

集配送トラックの横持ち行動特性 に関する調査研究

塚口博司¹・豊住健司²・魚井宏泰³・鈴木正隆⁴

¹正会員 工博 立命館大学 理工学部環境システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

²正会員 奈良県桜井土木事務所 (〒633-0061 奈良県桜井市上之庄327)

³内閣府大臣官房政府広報室 (〒100-0014 東京都千代田区永田町1-6-1)

⁴学生会員 立命館大学大学院 理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

荷さばき駐車は原則として、路外の荷さばき駐車施設において行われるべきであるが、現実には路外の荷さばき駐車施設だけで荷さばき駐車需要を処理することは困難であり、無秩序な路上荷さばき駐車は道路交通混雑等の交通問題の一因となっている。路上における荷さばき駐車を適切に管理するためには、トラックが駐車してから出発するまでの行動特性を詳細に把握する必要がある。本研究は、集配送トラックの駐車行動を荷物の積み降ろし作業と横持ちトリップとの連鎖として捉え、その特性について詳細に分析するとともに、集配送トラック用の路上駐車施設であるローディング・ゾーンのキャッチメントエリアの設定手法について論じるものである。

Key Words :loading and unloading, loading zone, delivery and collection of goods, activity approach

1. はじめに

物流は都市を支える根幹的な活動であり、その末端を担っているトラック輸送なくして円滑な都市運営は行えない。集配送トラックは荷積み、荷降ろしのための荷さばき駐車施設を必ず必要とする。しかし、大都市の商業地区では、荷物の積み降ろし施設の不足による路上での無秩序な荷さばき駐車が発生しており、道路交通混雑の一因となっている。荷さばき駐車は原則として、路外の荷さばき駐車施設において行われるべきであるが、現実には路外施設だけで荷さばき駐車需要を処理することは困難であり、路上の荷さばき駐車施設の整備も非常に重要である。そこで、本研究では、路上の荷さばき駐車施設であるローディング・ゾーンを計画する際に不可欠な情報となる集配送トラックの横持ち行動特性について詳細に分析することにした。ローディング・ゾーンとは街路区間及び時間を限定し、荷物の集配送を伴う車両のみに駐車を認めるものである。

2. 横持ち行動におけるトリップとアクティビティの連鎖

(1) 既往の研究および本研究における基本的な考え方

荷さばき駐車に関しては、1970年代より、Christiansen¹⁾は、路外の荷さばき駐車施設の必要規模について述べており、Habibi and Crowley²⁾は二重駐車による荷さばき活動等が顕著な地区において、路上荷さばき駐車施設を設けることによって得られる効果を経済的観点から検討している。わが国では、1980年代になって、毛利、塚口ら^{3) 4)}は、大阪都心部ならびに郊外における問屋街、卸売り団地、および一般の業務ビルを対象として荷さばき活動の特性を分析し、事業所の規模と荷さばき駐車発生台数との関係を明らかにし、主に路外の荷さばき施設について必要スペース基準を提案した。堂柿ら⁵⁾は、札幌市の商業地区における路上荷さばき駐車施設の必要スペース数を算定し、路上荷さばき施設の設置がうろつき交通の減少につながると報告している。

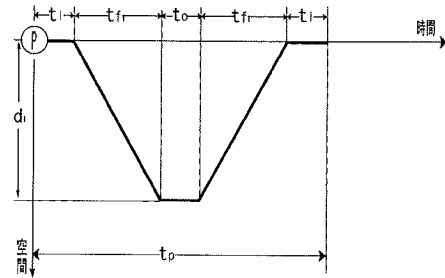
高橋ら⁶⁾は建物用途別原単位を用いて荷さばき駐車
車需要推計モデルを構築し、荷さばき活動と路上駐
停車行動の関連性を分析した。塚口ら⁷⁾は路外およ
び路上荷さばき駐車施設を対象とし、荷さばき駐車
施設の計画基準ならびに運用方法について論じてい
る。また、路上荷さばき施設が設置されている都市
と設置されていない都市を比較し、路上荷さばき施
設がドライバーの行動に与える影響を分析している⁸⁾。
高田ら⁹⁾は、路外に設置された共同荷さばき駐車施
設であるポケット・ローディングを提案し、その効果
を分析した。苦瀬、岩尾ら^{10)~13)}は、大規模商業
施設における荷さばきシステム導入効果等について
論じている。ここでは、荷さばき活動を構成する
要素ごとに所要時間が詳細に調査されている^{11)~13)}。
さらに、荷さばき駐車施設は交通社会実験としても
取り上げられ、たとえば、東京都渋谷地区において、
路上の一部や既存駐車場を活用し、それらを物流車
両の荷さばきスペースとして利用する実験が行われ
た¹⁴⁾。

このように、荷さばき駐車現象の分析ならびに荷
さばき駐車施設の計画に関しては、多くの研究蓄積
が見られるようになった。しかしながら、これらの
研究においては、苦瀬、岩尾の研究を除いて、いず
れも荷さばき駐車全体を1つの行動として捉えてお
り、その行動の内容には触れられていない。このた
め、たとえば、荷さばき駐車時間に関しても、概略
的な特性は把握できるものの、地区における差異も
少なくなく、ローディング・ゾーンの計画諸元を提
案するにはさらなる分析が必要である。すなわち、
荷さばき駐車は、荷物の積み降ろしと横持ち移動か
ら構成されているため、ローディング・ゾーン等を
合理的に計画・設計するためには、荷さばき駐車
の各要素について詳細に分析することが必要となると
考えられる。

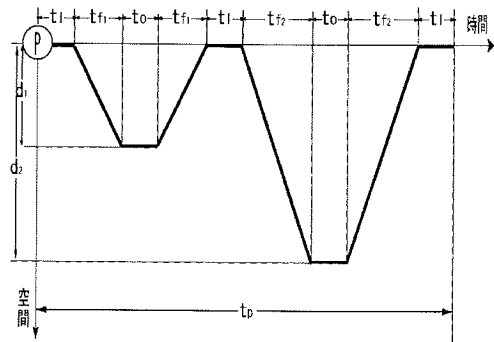
本研究では、荷さばき駐車を駐車場所および訪問
事業所における荷積み・荷降ろし作業等から成るア
クティビティと横持ちトリップとの連鎖として捉え
ることとした。なお、高層ビルのように、訪問事業
所が属する建物内での上下方向の移動を明示的に表
す必要がある場合には、縦持ちトリップが加わるこ
とになるが、本研究では縦持ちトリップを他のトリ
ップや作業から区別して扱ってはいない。このため、
縦持ちトリップが生じている場合には、訪問事業所
での滞在時間に含められている。調査時の観察より、
本研究の対象地区においては縦持ちトリップは少な
かったと言える。

ここで、1事業所と2事業所を訪問する場合につ

①単一事業所訪問の場合



②複数事業所訪問の場合(ピストン型)



③複数事業所訪問の場合(ループ型)

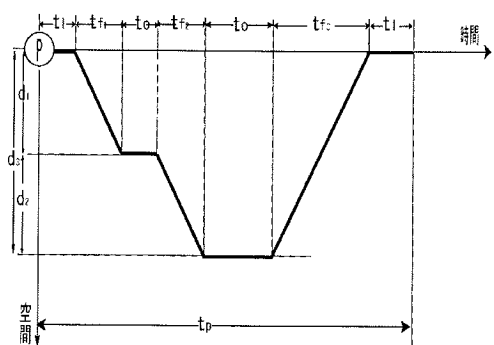


図-1 横持ち行動における各要素

いて、トリップとアクティビティの関係を示すと
図-1 のようになる。なお、横持ち行動を構成する
各要素の所要時間は以下のように表わしてある。

t_1 : 駐車場所での荷積みあるいは荷降ろしに要する
時間

t_o : 目的事業所での滞在時間

t_f : 横持ち移動に要する時間(横持ち所要時間)

t_p : 荷さばき駐車時間

荷さばき駐車時間 t_p は 1 事業所を訪問する場合は、

$$t_p = 2t_1 + t_o + 2t_{f1}$$

2 事業所をピストン型で訪問する場合は、

$$t_p = 3t_1 + 2t_o + 2(t_{f1} + t_{f2})$$

2 事業所をループ型で訪問する場合は、

$$t_0 = 2t_1 + 2t_0 + (t_{f1} + t_{f2} + t_{f3}),$$

と表すことができる。また、それぞれの総横持ち距離は、 $2d_1$ 、 $2(d_1+d_2)$ 、 $d_1+d_2+d_3$ となる。なお、目的事業所での滞在時間 t_0 には荷物の積み降ろし時間、納品活動の時間が含まれるが、本研究では両者を区分するには至っていない。もっとも、両者はそれぞれ荷物量と関係があると考えられるため、4.(1)で述べるように、荷物個数ランクごとに t_0 を比較した。

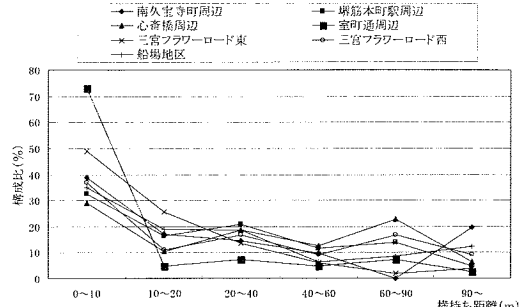


図-2 横持ち距離の分布

(2) 横持ち行動調査の概要

以上のような集配送トラックの荷さばき駐車に関連する諸量を把握するために、京阪神3都市の都心部において、2000年と2001年の2ヶ年にわたって、実態調査を実施した。調査対象地区は以下の7地区である。

- ①室町通周辺 (京都市)
- ②南久宝寺町周辺 (大阪市)
- ③堺筋本町駅周辺 (大阪市)
- ④心斎橋周辺 (大阪市)
- ⑤三宮フラワーロード東側 (神戸市)
- ⑥三宮フラワーロード西側 (神戸市)
- (以上2000年実施)
- ⑦船場地区 (大阪市, ②および③の一部を含む)
- (2001年実施)

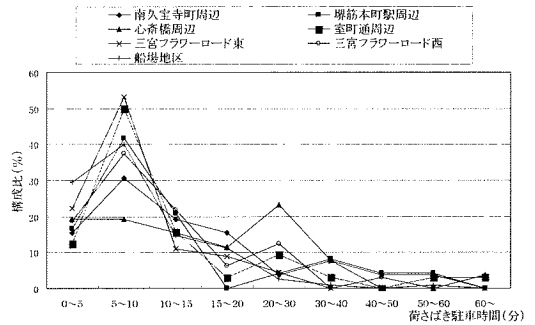


図-3 荷さばき駐車時間の分布

調査方法は、いずれも現地での追跡調査である。すなわち、調査員が、トラックが駐車した時点から発車するまでの間のドライバーの行動を逐一記録した。調査項目は、横持ち移動距離ならびに横持ち移動に要する時間、駐車場所における荷積み・荷降ろしに要した時間、目的事業所での滞在時間、荷さばき駐車時間、荷物の個数、横持ち経路、ならびに幹線道路横断の有無である。なお、横持ち距離以外は現場にて観測し、横持ち距離に関しては 1/2500 地図上にて、駐車場所から道路に面した目的施設の建物入り口までの距離をメートル単位で測定した。荷物量の表し方については、体積や重量で表すことができれば望ましいが、本研究では追跡調査によってデータを取得したので荷物の個数で表している。このことについては、4.(1)で改めて論じる。

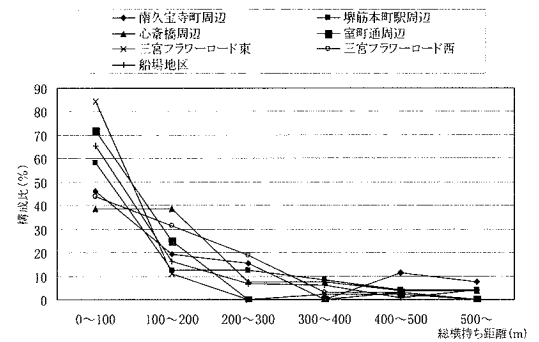


図-4 総横持ち距離の分布

分析する。

(1) 横持ち距離の分布

横持ち距離(駐車場所と訪問事業所間の距離)の分布を示すと図-2のようになる。基本的にドライバーは、作業効率上、目的事業所にできるだけ接近してトラックを駐車すると考えられる。このため、各地区とも10m以内が最も多くなっている。横持ち距離の分布についても、図-2からわかるように、各地区において、傾向が異なるわけではない。しかしなが

3. 横持ち距離と荷さばき駐車時間

本章では、対象地区における荷さばき駐車特性を全般的に捉えるために、既往の研究で一般的に用いられている横持ち距離と荷さばき駐車時間について

ら、20m以内の構成比は、約80%の室町通周辺から約40%の心斎橋周辺地区まで、かなりの幅があることも事実である。

(2) 荷さばき駐車時間の分布

荷さばき駐車時間の分布を示すと図-3のようになる。5分から10分という短時間駐車が多く、それ以上の時間を要する駐車は徐々に減少していくという一般的傾向が認められる。地区ごとに見ていくと、10分以内の駐車が40%~80%、20分以内が65%~90%となっている。荷さばき駐車時間に関しても、地区による差異が少なくないことがわかる。なお、心斎橋周辺においては、主要訪問先である心斎橋筋やアメリカ村には、集配送トラックが事業所前まで侵入しにくい状況があり、駐車時間が長くなっていると考えられる。

(3) 総横持ち距離の分布

総横持ち距離は上記の荷さばき駐車時間内における総移動距離であり、その分布は図-4に示すとおりである。駐車時間が10分以内に集中していることを反映して、200m以内が65%~95%と大半を占めているが、地区による差も少ない。

4. 横持ち行動の各要素別所要時間

(1) 荷積み、荷降ろしの平均所要時間

集配送活動に伴う平均作業時間を示したものが表-1である。表-1では荷物なし、ならびに複数の作業員が駐車場所および事業所に滞在し、荷物の積み降ろしと荷物の運搬を分担している場合を除いた。

ここで、表-1に示す各作業時間を荷物の規模別に表わすこととし、5個未満(ランク1)、5~9個(ランク2)、10個以上(ランク3)の3段階に区分した。荷物個数ランク構成比は、表-2に示すとおりである。荷物の個数ランク別に表わした平均作業時間は表-3に示すとおりであり、データ数の制約から全地区合計で表した。なお、荷物の規模は重量ならびに体積によって表わすこともできるが、極端に重い荷物あるいは大きい荷物が扱われてはいなかったことから、目視で判断できる個数を用いた。荷物個数ランク別に作業時間の分布を示すと図-5のようである。

荷物個数ランクと平均作業時間の関係について、分散分析により検定したところ、有意水準1%で、作業時間に有意な差が認められた。したがって、荷

表-1 各地区における集配送活動に伴う平均所要時間

	駐車場所(t)			事業所(t)
	荷降ろし	荷積み	荷積み+荷降ろし	集荷+配送
室町通周辺	119.9(25)	94.8(23)	295.1(9)	211.0(52)
南久宝寺町周辺	91.3(27)	146.2(33)	109.8(5)	183.6(56)
堺筋本町駅周辺	103.6(23)	80.5(23)	138.1(8)	164.5(54)
心斎橋周辺	163.2(35)	102.3(19)	224.5(8)	222.9(55)
三宮フラワーロード東側	98.9(40)	88.7(18)	—	207.4(51)
三宮フラワーロード西側	95.6(42)	72.8(12)	85.7(3)	176.5(57)
船場地区	75.5(119)	74.8(60)	94.0(5)	74.8(198)
全平均	98.5(311)	94.3(190)	179.8(38)	170.9(523)

注) 単位(秒), ()内はデータ数

表-2 荷物個数ランク構成比

	荷物個数ランク	構成比(%)
	室町通周辺	ランク1(5個未満)
ランク2(5~9個)		20.5
ランク3(10個以上)		4.7
南久宝寺町周辺	ランク1(5個未満)	77.5
	ランク2(5~9個)	16.8
	ランク3(10個以上)	11.7
堺筋本町駅周辺	ランク1(5個未満)	80.0
	ランク2(5~9個)	13.0
	ランク3(10個以上)	7.0
心斎橋周辺	ランク1(5個未満)	74.8
	ランク2(5~9個)	18.7
	ランク3(10個以上)	6.5
三宮フラワーロード東周辺	ランク1(5個未満)	83.3
	ランク2(5~9個)	12.1
三宮フラワーロード西周辺	ランク1(5個未満)	4.6
	ランク2(5~9個)	78.7
	ランク3(10個以上)	12.0
船場地区	ランク1(5個未満)	9.3
	ランク2(5~9個)	53.9
	ランク3(10個以上)	26.1
全平均	ランク1(5個未満)	20.0
	ランク2(5~9個)	69.2
	ランク3(10個以上)	17.4

表-3 荷物の個数別集配送活動に伴う平均作業時間

	駐車場所			事業所
	荷降ろし	荷積み	荷積み+荷降ろし	集荷+配送
ランク1(0~4個)	68.4(213)	64.7(133)	78.7(8)	67.3(354)
ランク2(5~9個)	154.0(69)	143.4(40)	125.6(17)	146.8(126)
ランク3(10個以上)	187.3(29)	212.1(17)	313.0(13)	222.2(59)
全平均	98.5(311)	94.5(190)	179.8(38)	169.9(523)

注) 単位(秒), ()内はデータ数

物個数ランクが増加すると、平均作業時間も増加するという傾向が確認できる。また、駐車場所において荷積みおよび荷降ろしといった作業の違いが作業時間に影響しているかどうかを分散分析により検定したところ、荷降ろし、荷積み、荷降ろし・荷積みの3者の平均作業時間には有意水準1%において有意な差が認められなかった。このため、作業の違いは作業時間に影響しないと考えてよいと思われる。

なお、先に述べたように、本研究では荷物量を荷物の個数で表現しているが、調査時点で極端に重い荷物あるいは大きい荷物が扱われていなかったこと、ならびに結果として、荷物個数ランクによって横持

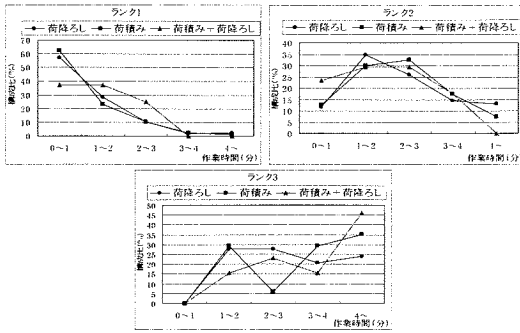


図-5 荷物個数ランク別荷さばき作業時間の分布

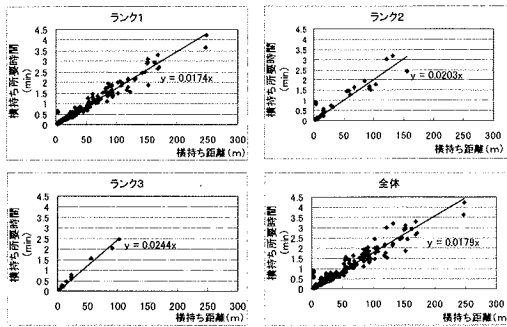


図-6 荷物個数別横持ち距離と横持ち所要時間

ち行動に対する負荷が異なっていることが確認されたことから(表-3参照), 少なくとも本研究が対象とした横持ち行動に関しては, この表現方法に大きな問題はないと考える。

(2) 横持ち移動速度

次に, 横持ちトリップの所要時間を求めるために必要となる横持ち移動速度について述べる. ここでは, 先に述べた荷物個数ランク別に横持ち距離と横持ち所要時間の関係を分析する. ここで, 横持ち距離は, 図-1に示す d_1 , d_2 および d_3 を個別に扱っている. 船場地区において, 横持ち距離と横持ち所要時間の関係を荷物個数ランク別に示したものが, 図-6である.

ここで, 横持ち所要時間を y (分)とし, 横持ち距離を x (m)と表わすと, 横持ち所要時間は以下に示す横持ち距離の一次式によって表すことができる. これらの回帰式は有意水準1%において有意である.

荷物個数ランク 1	$y = 0.0174 x$	(1)
荷物個数ランク 2	$y = 0.0203 x$	
荷物個数ランク 3	$y = 0.0244 x$	
全体	$y = 0.0179 x$	

表-4 各地区における平均横持ち移動速度 (m/分)

	ランク1	ランク2	ランク3	全体
室町通周辺	42.2(80)	27.5(22)	35.6(5)	41.0(107)
南久宝寺町周辺	61.3(93)	51.8(13)	24.8(13)	58.5(119)
堺筋本町周辺	49.3(79)	44.4(13)	40.2(7)	48.5(99)
心斎橋周辺	51.8(80)	40.2(20)	32.3(7)	48.3(107)
三宮フラワーロード東側	50.5(90)	34.4(13)	27.9(5)	47.4(108)
三宮フラワーロード西側	52.1(84)	41.0(13)	39.1(10)	49.5(107)
船場地区	57.5(262)	49.3(38)	41.0(12)	55.9(312)

注) ()内はデータ数

表-5 駐車場所と訪問事業所との位置関係

	a_1	a_2	b_1	b_2	b_3	c_1	c_2	c_3	全体
室町通周辺	36 (66.7)	1 (1.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	11 (20.4)	6 (11.1)	1 (1.9)	54 (100.0)
南久宝寺町周辺	29 (45.3)	7 (7.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	12 (18.8)	10 (15.6)	8 (12.5)	64 (100.0)
心斎橋周辺	13 (22.8)	4 (7.0)	0 (0.0)	1 (1.8)	0 (0.0)	13 (22.8)	19 (33.3)	7 (12.3)	57 (100.0)
堺筋本町駅周辺	12 (21.8)	5 (9.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (3.6)	8 (14.5)	18 (32.7)	10 (18.2)	55 (100.0)
三宮フラワーロード東	30 (54.5)	2 (3.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	17 (30.9)	2 (3.6)	4 (7.3)	55 (100.0)
三宮フラワーロード西	24 (43.6)	13 (23.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	10 (18.2)	9 (16.4)	3 (5.5)	59 (100.0)
船場地区	65 (53.3)	9 (7.4)	0 (0.0)	2 (1.6)	0 (0.0)	5 (4.1)	28 (23.0)	13 (10.7)	122 (100.0)

注) ()内は構成比

本論では, 他の地区においても同様の分析を行い同様の結果が得られることを確認した上で, 横持ち移動の平均速度を求め, 表-4 に整理した. 荷物個数ランクが上がるにつれ, 横持ち移動速度が遅くなっていることがわかる。

5. 横持ち行動におけるトリップ特性

(1) 横持ち行動における街路横断状況

横持ち行動時における街路の横断状況を調べるために, 駐車場所と訪問事業所の位置関係を次のように区分した.

- a_1 : 駐車した街路沿道の施設を訪問(横断なし)
- a_2 : 駐車場所近傍の交差点で右左折して目的施設を訪問(横断なし)
- b_1 : 駐車場所で幹線道路(4車線以上)を横断
- b_2 : 横持ちトリップの途中で幹線道路を横断
- b_3 : 横持ちトリップの途中で幹線道路と非幹線道路(2車線)の両方を横断
- c_1 : 駐車場所で非幹線道路を横断
- c_2 : 横持ちトリップの途中で非幹線道路を横断
- c_3 : 横持ちトリップの途中で非幹線道路を2本横断

表-6 各地区における横持ち活動形態別に見た荷物の平均個数

	ピストン	ループ
室町通周辺	16.8個(12)	6.5個(2)
南久宝寺町周辺	19.7個(11)	7.7個(3)
堺筋本町駅周辺	14.7個(7)	6.3個(3)
心斎橋周辺	15.8個(12)	6.0個(1)
三宮フラワーロード東側	6.9個(8)	2.5個(2)
三宮フラワーロード西側	13.7個(7)	6.5個(6)
船場地区	9.3個(34)	4.9個(22)

注) ()内に駐車機会数を示す

表-7 訪問事業所数構成比

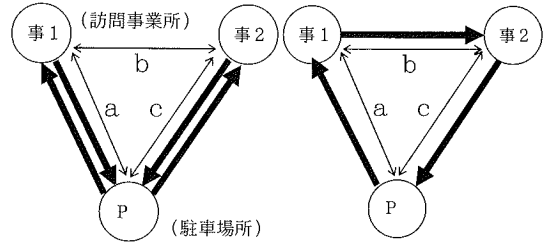
	訪問事業所数	構成比(%)
室町通周辺	1	56.3
	2	25.0
	3以上	18.7
南久宝寺町周辺	1	42.3
	2	26.9
	3以上	30.8
堺筋本町駅周辺	1	50.0
	2	33.3
	3以上	16.7
心斎橋周辺	1	42.3
	2	34.6
	3以上	23.1
三宮フラワーロード東側	1	77.8
	2	22.2
	3以上	0
三宮フラワーロード西側	1	50.0
	2	34.4
	3以上	15.6
船場地区	1	56.5
	2	27.8
	3以上	15.7

上記の形態別に横持ち行動を整理すると表-5 のようになる。各地区ともに4車線以上の幹線道路の横断はほとんど見られなかった。つまり、荷さばき行動の範囲は、幹線道路によりほぼ限定されていると考えられる。

4車線以上の幹線道路の横断は、ほとんど見られないが、2車線の補助幹線路およびその他の道路の横断の有無は、駐車場所と訪問事業所の位置関係を反映して、地区による差異が非常に大きい。このように、横断の必要性に応じて、横断行動が現われることから、2車線道路の横断は大きな抵抗とはなっていないものと思われる。

(2) 横持ち行動におけるトリップ形態

複数事業所を訪問する場合には、トラックの駐車場所と各事業所を往復する形態(ピストン型)と各事業所を巡回する形態(ループ型)がある。一般に、ループ型を採用する方が、ピストン型を採用するよりも横持ちトリップ長が短いことは明らかである。しかしながら、複数事業所を訪問した場合を対象とし



(1) ピストン型行動 (2) ループ型行動

図-7 ピストン型およびループ型行動

て両者の構成比を調べると、ピストン型が65%、ループ型35%であって、ピストン型が少なくないことがわかる。なお、ここでは複雑さを回避するために、両タイプが同時に行われた荷さばき駐車を除いて集計した。

ここで、なぜドライバーはすべてループ型横持ち行動を行わないのかを検討してみたい。主な要因として、以下の二つが考えられる。一方は、荷物の個数であり、他方は、駐車場所と訪問事業所との位置関係である。

まず、荷物の個数による影響を分析するため、複数の事業所を訪問する場合を対象とし、ピストン型行動とループ型行動における荷物の平均個数を求めた(表-6)。なお、荷物の個数とは、ドライバーが一つの駐車地点において、処理しなければならない荷物個数の合計である。()内の値は、対象となった集配送に関する駐車機会数である。表-6より、荷物の個数がピストン型行動とループ型行動との選択に大きく影響していることがわかる。

次に、上と同じデータを用いて、駐車場所と訪問事業所との位置関係による影響を見る。位置関係については以下の二つのパターンがある。

- ① 駐車場所に戻っても戻らなくても横持ち距離が同じ場合
- ② 駐車場所に戻らず、次の事業所に行った方が距離的に近い場合

まず、①の場合には、ピストン型を選択したトラックは全地区で27台であり、平均荷物個数は11.5個であった。また、ループ型を選択したトラックは全地区で1台であり、荷物個数は8.0個であった。次に、②の場合には、ピストン型を選択したトラックは全地区で18台であり、平均荷物個数は13.0個であった。また、ループ型を選択したトラックは全地区で38台であり、平均荷物個数は5.8個であった。

表-8 トリップ長比の比較

	ピストン型行動		ループ型行動	
	a/c	a/c	b/a	b/c
実測値	4.00 (21)	3.40 (19)	0.75 (19)	2.74 (19)
シミュレーション値	3.28 (4325)	3.23 (9402)	0.86 (9739)	2.91 (9408)

注) () 内はデータ数

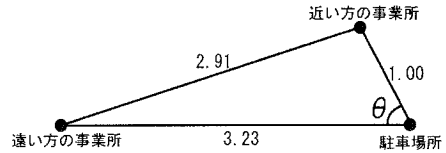


図-8 ループ型行動における駐車場所と訪問事業所の関係

以上のことから、ドライバーは荷物の個数が10個程度を超えると(ランク3)、ピストン型を選択する傾向があり、荷物個数ランク2まではループ型で処理することが多いものと考えられる。

(3) 複数事業所訪問時のトリップ長特性

1回の荷さばき駐車あたりの訪問事業所数は、横持ち行動を分析する上で、重要な要素となる。地区別に訪問事業所数を示した表-7によると、約7~8割が2事業所までであることがわかる。3事業所以上を訪問する場合は比較的少ないことを考慮し、以下では2事業所を訪問する場合について駐車場所と訪問事業所間のトリップ長の特性について分析する。

2事業所を訪問する場合には、図-7に示すように、3種類の距離a, b, cが存在する。

a: 駐車場所から遠い方の事業所へのトリップ長

b: 事業所間の距離(ループ型の場合にはトリップ長であり、ピストン型の場合には街路に沿って測定した実距離)

c: 駐車場所から近い方の事業所へのトリップ長

2箇所の事業所を訪問する場合、駐車場所とそれぞれの事業所までの距離および距離比は、ローディング・ゾーンの規模(キャッチメントエリア)を特定する上で、重要な要素となる。ここでは、ピストン型行動についてはa/cを算出し、ループ型行動についてはa/c, b/a, b/cの比率を算出する。

これらのトリップ長比は、実態調査によって、表-8に示すように求められる。しかしながら、これは限られた駐車場所と事業所に関するデータに基づいていることから、この値の一般性に関しては、さらに検討する必要がある。

そこで、モンテカルロ・シミュレーションを用いて、シミュレーションから得られたトリップ長比と実態調査から得られたトリップ長比を比較検討することにした。シミュレーションを実施するに当たっては、対象地区が以下の特徴を有していることを考慮して条件を設定した。

- ①1 街路リンク長約90mの正方形格子状街路網である

②南北に11通り、東西に9通りある

③訪問対象事業所は地区内に均等に分布している
また、駐車場所および事業所の位置は乱数により設定した。経路については、ドライバーが最短経路を選択するとした。

表-8に実測値とともにシミュレーション結果を示す。なお、シミュレーション結果は、実測結果においては平均より標準偏差(σ)以上離れたデータが非常に少なかったことを考慮し、平均から σ 以上離れたデータを除いて算出した。表-8より、ピストン型行動、ループ型行動ともにシミュレーション結果と実測値には大きな差はない。シミュレーション値は地区内に事業所が均等に分布し、これらの事業所をランダムに選択して訪問する状況を想定して求めたものであるが、実測値もほぼ同様であることがわかる。もっとも両者には若干の差異が認められる。実測値は少数のデータから得られたものであり、事業所分布の偏りが影響している恐れがあるから、以下ではシミュレーションにより得られたトリップ長比を用いることにした。ループ型行動の場合、各トリップのトリップ長に関して、平均的にa:b:c=3.23:2.91:1.00の関係が認められる。各トリップ長を一辺の長さとする三角形を描くと図-8のようになり、 $\theta \approx 63^\circ$ であった。本研究の調査対象地区は一辺が90mの格子状街路網を有していることを考慮すれば厳密な議論はできないが、ループ型行動の場合、駐車場所と2つの訪問事業所の位置は、駐車場所から見て大きく異なる方向ではないことを意味していると考えられる。

6. 横持ち行動特性を考慮したキャッチメントエリアの検討

(1) キャッチメントエリアの設定の基本的考え方

本節では、ローディング・ゾーンの配置計画を立案する際に必要となる、キャッチメントエリアの設定に関して検討する。ここで、キャッチメントエリアとはローディング・ゾーンに駐車した集配送トラ

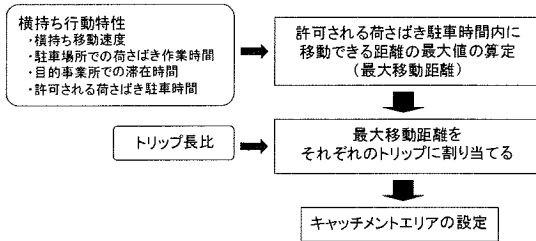


図-9 キャッチメントエリア設定手順

ックのドライバーが、許可される荷さばき駐車時間内に訪問することのできる区域であり、その最小単位は1街区間とする。このキャッチメントエリアによって対象地域全域がカバーされるようにローディング・ゾーンを配置する必要がある。基本的な考え方は、アクティビティ・アプローチ¹⁵⁾で用いられる時空間制約から移動可能な範囲を求めるものである。なお、ある地区においてキャッチメントエリアを具体的に定めていくためには、荷さばき駐車需要等の諸量が必要となるが、ここでは1つのローディング・ゾーンのキャッチメントエリアについて考える。

まず、これまでに分析した横持ち行動特性から許可される荷さばき駐車時間内に移動できる距離の最大値を算出する。

次に、複数事業所(2事業所)を訪問する場合には上記の最大移動距離をトリップ長比を用いて、それぞれのトリップに割り当て、許可される荷さばき駐車時間内に移動できる範囲を求める。キャッチメントエリアの設定手順は図-9に示すとおりである。

(2) 許可される荷さばき駐車時間内における最大移動距離の算定

許可される荷さばき駐車時間内に可能となる横持ち移動距離は、式(2)により算出できる。

$$D = (T_0 - t_a) V_k \quad (2)$$

ここで、

D: 許可された荷さばき駐車時間内における最大移動距離 (m)

T_0 : 許可される荷さばき駐車時間の上限値 (分)

t_a : 荷物の積み降ろし等に伴う作業時間 (分)

V_k : 荷物個数ランクkの平均横持ち移動速度(m/分)

k: 荷物個数ランク (ランク1: 5個未満, ランク2: 6~9個, ランク3: 10個以上)

以下では、船場地区を対象としてケーススタディを

表-9 許容荷さばき駐車時間における最大移動距離

荷物個数ランク	許容荷さばき駐車時間(分)	最大移動距離(m)
ランク1	15	338
	20	626
	30	1201
ランク2	15	290
	20	536
	30	1029
ランク3	15	241
	20	446
	30	856

行う。ここで、 t_a は駐車場所における荷物の積み降ろしに要する時間(t)と訪問事業所における滞在時間(t_0 , 荷物の積み降ろし時間を含む)の和である。 t_1 に関しては、荷積みのみ、荷降ろしのみ、荷物の積み降ろしの3形態が考えられるが、4.(1)で示したように、これらには有意な差が認められないことから、全体の平均値を用いればよいであろう。 V_k は、表-4の船場地区における横持ち移動速度を用いた。

また、荷さばき車両にどの程度の駐車時間を認めるかは議論のあるところであるが、本稿では、許可される荷さばき駐車時間(T_0)の上限値として、15分、20分、30分を採用した。

このような条件の下で可能となる最大移動距離を算出すると表-9のようになる。表-9において、1000mを超えるような最大移動距離が算出されているが、これはあくまでも許可された荷さばき駐車時間内で移動可能となる距離の最大値である。現状では図-4に示したように、200m以内が大半を占めており、1000mを超えるような形態はほとんど見られない。

(3) キャッチメントエリアの設定

シミュレーションより得られたトリップ長比を用いて、最大移動距離をそれぞれのトリップに割り当て、キャッチメントエリアを設定する。以下では、先に述べたように3事業所以上を訪問することは少ないことから、2事業所を訪問する場合を対象とした。

1事業所のみを訪問する場合の条件は2事業所訪問時よりも明らかに緩いことから、ここでは表示していない。荷物個数に関しては、表-2に示すように、ランク3の荷物(10個以上)を扱う場合はおおむね10%以下、最大の地区でも20%であることを考慮し、荷物個数ランク2を対象とした。

1つのローディング・ゾーンをベースとして一定時間内に横持ち行動を行える範囲は、1事業所だけを訪問する場合には1通りに定まるが、2事業所を

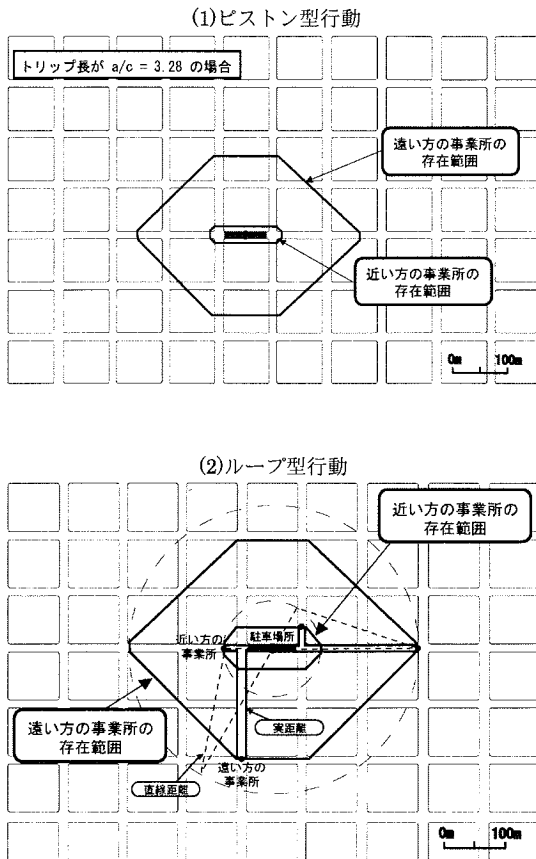


図-10 キャッチメントエリアの検討

訪問する場合には、両事業所が立地する位置によって異なってくる。このため、ローディング・ゾーンのキャッチメントエリアの具体的な形状は、事業所の分布状況が示されて初めて検討可能となる。

そこで本節では、5.(3)で述べたトリップ長比を用いて、それぞれの事業所が存在しうる範囲を示しておく。図-10には、荷さばき駐車時間の上限値を20分とした場合のピストン型行動およびループ型行動に関するキャッチメントエリアを示してある。なお、ループ型行動の場合には、駐車場所と訪問事業所の位置関係に平均的にみて図-8に示した特徴が認められる。そこで、これを念頭に置き、街路網の形状を考慮して、遠い方の事業所と近い方の事業所が存在しうる範囲を示した。トラックはローディング・ゾーン内のいずれの場所にも駐車可能であるが、ここではローディング・ゾーンの中央部に駐車するものとして範囲を求めた。

図-10に示すように、ピストン型とループ型の行動によって、訪問できる事業所の存在範囲はかなり

異なってくる。実際のローディング・ゾーンの設置に当たっては、対象となる事業所の分布状況と密度および1事業所当たりの荷物の量等を即地的に検討し、キャッチメントエリアを特定することが必要となる。

7. まとめ

本研究では、荷さばき駐車を荷物の積み降ろしに関する作業と横持ちトリップの連鎖という視点から捉え、それぞれの要素の特性について分析したものであり、以下の諸特性を明らかにした。

- 1) 荷積みおよび荷降ろしに要する時間は、扱う荷物の個数によって異なることを示し、それらの平均所要時間を求めた。
- 2) 横持ち移動速度に関しても荷物の個数の影響が大きいことを示し、平均速度を求めた。
- 3) 4車線以上の幹線道路は、横持ち活動に対する大きなバリアとなっていることを示すとともに、2車線の非幹線道路は、横断の必要性に応じて、横断行動が現われることから、大きな抵抗とはなっていないことを示した。
- 4) ピストン型とループ型の移動形態の選択には荷物個数が影響していることを示し、荷物が10個を超えると後者が少なくなることを明らかにした。
- 5) 複数事業所(2ヶ所)を訪問する場合、駐車場所とそれぞれの事業所までの距離には一定の傾向があることを明らかにし、これをトリップ長比と名づけた。

このような荷さばき駐車の構成要素の特性を分析した上で、ローディング・ゾーンの計画の基礎となる同ゾーンのキャッチメントエリアの設定について提案した。なお、本研究では、縦持ちトリップを明示的に扱っていないが、目的事業所が高層ビルに位置する場合には縦持ち行動に注意すべきであり、これを他の行動と区別して扱うことが必要であろう。また、ローディング・ゾーンを計画するには、ローディング駐車需要の推定が不可欠であるが、これについては今後さらに検討することとしたい。

参考文献

- 1) Christiansen, D. : Off-Street Truck-Loading Facilities in Downtown Areas : Requirements And Design TRR No 668, pp.10-14, 1978.
- 2) Habibi, P.A and Crowley, K. W. :Economic Approach to Allocating Curb Space for Urban Goods Movement,

TRR No591, pp.18-24, 1976.

- 3) 毛利正光, 塚口博司, エブラヒム・マブルーク: 問屋街におけるカーローディングの実態とカーローディング施設規模の算定に関する研究, 日本都市計画学会学術研究論文集, No.18, pp.439-444, 1983.
- 4) 毛利正光, 塚口博司: 都市交通合理化のための物流の改善について, 都市問題研究, 第 37 巻, 第 11 号, pp.103-120, 1985.
- 5) 堂柿栄輔, 佐伯達也, 五十嵐日出夫: 荷さばき駐車ペイを考慮した道路空間利用計画に関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集, IV-81, pp.172-173, 1991.
- 6) 高橋洋二, 松尾靖浩, 森弘慎治: 商業・業務地区における荷捌き車駐停車需要に関する定量的分析, 土木計画学研究・講演集 21(1), pp.283-286, 1998.
- 7) 塚口博司, 飯田克弘, 中谷武彦: 商業地区における荷さばき駐車管理システムに関する研究, 土木学会論文誌, No.494/IV-24, pp.107-115, 1994.
- 8) 塚口博司, 鄭憲永: 集配送トラックの横もち行動分析とローディング・ゾーンの計画に関する基礎的研究, 都市計画論文集, No.35, pp.589-594, 2000.
- 9) 高田邦道, 谷川正太郎, 内藤俊介: 貨物車を考慮した路上駐車改善策の評価, 都市計画, No.215, pp.86-92, 1998.
- 10) 苦瀬博仁, 岩尾詠一郎, 朴相徹, 慶田知紀: 大都市中心部の端末物流における荷役・搬送活動のシミュレーション分析, 都市計画論文集, No.32, pp.589-594, 1997.
- 11) 岩尾詠一郎, 苦瀬博仁: 端末物流施設における荷捌き施設計画のあり方に関する研究, 第 3 章, 日本交通政策研究会, A-243, 1998.
- 12) Iwao, E. and Kuse, H.: Traffic and Environmental Impact analysis of Large-scale facilities in the Commercial Business District, *Journal of Eastern Asia society for Transportation studies*, Vol.4, No.1, pp.523-535, 2001.
- 13) 岩尾詠一郎: 荷捌き活動の実態調査にもとづく大規模商業施設の荷捌きシステムの導入効果に関する研究, 学位論文, 東京商船大学, 2002.
- 14) 高橋洋二, 岸井隆幸, 久保田尚: 渋谷地区における駐車・荷さばきの整序化のための社会実験の評価, 都市計画論文集, No.36, pp.649-654, 2001.
- 15) 近藤勝直: 交通行動分析, 晃洋書房, pp.34-40, 1987.

(2003.1.20 受付)

STUDY ON CHARACTERISTICS OF DELIVERY AND COLLECTOR TRUCKS BEHAVIOR BETWEEN A PARKING LOCATION AND THE VISITING SITE

Hiroshi TSUKAGUCHI, Kenji TOYOZUMI, Hiroyasu UOI and Masataka SUZUKI

Although parking for loading and unloading should be performed outside streets in principle, actually it is difficult to manage parking demand only in off-street loading and unloading facilities, which has become one of the causes of traffic congestion. In order to manage on-street parking for loading and unloading, it is necessary to analyze the characteristics of delivery and collective trucks behavior during the parking duration. This research analyzes the characteristics of delivery and collective trucks behavior, which can be regarded as a chain that consists of the activities of loading and unloading and the trips between a parking location and the visiting site. Addition to this, this research explains how to determine the catchment area of a loading zone which is a parking facility for delivery and collective trucks.