[1]。さらに、保管費用、劣化損失費用、品切れ損失費用、倉庫間の補充費用からなる総費用を考える。そこで数値例により、販売店倉庫の収容能力や商品劣化率等の変化が、総費用を最小化する最適な倉庫間補充回数に与える影響について考察する。

### 2. 二倉庫在庫モデル

#### 2.1 モデルの前提条件

- (1)計画期間は1期間であり、商品の購入は、期首に1回だけ行う。
- (2)需要は一次線形的な傾向をもつものとする。
- (3)販売店倉庫と保管用倉庫の2種類の倉庫が存在し、保管費率は販売店倉庫より保管用倉庫の方が大きい。
- (4)各倉庫の在庫商品は指数的に劣化し、劣化率は販売店倉庫より保管用倉庫の方が小さい。また劣化量は劣化損失費用として総費用に賦課される。
- (5)期首に購入された商品は、全て保管用倉庫に保管され、一定間隔ごとに次の補充間隔中に必要な需要量と劣化量の和が補充量として補充される。
- (6)販売店倉庫は収容能力が小さく、その制限を超えて商品を補充することはできない。また、保管用倉庫の収容能力は、十分に大きいものとする。
- (7)1回の補充量が在庫収容能力を超えたとき、需要に引き当てることができない量は、品切れ損失費用として賦課される。
- (8)補充費用はその量に関係なく、補充回数にのみ依存する。

#### 2.2 記号の説明

本研究で用いる記号を以下に示す。

- $W$ : 販売店倉庫の収容能力 [個]  
 $d$ : 商品単価 [円]  
 $C_s$ : 販売店倉庫での保管費率 (販売店倉庫での商品単価  $d$  当りの保管費用)  
 $C_h$ : 保管用倉庫での保管費率 (保管用倉庫での商品単価  $d$  当りの保管費用)  
 $S$ : 品切れ損失費率 (商品単価  $d$  に対する品切れ損失費用)  
 $R$ : 1 回当りの補充費用 [円/回]  
 $\theta_1$ : 販売店倉庫での劣化率  
 $\theta_2$ : 保管用倉庫での劣化率  
 $T$ : 補充間隔 [日]  
 $n$ : 補充回数 [回]  
 $(j-1)T$ : 補充時点 ( $j=1,2,\dots,n$ ) [日]  
 $f(t)=a+bt$ : 時刻  $t$  での需要量 ( $a$  は初期需要量,  $b$  は需要量の増加率) [個]  
 $I_j$ : サービス期間率 (補充間隔  $[(j-1)T, jT]$  における在庫保有の割合)  
 $w_j$ :  $(j-1)T$  時での補充量 [個]  
 $I_j(t)$ : 品切れを起こさない場合の任意の補充間隔  $[(j-1)T, jT]$  における時刻  $t$  での販売店倉庫の在庫量 [個]  
 $I_j'(t)$ : 品切れを起こす場合の任意の補充間隔  $[(j-1)T, jT]$  における時刻  $t$  での販売店倉庫の在庫量 [個]  
 $H(e)$ : 定義関数 (事象  $e$  が起これば1, さもないと0)

### 3. モデルの定式化

#### (1)販売店倉庫の費用

販売店倉庫では保管費用、劣化損失費用、品切れ損失費用の3種類の費用が発生する。また、販売店倉庫の在庫量の推移を図1に示す。

任意の補充期間  $[(j-1)T, jT]$  において、品切れは補充量が販売店倉庫の収容能力を超えた場合のみ発生する。そこで、①品切れを起こさない場合 (補充量が収容能力を超えない場合) と②品切れを起こす場合 (補充量が収容能力を超えた場合) の2通りに分けて考える。また、②品切れを起こす場合においては、Goswami and Chaudhuri[2]のサービス期間率の概念を導入し、モデルの定式化を行う。

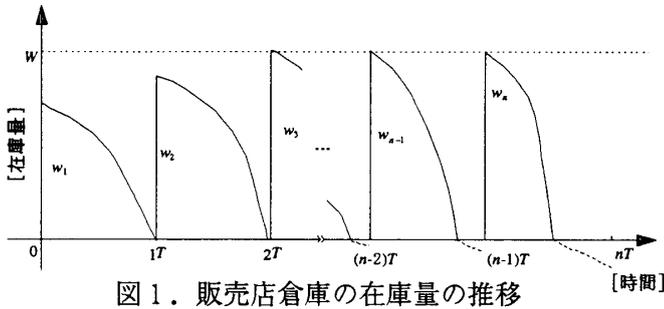


図1. 販売店倉庫の在庫量の推移

①品切れを起こさない場合

任意の補充間隔 $[(j-1)T, jT]$ での保管費用は以下の式になる。

$$Cs \cdot d \cdot \int_{(j-1)T}^{jT} I_j(t) dt$$

任意の補充間隔 $[(j-1)T, jT]$ での劣化損失費用は以下の式になる。

$$d \cdot \int_{(j-1)T}^{jT} f(t) [e^{\theta \cdot (t-(j-1)T)} - 1] dt$$

②品切れを起こす場合

在庫保有期間 $[(j-1)T, (j+l-1)T]$ での保管費用は以下の式になる。

$$Cs \cdot d \cdot \int_{(j-1)T}^{(j+l-1)T} I_j'(t) dt$$

在庫保有期間 $[(j-1)T, (j+l-1)T]$ での劣化損失費用は以下の式になる。

$$d \cdot \int_{(j-1)T}^{(j+l-1)T} f(t) [e^{\theta \cdot (t-(j-1)T)} - 1] dt$$

在庫保有期間 $[(j-1)T, (j+l-1)T]$ での品切れ損失費用は以下の式になる。

$$S \cdot d \cdot \int_{(j+l-1)T}^{jT} f(t) dt$$

(2) 保管用倉庫の費用

保管用倉庫では、保管費用、劣化損失費用の2種類の費用が発生する。そこで、保管量を任意の補充時点 $jT$ ごとの販売店倉庫への補充量と保管倉庫での劣化量について考え、販売店倉庫と同様に定式化を行う。

①品切れを起こさない場合

保管費用は以下の式になる。

$$Ch \cdot d \cdot \frac{w_j \cdot \{e^{\theta \cdot (j-1)T} - 1\}}{\theta_2}$$

劣化損失費用は以下の式になる。

$$d \cdot w_j \cdot \{e^{\theta \cdot (j-1)T} - 1\}$$

②品切れを起こす場合

保管費用は以下の式になる。

$$Ch \cdot d \cdot \frac{W \cdot \{e^{\theta \cdot (j-1)T} - 1\}}{\theta_2}$$

劣化損失費用は以下の式になる。

$$d \cdot W \cdot \{e^{\theta \cdot (j-1)T} - 1\}$$

したがって、総費用は、以下のようにになる。

$$\sum_{j=1}^n \left[ \left\{ Cs \cdot d \cdot \int_{(j-1)T}^{jT} I_j(t) dt + d \cdot \int_{(j-1)T}^{jT} f(t) [e^{\theta \cdot (t-(j-1)T)} - 1] dt \right. \right. \\ \left. \left. + Ch \cdot d \cdot \frac{w_j \cdot \{e^{\theta \cdot (j-1)T} - 1\}}{\theta_2} + d \cdot w_j \cdot \{e^{\theta \cdot (j-1)T} - 1\} \right\} \cdot H(w_j < W) \right. \\ \left. + \left\{ Cs \cdot d \cdot \int_{(j-1)T}^{(j+l-1)T} I_j'(t) dt + d \cdot \int_{(j-1)T}^{(j+l-1)T} f(t) [e^{\theta \cdot (t-(j-1)T)} - 1] dt \right. \right. \\ \left. \left. + S \cdot d \cdot \int_{(j+l-1)T}^{jT} f(t) dt + Ch \cdot d \cdot \frac{W \cdot \{e^{\theta \cdot (j-1)T} - 1\}}{\theta_2} \right. \right. \\ \left. \left. + d \cdot W \cdot \{e^{\theta \cdot (j-1)T} - 1\} \right\} \cdot H(w_j = W) \right] + n \cdot R$$

4. 数値例

モデルの有効性を示すために、販売店倉庫の在庫収容能力、品切れ損失費率、保管用倉庫の保管費率、販売店倉庫の劣化率等を変化させ、数値計算を行った。

5. 結言

本研究では、単品目の劣化する商品を扱った1計画期間問題において、二倉庫在庫モデルの定式化を行い、数値例によって以下のことを明らかにした。

- (1) 販売店倉庫の収容能力が小さくなるにつれて、最適な補充回数は増加する。
- (2) 販売店倉庫の劣化率が大きい場合、補充回数をより多くした方が経済的である。
- (3) 保管用倉庫の保管費率が高い場合、補充回数をより少なくした方が経済的である。

<引用・参考文献>

[1] Ghare P. M. and Schrader G. F. : "A Model for Exponentially Decaying Inventory," The Journal of Industrial Engineering, Vol.14, No.5, pp.238-243, 1963.  
 [2] Goswami A. and Chaudhuri K. S. : "An Economic Order Quantity Model for Items with Two Levels of Storage for a Linear Trend in Demand," Journal of Operational Research Society, pp.157-167, 1992.