

一貫パレチゼーションの導入における 直接効果及び波及効果の評価に関する研究

城戸 翔

指導教員 黒川 久幸 教授

1. 序論

1.1 研究背景

わが国では、1990 年に行われた物流二法の改正によりトラック運送事業者数が 20 年で 1.5 倍に増加した⁽¹⁾。これに対して、国内における営業用トラックによる貨物輸送量は大きく伸びておらず、さらには 2007 年から減少傾向にあるため⁽²⁾、トラック運送事業者間の競争が激化している。このためトラック運送事業者の経営は悪化しており、その結果としてトラックドライバーの労働条件も悪化している。例えば、他産業と比較して長時間労働であるにも関わらず年間所得は一割も低く⁽³⁾、若者の採用が進まず、ドライバー不足やドライバーの高齢化が顕著となっている。そして、この影響から物流費の上昇やドライバーが見つからず輸送できない状況が発生し、大きな問題となっている。

このため国土交通省では、トラックドライバーの長時間労働を解消し、生産性を向上させるためにドライバーの長時間労働の要因のひとつであるトラックの荷役待ち時間の削減に向けた取り組みをはじめている。荷主の都合による集荷地点等における荷待ちをドライバーの安全運行を阻害する要因であると位置づけ、集荷地点等に到着した日時、荷積みまたは荷卸しの開始・終了時間の記録を義務付けた⁽⁴⁾。また、標準貨物自動車運送約款等において運賃と附帯業務の料金の区別を明確化し、荷卸し作業や待機時間の料金が適正に収受されるよう求めていること⁽⁵⁾が挙げられる。さらには、近年では日本経済の持続的な成長に不可欠とされる、少子高齢化の中で人材を確保し、多様化する市場ニーズやリスクへの対応力を高める「ダイバーシティ経営」を推進するために女性や高齢者をはじめとする多様な人材の活躍がトラック運送業界にも求められている。

以上の問題や社会的な要請に対して、荷役待

ちを解消するためのトラック予約受付システムの導入や、荷役作業の効率化や負担軽減のためのパレットの活用を推奨している。しかし、パレットを活用することによる輸送における積載率の低下が懸念され、冷凍食品の輸送等においてパレットの活用が進んでいない。

1.2 研究目的

そこで本研究では、ドライバーの長時間労働及び肉体的疲労の要因となる荷役作業の効率化に焦点を当て、一貫パレチゼーションの導入を促進するための基礎的な分析として、今まで検討されていなかった導入による直接効果及び波及効果を明らかにする。直接効果とは、手積み輸送から一貫パレチゼーションによる輸送に変化させたことで、直接変化する要素に関する効果とし、波及効果とは、手積み輸送から一貫パレチゼーションによる輸送に変化させたことで、直接効果を経て波及的に変化する要素に関する効果とする。

本研究では、段ボールケースを手積み手卸しする輸送とフォークリフトでパレットの荷積みと荷卸しを行う一貫パレチゼーションの輸送の 2 つの輸送モデルを対象として比較を行う。そして、直接効果として輸送費用や輸送時間、ドライバーへの作業負荷等から効果を検証する。

また、波及効果としてパレットを活用することによる荷役時間の短縮等によるトラックの回転率に与える影響等を比較し、一貫パレチゼーションの導入効果を検証する。

2. 一貫パレチゼーションに関する研究

一貫パレチゼーションに関する研究としては、松山⁽⁶⁾、青島⁽⁷⁾、加納⁽⁸⁾らの研究がある。これらの一貫パレチゼーションに関する研究では、パレット利用の促進を目的として、製品在庫の管理手法や荷役費用や輸送費用を含めた総輸送費用の削減に関する検討を行っている。主として荷主が

メリットを享受可能な一貫パレチゼーションに関する研究である。このため本研究で検証するドライバーの作業負荷の軽減といった観点からの評価はなされていない。

3. 研究対象

本研究では、図 3.1 に示すとおり、国内における物流拠点と配送拠点の二地点間輸送のうち、輸送及び発荷主での荷役作業と着荷主での荷役作業を対象とする。

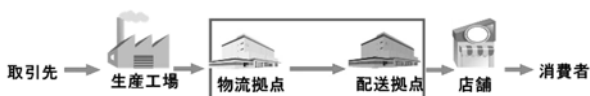


図 2.1 研究対象の範囲

一貫パレチゼーションの導入による効果をまとめたものを表 2.1 に示す。表にまとめた一貫パレチゼーションの導入による効果のうち、本研究では、直接効果としての荷役時間の短縮、身体的負担の低減、波及効果として荷役時間の削減によるトラック回転率の向上について、4 章にて説明する輸送モデルを用いて検証する。

表 2.1 一貫パレチゼーションの効果

一貫パレチゼーションの導入による直接的な効果	一貫パレチゼーションの導入による波及的な効果
荷役時間の削減	荷役時間の削減によるトラック回転率の向上
荷待ち時間の削減	荷物の汚損・破損の減少
身体的負担の低減	高齢者や女性ドライバーの雇用促進
トラックのアイドリング時間減少によるCO ₂ の削減	包装費用の削減
自動倉庫や段積みでの保管による、保管効率の向上	

4. 輸送費用・時間の算出式

4.1 総輸送費用の算出式

二地点間の輸送モデルにおける総輸送費用は、式(A)、式(B)に示すとおり、荷積み費用、輸送費用、荷卸し費用、パレット運用費用から構成される。

$$TC_H = C_S + C_B + C_D \dots\dots\dots (A)$$

$$TC_P = C_S + C_{PB} + C_{PD} + C_P \dots\dots\dots (B)$$

TC_H: 手荷役時総輸送費用[円]、TC_P: パレット荷役時総輸送費用[円]、C_S: 輸送費用[円]、C_B: 手荷

役時荷積み費用[円]、C_D: 手荷役時荷卸し費用[円]、C_{PB}: パレット荷役時荷積み費用[円]、C_{PD}: パレット荷役時荷卸し費用[円]、C_P: パレット運用費用[円]

4.2 前提条件

本モデルにおける積載率は、トラックの荷台に満載に荷物を積載した際の積載容量を 100%としたものとする。用いたデータを表 4/2 に示す。

表 4.2 前提条件

	荷役速度	走行速度	人件費	
			ドライバー	フォークマン
パレット積み	84.4秒/枚	50.2[km/時]	1716[円]	1152[円]
手積み	3.3秒/個			

5. 二地点間輸送の感度分析

5.1 輸送費用への影響

輸送距離と積載率を変化させた場合の手荷役とパレット荷役の単位当たり総輸送費用の比較を行った。図 5.1 に積載率を変化させた場合の総輸送費用の比較を示す。

積載率を 100%にした場合は、パレット荷役ではパレットを使用する分荷物をトラックに荷積みできない。このため単位当たり総輸送費用が手荷役よりも高くなっている。しかし、積載率を低下させていった場合は、パレット使用による積載率の低下が問題とならず、パレット荷役の方が優位となることがわかった。

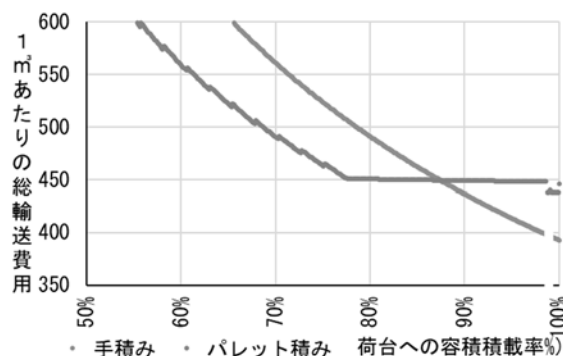


図 5.1 積載率と総輸送費用の関係

図 5.2 に積載率を変化させた場合に手荷役とパレット荷役の単位当たり総輸送費用が等しくなる輸送距離の結果を示す。図中の曲線の下側がパレット荷役の方が安価な総輸送費用の場合である。

図からわかるように、積載率が低下するにした

がって長距離においてもパレット荷役が有利であることがわかった。

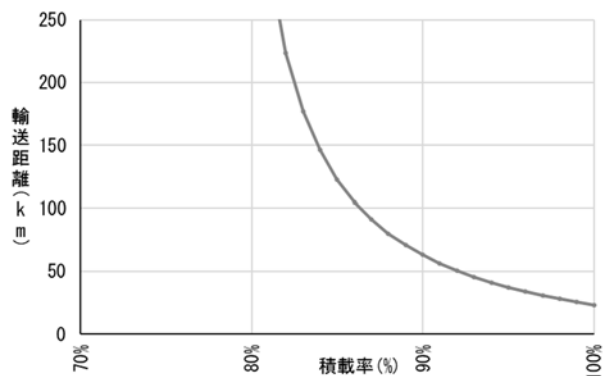


図 5.2 両荷役における費用が等しくなる条件

5.2 総輸送時間への影響

手荷役とパレット荷役の総輸送時間の比較を行った結果、トラックの荷台への容積積載率が 100% の場合、手荷役よりもパレット荷役の荷役時間が 147 分短くなることがわかった。

また、平均的な国内における一箇所の集配にかかる所要時間が 3 時間であることから、1 運行で新たに一箇所の拠点へ輸送可能であることが明らかになった。

6. 一貫パレチゼーションの導入による効果

6.1 直接効果

5 章の感度分析から明らかとなった一貫パレチゼーションの導入効果のまとめを次に示す。

[総輸送費用の削減]

輸送距離が短距離であれば総輸送費用に占める荷役費用の割合が高い。このため、一貫パレチゼーションを導入することで、荷役費用の削減効果により手荷役と比較して優位性がある。

[荷待ち時間の削減]

トラックの荷台への容積積載率が 100% の場合、一貫パレチゼーションを導入することで手荷役よりも荷役時間が 147 分短くできることがわかった。これは、トラックの荷役待ち解消においても有効で、渡邊⁽⁹⁾によると、荷役時間の短縮による荷待ち時間の削減効果は、バース数の増加等の手段と比較して非常に効果的であることが示されている。

[身体的負担の低減]

手荷役時の段ボールケースの積卸作業は、腰を屈めた作業となるため腰痛等のリスクがある。そ

こで、作業姿勢評価法である OWAS 法を用いて検討した結果、作業姿勢の分類の中で最も改善を必要とされる筋骨格系に非常に有害である作業と分類された。したがって、一貫パレチゼーションを導入することで腰痛等のリスクを大きく低減可能であるといえる。

6.2 波及効果

[適正運賃・料金収受の促進]

標準貨物自動車運送約款等において運賃と料金の区別が明確化された。これにより、附帯作業に関する料金として、荷卸し作業や待機時間に対する適切な収受が求められている。したがって、一貫パレチゼーションの導入による附帯作業の削減は荷主にとっての附帯作業料金を低下させるための有効な手段といえる。

[トラックの回転率の向上]

一貫パレチゼーションを導入することで、荷役時間の短縮により 1 運行あたりの集配拠点を増加させることが期待できる。

[女性や高齢者のドライバーとしての雇用]

一貫パレチゼーションを導入することで、身体的に大きな負担となる荷役作業が不要となり、女性や高齢者の雇用が促進され、ダイバーシティ経営の推進が期待される。

7. 実際の輸送を対象とした際の効果

7.1 試算の結果

実際の輸送を対象として、4 章にて定義した輸送モデルを適用し、効果を検証する。試算用いたデータを表 7.1 に示す。なお、この試算においては、積込時にドライバーに加えて補助作業員が荷役作業に従事している。

[総費用削減効果]

本事例では荷役作業の負荷軽減から、積載率 50% の積載となっていた。このためパレット使用による積載可能な荷物の減少はなく、図 7.1 に示すとおり、パレット荷役によって約 20%、総輸送費用を削減できることがわかった。

[総輸送時間削減効果]

図 7.2 に示すとおり、パレット荷役によって従来よりも約 50%、総輸送時間を削減できることがわかった。

7.2 まとめ

結果として本事例では、総輸送費用及び総輸送

時間ともに大きく削減可能であることが明らかとなった。対象拠点では繁忙期には 3 時間近い荷役待ちが発生していることから、一貫パレチゼーションの導入により、この荷役待ち時間の削減も期待される。

表 7.1 試算に用いたデータ

	荷役速度	輸送距離	走行速度	人件費		
				ドライバー	フォークマン	庫内作業員
パレット積み	84.4秒/枚	54.9k[km]	50.2[km/時]	1716[円]	1300[円]	1009[円]
手積み	4.9秒/枚					

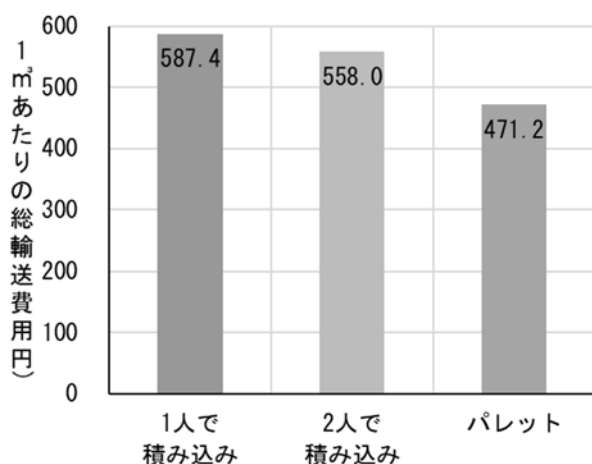


図 7.1 積載率 50%時の積載手法別の総輸送費用

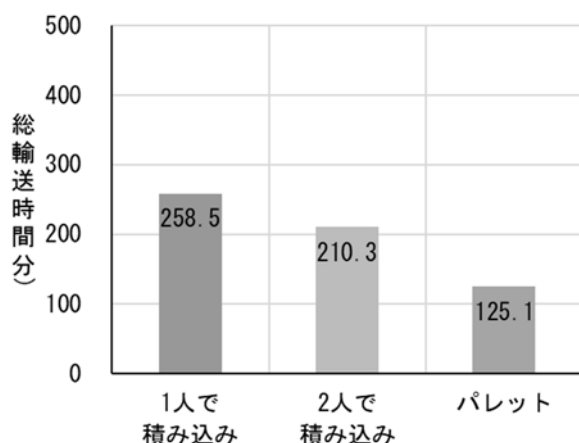


図 7.2 積載率 50%時の積載手法別の総輸送時間

8. 結論

本研究では、ドライバーの長時間労働及び肉体的疲労の要因となる荷役作業の効率化に焦点を当て、一貫パレチゼーションの導入を促進するための基礎的な分析として、今まで検討されていなかった導入による直接効果及び波及効果について検討した。

その結果として、一貫パレチゼーションの導入

による荷役時間の短縮、そしてこれに伴う荷役待ち時間の削減効果について明らかにした。また、フォークリフトを用いたパレット荷役は、ドライバーへの負担軽減にも効果があることが明らかとなった。

次に、波及効果として適正運賃・料金収受の促進効果や、トラックの回転率向上による集配回数の増加効果、作業負担の軽減による女性や高齢者ドライバーの雇用促進に期待が持てることが明らかとなった。

以上のことから一貫パレチゼーションの導入を検討する際には、輸送にかかる直積的な費用だけでなく、作業負担や時間的な効果、さらにはドライバーシティ経営の推進やトラックの回転率の向上による効果等、波及的な効果に関する指標を踏まえて、総合的な判断が求められるといえる。

今後の課題としては、一貫パレチゼーションの導入効果を総合的に評価する手法の確立が必要である。

参考文献

- (1) 国土交通省:平成 27 年度貨物自動車運送事業者数等について
- (2) 国土交通省:平成 28 年度分自動車輸送統計年報、貨物輸送量及び原単位、
- (3) 厚生労働省:賃金構造基本統計調査
- (4) 国土交省:標準貨物利用運送約款の改正について
- (5) 国土交通省:貨物自動車運送事業輸送安全規則の一部を改正する省令の公布について
- (6) 松山健太郎:パレットレンタルシステムにおける輸送ネットワーク形態の特徴に関する研究, 東京海洋大学修士論文. 2004
- (7) 青島大志:パレットレンタルシステムにおける在庫費用の削減策に関する研究, 東京海洋大学修士論文. 2006
- (8) 加納俊宏:メーカーと小売業との商取引の見直しによる一貫パレチゼーションの導入効果に関する研究, 東京海洋大学修士論文. 2013
- (9) 渡邊翔也:トラックの荷役待ち解消のための改善策の検討に関する研究, 東京海洋大学学位論文. 2018