

商品の出荷頻度と在庫量を考慮したピッキングにおける 動管と補管の区分けに関する研究

1955010 趙 保樑

指導教員 黒川 久幸 教授

1. はじめに

1.1 研究背景

日本においては、生産年齢人口の減少と EC 市場の拡大による物量の増加から、物流センターにおける人手不足が大きな問題となっている。そのため物流センター内の総労働時間の約 60%を占められているピッキング作業の効率化が求められており、数多くの改善が行われている。

この改善の一つとして、ピッキング時の歩行距離の削減に着目した西村⁽¹⁾と股部⁽²⁾の研究がある。西村⁽¹⁾は、商品の保管エリアを、ピッキングを行う動管と補充商品を保管する補管の2つに区分けすることにより、ピッキング作業における作業距離短縮できることを明らかにしている。そして、股部⁽²⁾は商品の出荷頻度の比較から、出荷頻度の高い商品を動管エリアに保管することにより、ピッキング作業における作業距離を短くできることを明らかにしている。

しかし、実務上考慮しなければならない動管エリアの保管面積の制約や出荷頻度の異なる商品の組み合わせを考慮した検討はなされていない。

1.2 研究目的

そこで本研究では、商品の保管エリアを動管と補管に区分けすることにより、ピッキング作業時の作業距離を削減できることを確認する。そして、動管エリアの保管面積の制約を考慮するために動管エリアに保管する商品の保管量を変化させた場合の影響と、出荷頻度の異なる商品の組み合わせ（商品群）毎の比較から、保管すべき商品群について考察することを目的とする。

また、作業距離の定式化を行い、動管エリアに保管する商品の出荷頻度と保管量が作業距離に与える影響について考察する。

2. 研究対象と研究方法

2.1 研究対象とする倉庫

対象とする倉庫のレイアウト図を図 2-1 に示す。対象とする商品は出荷頻度が高位、中位、低位の3種類で、在庫回転期間は 6[日]である。

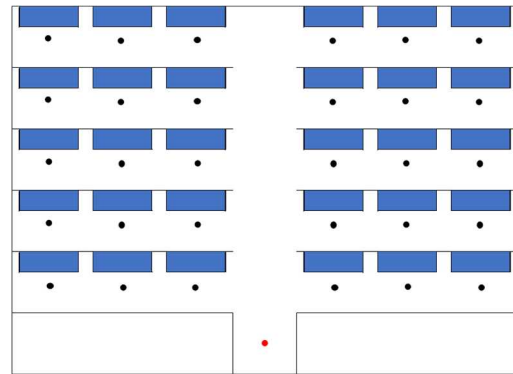


図 2-1 倉庫のレイアウト

2.2 研究方法

商品の出荷頻度と動管エリアの保管量を変化させた場合の商品をピッキングする際の作業距離と補充する際の作業距離の比較から、次の4項目について確認、検討する。

- (1) 動管と補管の区分けの有効性を確認する。
- (2) 動管エリアの保管量（在庫数）を考慮した区分けに関する検討を行う。
- (3) 商品の出荷頻度を考慮した区分けに関する検討を行う。
- (4) 作業距離の定式化を用いて、出荷頻度や出荷量の影響を検討する。

3. 動管と補管の区分けの有効性

図 2-1 に示す倉庫を対象に保管エリアを動管と補管に区分けした場合と区分けしない場合のピッキング作業の作業距離を図 3-1 に示す。

図より、区分けを行った方がピッキング作業時の作業距離が短いことが分かる。これは、表 3-1

に示すようにピッキングの対象となる在庫数が少なく、結果として狭い範囲でピッキングを行えるためである。

次に、図 3-2 に商品を補充する際の作業距離を加えた総作業距離を比較した結果を示す。

図より、動管と補管に区分けを行わないほうが、総作業距離が短くなることが分かる。これは、区分けを行った場合は、入庫のあとの移動が補充、ピッキングの2段階となり、余分な移動が生じるためである。

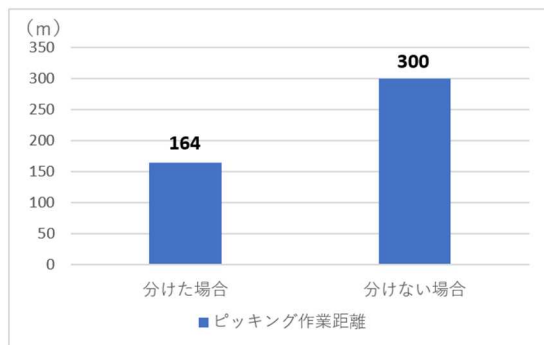


図 3-1：ピッキング作業の作業距離の比較

表 3-1：動管エリアの在庫数の比較

区分けの有無	ピッキングするエリア	
	在庫数 (個)	棚数
分けた場合	60	6
分けない場合	300	30

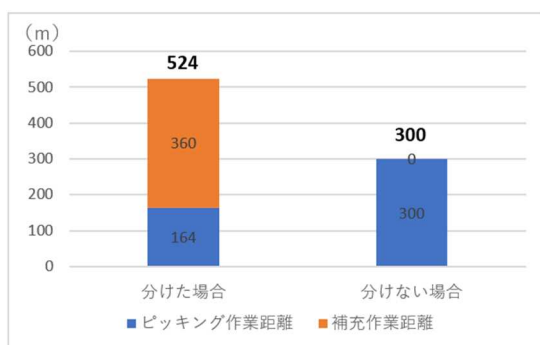


図 3-2：総作業距離の比較

4. 動管エリアの在庫数の検討

商品の保管を動管と補管に区分けする際の動管エリアの在庫数を変化させた場合の作業距離の変化について検討した結果を示す。

在庫数を一日分と二日分とした場合のピッキン

グ作業時の作業距離の比較を、図 4-1 に示す。また、動管エリアの在庫数を表 4-1 に示す。

図 4-1 より、当然の結果として表 4-1 に示すように在庫数が少なく、狭い範囲でピッキングを行える一日分の方が、ピッキング作業時の作業距離が短くなっていることが分かる。

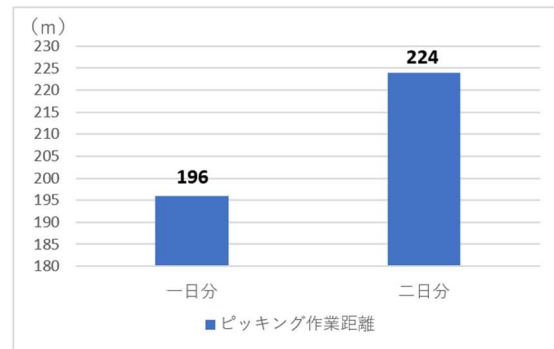


図 4-1：ピッキング作業の作業距離の比較

表 4-1：動管エリアの在庫数の比較

動管エリアでの保管量	ピッキングするエリア	
	在庫数 (個)	棚数
一日分	180	18
二日分	210	21

逆に、商品の補充にかかる作業距離は、図 4-2 に示すように一日分の方が、二日分よりも作業距離が長くなっている。

これは、一日分の方が動管エリアの在庫数が少なく、そのため二日分よりも補充回数が多いのと、表 4-2 に示すように、一日分の方が補管エリアに保管されている在庫数が多く、その結果として広い範囲から補充を行う必要があるためである。

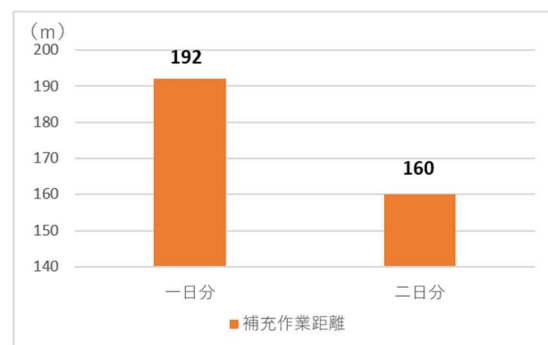


図 4-2：補充作業の作業距離の比較

表 4-2：補管エリアの在庫数の比較

動管エリアで の保管量	補充するエリア	
	在庫数（個）	補充回数
一日分	120	12
二日分	90	9

図 4-3 に、総作業距離の比較を示す。

図より、二日分の方が一日分よりも総作業距離が短くなっていることが分かる。これは、二日分の方が一日分よりも補充回数が少なく、補充のための余分な移動が少ないためである。

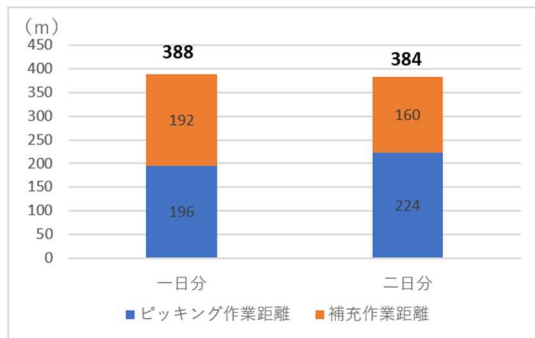


図 4-3：総作業距離の比較

5. 商品の出荷頻度の検討

出荷頻度が異なる 3 種類の商品の組み合わせを変えて、動管エリアに一日分の商品を保管する場合のピッキング作業時の作業距離の変化を図 5-1 に示す。横軸の出荷数が出荷頻度に相当する。

図より、出荷頻度が高くなるに従って、ピッキング作業の作業距離が短くなっているのが分かる。これは、表 5-1 に示すように、出荷頻度が高くなるに従って、ピッキング作業の対象となる在庫数が少なくなり、結果として狭い範囲からピッキングを行えるようになるためである。

逆に、商品の補充にかかる作業距離は、図 5-2 に示すように出荷頻度が高くなるに従って、作業距離が長くなっている。これは、出荷頻度が高くなるに従って補充回数が多いなるのと、表 5-2 に示すように、補充の対象となる在庫数が多く、その結果として広い範囲から補充を行う必要があるためである。

次に、出荷頻度と総作業距離の関係を図 5-3 に示す。

図より、出荷頻度が高くなるに従って、総作業距離が長くなることが分かった。これは、出荷頻度が高いほど、補充回数が多くなるためである。

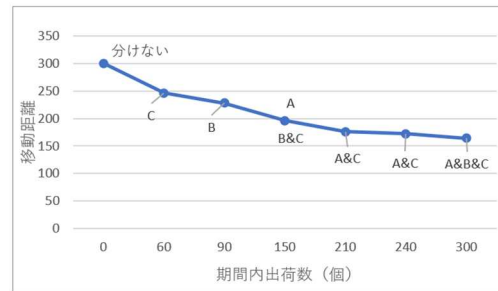


図 5-1：出荷頻度とピッキング作業の作業距離の関係

表 5-1：ピッキングの対象となる在庫数

区分けする商品	期間内出荷数（個）	ピッキングするエリア	
		在庫数（個）	棚数
分けない	0	300	30
C	60	250	25
B	90	230	23
A	150	180	18
B & C	150	180	18
A & C	210	130	13
A & B	240	110	11
A & B & C	300	60	6

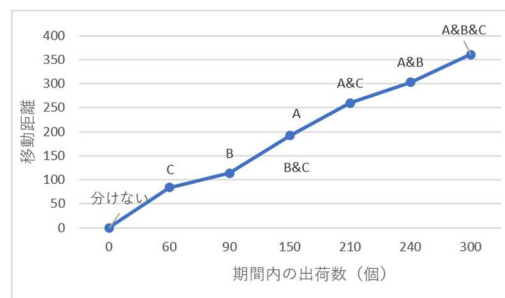


図 5-2：出荷頻度と補充作業の作業距離の関係

表 5-2：補充の対象となる在庫数

区分けする商品	期間内出荷数（個）	補管エリア	
		在庫数（個）	補充回数
分けない	0	300	0
C	60	50	5
B	90	70	7
A	150	120	12
B & C	150	120	12
A & C	210	170	17
A & B	240	190	19
A & B & C	300	240	24

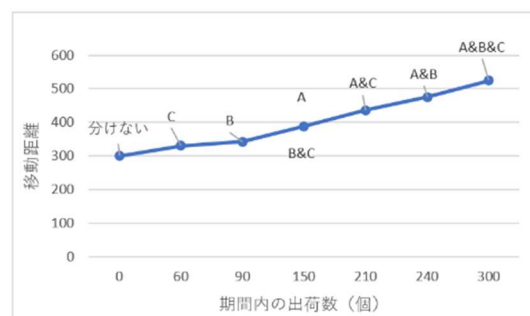


図 5-3：出荷頻度と総作業距離の関係

6. 作業距離の定式化を用いた検討

6.1 作業距離の定式

ピッキング作業距離は式(1)に示す。

$$DTP = DTA + DTB \text{ ----- (1)}$$

DTP：ピッキングの作業距離 (m)

DTA：区分け商品のピッキング作業距離 (m)

DTB：非区分け商品のピッキング作業距離 (m)

区分け商品のピッキング作業距離 DTA と非区分け商品のピッキング作業距離 DTB は式(2)～(6)となる。

$$DTA = \sum_{q \in SPA} \frac{\sum_{l \in SLA} (x_{q,l} \times PDT_l)}{PZN_q} \times PNM_q \text{ ----- (2)}$$

$$DTB = \sum_{q \in SPB} \frac{\sum_{l \in SLB} (x_{q,l} \times PDT_l)}{PZN_q} \times PNM_q \text{ ----- (3)}$$

$$\sum_{l \in SLA} x_{q,l} = PZN_q \quad q \in SPA \text{ ----- (4)}$$

$$\sum_{l \in SLB} x_{q,l} = PZN_q \quad q \in SPB \text{ ----- (5)}$$

$$x_{q,l} \in \{0,1\} \quad (q,l) \in SQL \text{ ----- (6)}$$

SPA：区分け商品の集合

SPB：非区分け商品の集合

SLA：動管エリアの棚ロケーションの集合

SLB：補管エリアの棚ロケーションの集合

SQL：ピッキングエリアで商品と棚ロケーションの集合

PDT：棚ロケーション-出入口間のピッキング作業距離 (m)

PZN：商品毎の保管棚数

PNM：商品毎のピッキング回数 (回/期)

決定変数 x：商品毎の保管棚の有無、商品 q を棚 1 に配置した場合に 1、商品 q を棚 1 に配置していない場合に 0 となる

補充作業距離は式(7)～(9)に示す。

$$DTH = \sum_{r \in SPA} \frac{\sum_{m \in SLC} \sum_{l \in SLD_r} (y_{r,m} \times HDT_{m,l})}{HZN_r \times PZN_r} \times HNM_r \text{ ----- (7)}$$

$$\sum_{m \in SLC} y_{r,m} = HZN_r \quad r \in SPA \text{ ----- (8)}$$

$$y_{r,m} \in \{0,1\} \quad (r,m) \in SRL \text{ ----- (9)}$$

SLC：補管エリアにおける棚ロケーションの集合

SLD：区分け商品毎の動管エリアにおける棚ロケーションの集合

SRL：区分け商品と棚ロケーションの集合

HDT：棚間の作業距離 (m)

HZN：商品毎の補管エリアの棚ロケーション数

PZN：商品毎の動管エリアの棚ロケーション数

HNM：商品毎の補充回数 (回/期)

決定変数 y：商品毎の保管間口の有無、商品 q を棚 1 に配置した場合に 1、商品 q を棚 1 に配置していない場合に 0 となる

6.2 作業距離に与える出荷頻度と保管量の影響

上記の定式より、出荷頻度と保管量の変化が作業距離に与える影響を検証することができる。また、動管エリアの広さ（商品の保管量）が決まっている場合において、ピッキング作業時の作業距離を最小にするには、先の式(2)と式(3)を変形した式(10)と式(11)から、1 棚あたりの出荷頻度が最大となるような商品の組み合わせを考えれば良いことが分かった。

$$DTA = \sum_{q \in SPA} \sum_{l \in SLA} (x_{q,l} \times PDT_l) \times \frac{PNM_q}{PZN_q} \text{ ----- (10)}$$

$$DTB = \sum_{q \in SPB} \sum_{l \in SLB} (x_{q,l} \times PDT_l) \times \frac{PNM_q}{PZN_q} \text{ ----- (11)}$$

7. おわりに

商品の保管エリアを動管と補管に区分けすることが、ピッキング作業時の作業距離の短縮に有効であることを確認した。

また、動管エリアの保管量と区分けする商品の出荷頻度により、ピッキングと補充のそれぞれの作業における移動距離が大きく異なることが分かった。このことから、どの商品そしてどのぐらいの量を動管と補管に区分けするかは、出荷作業時間等の制約を考慮して検討する必要があることが分かった。

参考文献

- (1) 西村歩「倉庫における動管と補管の区分けがピッキング作業に与える影響に関する研究」東京海洋大学海洋工学部流通情報工学科卒業論文、2015 年 3 月
- (2) 股部 素己「商品の出荷頻度を考慮した動管と補管の区分けに関する研究」東京海洋大学海洋工学部流通情報工学科卒業論文、2020 年 3 月