

59. 都市内物流の共同化の効果とその促進施策

—福岡天神地区共同集配事業をケーススタディとして—

Areawide Intercarrier Consolidation of Freight in Urban Areas

根本敏則

Toshinori Nemoto

Frequent and small-sized shipment of goods causes traffic increase of freight vehicle in terms of vehicle-km, and then causes environmental problems. In order to relieve them, areawide intercarrier consolidation of freight has been proposed, but there are few successful cases to introduce it with the exception of Tenjin, a CBD in Fukuoka.

This paper is to clarify necessary conditions to introduce and maintain the consolidation system in urban areas, by building a mathematical model focused on the cost structure of the consolidation system based on Tenjin experiences and making a sensitivity analysis under different conditions and policy alternatives.

1. はじめに

都市内物流の小口化・多頻度化に伴い、貨物車交通量が増え、また荷捌きのための路上駐車が増えたため、交通渋滞、交通公害が激化している。これら問題の解決のため物流の共同化が提案されてきているが¹⁾、その中でも「特定地域内の」業種を限らない「すべての荷主への」「共同配送・一括集荷」を行う特定地域内一元共同輸送（以下では単に「共同集配システム」）は、台キロベースの交通量の削減という点で最も期待できる方式と思われる。既に共同システムの導入により貨物積載効率を高められること、従って交通量を削減できることは確認されている²⁾。さらに波及効果として交通公害の緩和、輸送費用の削減等を持たらずは^{3) 4)}、過去それら社会経済効果を実証的に明らかにした研究はない。その結果、共同化促進のための物流施策に関しても定性的な分析にとどまっている。

そこで本研究では、共同集配システム導入事例のひとつである福岡天神地区共同集配事業を取り上げ、①同事業が及ぼす社会的影響をモデル化し、同事業が交通混雑、交通公害の緩和等の効果を持つことを確認するとともに、②同事業の各費用と外的条件との関係をモデル化し、天神1、2丁目地区において物流の共同化が成立できた外的条件を見極め、また同モデルを用いての感度分析により、都市物流施策の違いが共同集配事業の採算性に及ぼす影響を調べることを目的としている。

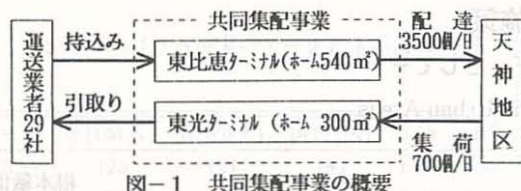
2. 福岡天神地区共同集配事業の概要

天神1、2丁目地区(36.8ha)は、総事業所数 2,161 (福岡市の 2.9%)、卸小売年間販売額 2兆86億円 (同13.9%) を誇る福岡一の中心業務地区である。事業所の中には大企業の支店、営業所も多く、九州全体の中枢機能を担う地区と言ってよい。

同地区では、従来運送業者がそれぞれ集配車を投入して集配送業務を行っていた。しかし、昭和53年2月より、交錯輸送の排除、交通混雑の解消等を目的として、同業務を一元的に集約する共同集配システムを導入し、その後改善を行いつつ現在に至っている。現在、この事業へはトラック会社29社が参加しているが、実際の運営は西鉄運輸(株)とラック通運(株)(共に本社：福岡市)によって行われている。なお、共同集配の費用として各会社は、1個当たり 160円を運賃の中から負担している。

天神地区への配送貨物は東比恵ターミナル(ラック通運)で仕分けられ、1日3回(8:00～、10:00～、14:00～)配達されている。その個数は1日約 3,500個である。一方、集荷は夕方(16:00～)行われた後、東光ターミナル(西鉄運輸)で各社毎に仕分けを行い、各トラック会社へ渡されている。1日約 700個の集荷がある[図-1]。

この事業の抱える問題のひとつに「ターミナルと集配地区との遠隔化」がある。現在、ターミナル～天神間約 4 kmを1日1台当たり 2往復しているが、その際、



図一 共同集配事業の概要

市内の最混雑区間を通行するため、時間のロスが生じている。「路上での駐車・荷捌き」の問題もある。天神地区は、福岡市の商業・業務の中心地であるにもかかわらず、トラックが進入可能な車高制限のゆるい駐車場が少ないため、どうしても路上に駐車せざるをえず、それが交通渋滞や歩行者の障害となっている。また、共同集配事業が扱う荷物の比率は配送、集荷とも天神地区の「集中発生荷物量の30%程度」にとどまっており、同事業の採算性を悪化させている。「労働者確保」も困難となりつつある。全国に先がけて導入されている共同集配システムもいくつかの問題をかかえているのである。

3. 共同集配システムが及ぼす影響

共同集配システムが物流業者、荷主・荷受人、道路利用者、社会・住民の4つの主体に及ぼす影響を整理

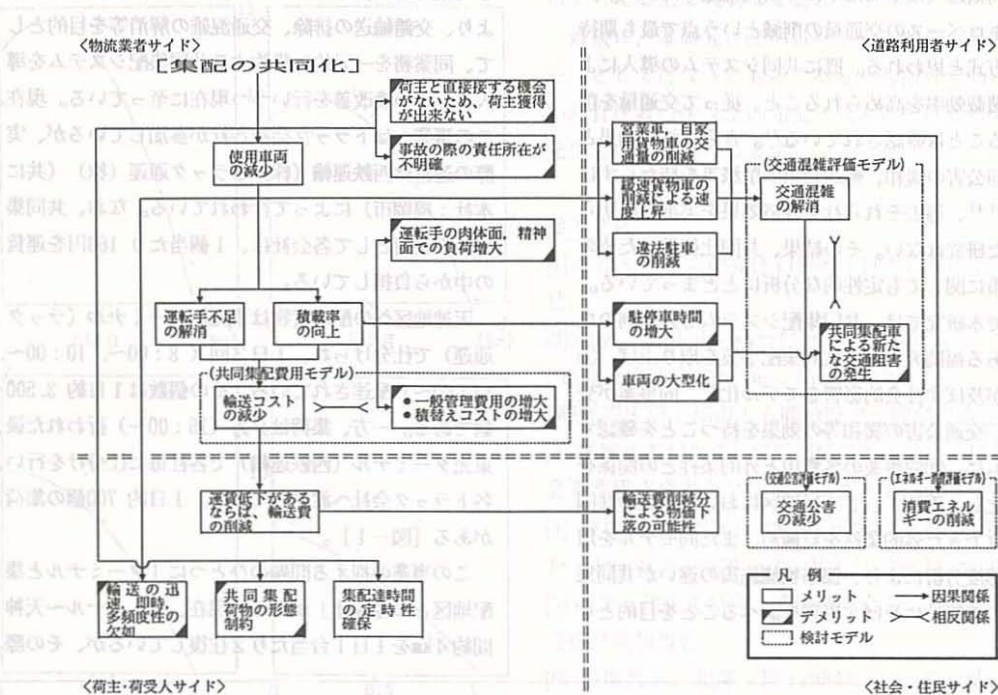
した【図-2】。

物流業者においては、システム導入により使用車両が削減され、積載率の向上、運転手不足の解消が計られ、輸送コストの削減といったメリットが生じる。ただし、一度に複数運送業者の多くの荷物を取り扱うため、運転手の肉体面、精神面の負荷増大、ターミナル積み替えコストの増大、各運送業者が荷主と直接接する機会がなくなることから荷主獲得ができなくなること等のデメリットも生じる。

荷主、荷受け人においては、決まった時間に集配配達を行うことから、定時性が確保され、また運賃引き下げがあるならば輸送費の削減というメリットが生じる。一方、高密度な共同集配サービスを行われなければ従来にくらべて、迅速、即時、多頻度性に欠けることとなるといったデメリットも生じる。

次に、道路利用者においては、貨物車交通量の削減、不法駐車の削減等により、交通混雑の解消といったメリットが生じるが、駐車時間が増える共同集配車両による交通阻害といったデメリットも生じることとなる。

最後に社会・住民サイドにおいては、交通公害の緩和、消費エネルギーの削減が期待できる。また輸送費が削減されれば、商品価格がその分安くなりひいては物価が下落することも考えられる。



図二 共同集配システムが与える影響とその相互関係

以上、共同集配システムは様々な影響を及ぼしているが、各々のメリット、デメリットは互いに深く関連している。これらを定量化し共同集配システムの社会的影響、都市物流施策導入効果を明確にしていける必要がある。

4. 共同集配システムの評価モデルの構築

(1) 評価モデルの位置づけ

共同集配システムは「効率性」「公平性」の両観点から評価しうる。このうち効率性の評価の理念型は、「すべての被影響主体の便益の総和から費用の総和を差し引いた社会的便益を指標としての評価」であり、公平性の評価の理念型は「被影響主体ごとの便益から費用を引いた純便益のばらつきを指標としての評価」である。

本論文では効率性評価に関連させ、共同集配システムに直接係わらない(外部の)道路利用者、社会・住民に帰着する効果である「交通混雑」「交通公害」「エネルギー消費」の3つの影響を評価する。また、公平性評価の一環として共同集配システムの費用を算定するモデルを構築し、共同集配システムの促進施策としての都市物流施策(駐車場のネットワーク化、付置義務荷捌き場など)の採算性向上効果を計測する[表-1]。

表-1 モデルの概要

名称	概要
交通混雑評価モデル	共同集配システムの幹線道路、街区道路の混雑に与える影響を評価するためのモデル 特に街区道路は、路上駐車による交通容量の低下等の影響を混雑している
交通公害評価モデル	共同集配システムの導入によるNO ₂ 濃度低下を評価するためのモデル 自動車によるNO ₂ 濃度は、車種別の排出量、交通量等の影響を受ける
エネルギー消費評価モデル	共同集配システムのエネルギー消費量に与える影響を検討するためのモデル 自動車の燃料は、車種別燃料消費率、走行距離等の影響を受ける
共同集配費用モデル	共同集配システムの採算性を検討するためのモデル 同システムの売り上げは、1個当たり集配手数料に集配個数を掛け合わせ求められるが、各種費用は労働市場条件、道路交通条件、燃料単価等の影響を受ける

(2) 評価モデルの構築

評価モデルの詳細は表-2、表-3のとおりである。

表-2 評価モデル

	関数
交通混雑評価モデル	$T_1 = (A_1 / B_1) \times 100$ $T_2 = (A_2 / B_2) \times 100$ $T_1 : \text{幹線道路の交通量削減率}$ $A_1 : \text{幹線道路削減交通量 (台/日)}$ $B_1 : \text{幹線道路交通量 (台/日)}$ $T_2 : \text{街区道路の路上駐車削減率}$ $A_2 : \text{削減交通量の路上駐車時間 (台・時)}$ $B_2 : \text{路上駐車路上駐車時間 (台・時)}$
交通公害評価モデル	$P = \Sigma E_i R_i / \Sigma E_i N_i \times C$ $P : \text{NO}_2 \text{濃度削減率}$ $E_i : \text{車種別排出係数}^{(1)} \text{ (g/km・台)}$ $R_i : \text{車種別トリップ削減交通量 (台/日)}$ $N_i : \text{車種別現交通量 (台/日)}$ $C : \text{NO}_2 \text{自動車寄与率}$
エネルギー消費評価モデル	$E = (\Sigma H_i F_i) / (\Sigma L_i \cdot N_i / F_i)$ $E : \text{消費エネルギー削減率}$ $F_i : \text{車種別燃料消費率 (km/l・台)}$ $H_i : \text{車種別台キロ削減交通量 (台キロ/日)}$ $L_i : \text{車種別トリップ長 (km/台)}$

5. 共同集配事業の社会的影響の評価

共同集配システムの導入の社会的影響を評価するためには、まずどの程度交通量が削減されるかを見極めなければならない。天神共同集配事業では現在34台の車両(4トン車:4台、2トン車:22台、軽トラック8台)を有しているが、各車両はほぼ2往復するため1日の延べ台数で68台、1往復15kmとして台キロベースで1,020台キロが投入されている。一方、運送業者へのヒアリング調査によれば、共同集配事業がない場合には各社が3台の2t車を2往復させることになると思われる。したがって参加29社の延べ投入車両は174台(3台×2往復×29社)、台キロベースで2,610台キロとなり、68台、1,020台キロとの差一日あたり1,066台、1,590台キロが共同集配事業導入による削減交通量となる。また、実態調査(1992年4月16日実施)によれば、各車両は天神1、2丁目地区で5回程度駐車をしている。したがってトリップベースでの削減交通量は530トリップ(5トリップ×106台)となる。

共同集配事業導入の交通混雑緩和に与える影響に関しては、天神地区の幹線道路(渡辺通り)の交通量が31,635台(平成2年道路交通センサス)であるため、仮に削減交通量530トリップの半分が同幹線道路を利用すると仮定しても0.8%減の影響にとどまる。幹線道路の混雑緩和には寄与しないと言える。しかし、幹線道路以外の街区道路では、ピーク時に荷捌き車の占有がほぼ100%になる箇所がいくつか存在している。一回あたりの平均駐車時間を16分⁽¹⁾とすると、530ト

表-3 共同集配費用モデル

	費用関数	共通パラメータ
π 利潤	$\pi = p \cdot (O \cdot r_1 + D \cdot r_2) \cdot h - C$ p : 集配料金単価 h : 稼働日数 C : 総費用 O : 全発荷物個数 r_1 : 発荷物共同化率 D : 全着荷物個数 r_2 : 着荷物共同化率	$h = 25 \text{日/月}$
ΣC_i 総費用	$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9$	
C_1 共同仕分場 償却費	$C_1 = u_1 \cdot A$ u_1 : 共同仕分場償却費原単位 A : 共同仕分場ホーム面積 $A = \text{Max} (f_1(O \cdot r_1), f_1(D \cdot r_2))$ f_1 : 必要ホーム面積導出関数	$f_1(x) = 0.15 \cdot x$
C_2 車両償却費	$C_2 = K/T \cdot n_1$ K : 車両価格 T : 耐用年数 n_1 : 車両数	$K = 2,500 \text{千円/台}$ $T = 8.4 \text{ヶ月}$
C_3 人件費	$C_3 = w \cdot (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7) \cdot n_2 \cdot h$ w : 賃金 t_1 : 仕分時間 t_2 : 運転時間 t_3 : 駐車スペース確保時間 t_4 : よこ持ち移動時間 t_5 : たて持ち移動時間 t_6 : 届先対応時間 t_7 : 休憩その他 $t_1 = f_2(O \cdot r_1) + f_2(D \cdot r_2)$ f_2 : 仕分時間関数 $t_2 = d/v$ d : 平均走行距離 v : 平均旅行速度 $t_3 = f_3(r_3)$ f_3 : 駐車スペース確保時間関数 r_3 : 平均混雑度	$f_2(x) = 0.00048 \cdot x$ $f_3(x) = 0.092 \cdot x^2$
C_4 燃料費	$C_4 = g \cdot d / f_4(v) \cdot n_1 \cdot h$ g : 燃料単価 f_4 : 燃費関数	$g = 80 \text{円/ℓ}$ $x \leq 33.3 \text{の時}$ $f_4(x) = 0.202 \cdot x + 0.495$ $x > 33.3 \text{の時}$ $f_4(x) = 0.00216(x-45)^2 + 7.52$
C_5 車両修繕費	$C_5 = u_2 \cdot n_1$ u_2 : 車両修繕費原単位	$u_2 = 1.5 \text{千円/台} \cdot \text{月}$
C_6 税、保険	$C_6 = u_3 \cdot n_1$ u_3 : 税、保険原単位	$u_3 = 1.0 \text{千円/台} \cdot \text{月}$
C_7 MCA通信 他通信費	$C_7 = u_4 \cdot n_1$ u_4 : 通信費原単位	$u_4 = 5 \text{千円/台} \cdot \text{月}$
C_8 駐車場料金	$C_8 = G \cdot n_1 \cdot r_4 \cdot h$ G : 1日1台当り駐車料金 r_4 : 駐車施設駐車率 $G = u_5 \cdot (t_3 + t_5 + t_6) \cdot r_5$ u_5 : 駐車料金単価 r_5 : 総駐車時間率	$r_4 = 1.2$
C_9 その他諸経費	$C_9 = r_6 \cdot \Sigma C_i$ r_6 : 諸経費比率	$r_6 = 0.05$

リップの延べ駐車時間は 141台時 (16分×530トリップ/60分) となり、一日の路上駐車時間実績値 2,070台時の 6.8%となっている。しかも共同集配事業が存在しない場合に生じるこの 6.8%の路上駐車需要の増加は、特定の街区道路に集中して発生する可能性が高く、交通混雑に拍車がかかるはずである。

交通公害に関しては、天神地区の自動車排ガス測定局の周辺の交通量のデータから、共同集配事業による交通量削減の影響を推定した。上記測定局は2つの幹線道路の交差点にあり、両道路の交通量の和は12時間で小型車43,270台、大型車6,917台となっている。20km/時程度の速度での車種別排出係数は、大型車で小型車の8倍程度であるから、上記交通量は小型車換算で98,606台となる。削減交通量540トリップすべてがこの交差点を利用していたと考えても0.5%にすぎない。また、天神地区のNO₂に対する自動車の寄与率を他都市を参考に80%程度と仮定すると、NO₂濃度削減効果は0.4%程度に落ちてしまう。平成元年度の

天神地区NO₂濃度0.063ppm (環境基準=0.06ppm) に対しても0.001ppm未満の影響でしかない。

共同集配事業導入による消費エネルギー節約効果に関しては、天神地区を通行する自動車の消費エネルギーとの比率を指標とした。まず現在の消費エネルギーを算出するためには、車種別現交通量 (小型車43,270台、大型車6,917台) に、車種別平均トリップ長 (小型車10.3km、大型車11.3km—平成2年道路交通センサス) を掛け車種別総台キロを求めておく。次に都市部の平均旅行速度 (20km/時程度) での車種別燃料消費率 (小型車9.8km/ℓ、大型車4.8km/ℓ) で除すことによって総消費エネルギーは61,968ℓ (10.3km×43,270台/9.8km/ℓ + 11.3km×6,917台/4.8km/ℓ) と求められる。一方削減交通量は前述のように台キロベースで1,590台キロだから、エネルギー換算すると162ℓとなり総消費エネルギーの0.3%となる。エネルギー節約効果も僅かなものであることがわかる。

6. 共同集配事業促進のための都市物流施策

パラメータを変化させての感度分析により、天神地区において共同集配事業が成り立っている条件を探った。

まず、人件費についてみると、その総費用に占める比率が約70%であるため影響は大きい。しかも、現在の平均年収は600万円（税、社会保険雇用者負担分、退職金を含む。1,500円/時に時給換算可能。）と低い。もし仮に、人件費が10%高かったとすれば、総費用は7.1%増加するため、共同集配事業の経営は非常に厳しくなる。ちなみに、昭和60年度の東京の1人当たり県民所得は福岡の1.59倍に相当する。

次に、混雑の影響についてみてみると、もし仮に、平均混雑度が10%高く、また、平均旅行速度が10%遅かったとすると、総費用は2.1%の増加となる。共同集配事業の費用の面からみると、混雑はあまり大きな影響を及ぼしていないと考えられる。しかし、考察対象をトラック業者29社まで広げると、そこでは積載率が低い混雑による時間増、人件費増の影響がより大きくなる。結果として、共同集配事業へ荷物を委託する割合（共同化率）が高まるとすれば、共同集配事業の採算性が向上すると考えられる。

次に、表-5に示した9項目の都市物流施策が共同集配事業の採算性にどのような効果を及ぼすかを評価する。

物流施策を導入すると、駐車スペース確保時間・よこ持ち移動時間・たて持ち移動時間が短縮されることによって人件費の節約を図ることができるが、一方で

表-4 費用モデルケーススタディ

π	天神共同集配事業データ	月当り費用
π	$p = 160$ 円/個 $O = 2,000$ 個/日 $r_1 = 0.3$ $D = 12,000$ 個/日 $r_2 = 0.3$	97千円
ΣC_i		16,897千円
C_1	$u_1 = 2,500$ 円/㎡ $0 \cdot r_1 = 600$ 個 $D \cdot r_2 = 3,600$ 個 $A = \max(f_1(600), f_1(3,600)) = 540$	1,350千円
C_2	$n_1 = 3.4$ 台	1,020千円
C_3	$w = 1,500$ 円/時 $n_2 = 40$ 人 $0 \cdot r_1 = 600$ 個 $d = 30$ km $D \cdot r_2 = 3,600$ 個 $v = 1.6$ km/時 $r_3 = 1.4$ $n_1 = 3.4$ 台	12,000千円
C_4	$v = 1.6$ km/時 $d = 30$ km $n_1 = 3.4$ 台	547千円
C_5	$n_1 = 3.4$ 台	510千円
C_6	$n_1 = 3.4$ 台	340千円
C_7	$n_1 = 3.4$ 台	170千円
C_8	$n_1 = 3.4$ 台 $r_4 = 0.1$ $u_5 = 400$ 円/時	152千円
C_9		808千円

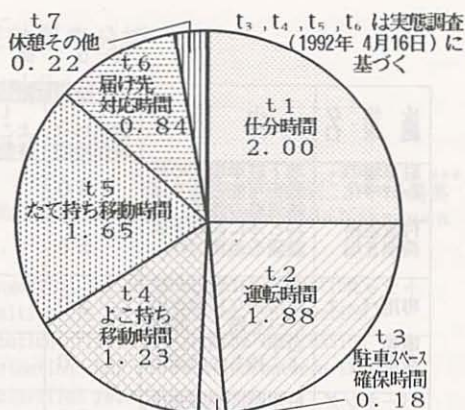


図-3 目的別労働時間(8時間の内訳) 単位: h

は、駐車施設への駐車率が高まるため、駐車場料金に関わる経費が増大してしまう。本論文では、ヒアリング調査の結果にしたがって条件を想定し、それぞれのコストの削減率を算出した。

分析の結果、次のようなことが分かった。まず、施策の中で最も効果が大きい施策は、「ビル管理会社一括荷受」である。この施策は、月あたり総費用16,897千円の15.0%にあたる2,543千円が節約される。(ただし、ビル管理会社にとっては費用増となる。)次に効果的な施策は、「付置義務荷捌き場」と「電動荷車椅子」でそれぞれ8.4%、7.9%のコスト削減となっている。また、「地下駐車場のネットワーク化」と「トラック専用バス」は、駐車スペース確保時間を短縮できるが、もともと混雑がそれほど激しくなく、駐車スペース確保時間の絶対値が小さいため効果は小さい。(ただし、駐車場ネットワーク化の時間短縮効果については様々に考えられるネットワーク化の実施方法に大きく依存する。)[「駐車違反取締まり」に関しては、時間短縮効果と駐車場料金費用増が相殺され、コストダウンにはつながらない。

「共同集配システムに対する1コあたり16円の補助金」(年間に換算して2,016万円の補助金)は、採算性向上という点では即効性がある。ただし、行政の負担となるため、前節で分析した様な社会的意義を明確にすることが求められる。最後に費用は伴わないが行政指導による「共同化率引上施策」では、共同化率を仮に10%引き上げ0.33にすると、1,245千円の収入増となり、これはコスト換算にすると、7.4%のコストを削減した効果に相当し補助金同様、効果的な施策といえる。

表-5 都市物流施策の効果

施策名	内容	時間短縮効果 (%)			r ₁ 駐車施設 駐車率	r ₁ , r ₂ 共同比率	採算性 向上効果 (%)	施策実施の 費用負担
		t ₁ 駐車スペース 確保時間	t ₂ よこ持ち 移動時間	t ₃ たて持ち 移動時間				
駐車場のネットワーク化	地下駐車場の移動を可能とする連絡通路の設置	50	50	0	0.5	0.3	コスト削減 3.4	荷主。一部運送業者が駐車料金として負担。
付置義務 荷捌き場	各ビルに荷捌き場設置を義務づけ	50	90	0	0.5	0.3	8.4	同上
トラック 専用バス	各ビルに数台が駐車可能な貨物専用バスを路上に確保	50	50	0	0.5	0.3	3.4	荷主および運送業者
電動 荷車椅子	台車への積み込み、よこ持ちの機械化	0	70	0	0.1	0.3	7.9	同上
パーキング メータ施策	駐車時間制限強化、および料金値上げ	50	20	0	0.2	0.3	2.2	運送業者
駐車違反 取締まり	取締まり強化、反則金値上げ	80	50	0	1.0	0.3	0.1	取締まり経費には反則金充当
ビル管理会社一括荷受	管理会社がビル内テナントへの荷物を一括引受け	0	0	100	0.1	0.3	15.0	荷主
共同集配 システム補助金	1ヶ160円の集配料金への16円の補助	0	0	0	0.1	0.3	コスト換算 9.9	行政
共同化率 引上げ施策	発荷物・着荷物化率を0.3から0.33へ引上げる	0	0	0	0.1	0.33	コスト換算 7.4	(行政の指導)

7. おわりに

天神地区共同集配事業の社会的影響は大きなものではなかった。街区道路以外での交通混雑の緩和、交通公害の緩和、エネルギー消費量の節約のどの点でも、その効果は僅かなものであった。しかし、天神1、2丁目地区は、福岡市のCBD 657.3ha (天神から博多駅までの商業地域) の5.6%を占めるにすぎない。他地域でも同様の共同集配システムの導入が図られれば効果は累積的に高まると思われる。というのも、この地域には迂回ルートが少なく、天神1、2丁目地区以外のCBDへの貨物車の多くが同地区を通過しているからである。

都市物流施策の導入により、駐車スペース確保時間等が節約され、共同集配事業の採算性が向上することが分かった。ただし、それぞれの施策は、駐車場のネットワーク化、ビル管理会社一括荷受をはじめ、荷主および荷受人等の負担を増加させるものである。この負担増が正当化されるか、否か、すなわち、物流システム改善のための費用をいかに公平に負担すべきか、の判定には、物流業者、荷主・荷受人、道路利用者、社会・住民 (よって行政) のそれぞれが受ける便益と費用のより一層正確な把握が不可欠である。

なお、本論文をまとめるにあたり、貴重な助言及びご協力をいただいた(株)福山コンサルタントの中村・池田両氏と建設省、福岡市、福岡県トラック協会の関係者、特に天神共同集配事業の大浜氏に、謝意を表します。

参考文献

- 1) 物流政策研究会 (1988), 「ソフト化・システム化・ネットワーク時代の物流」, ぎょうせい, pp237-315
- 2) 福岡県トラック協会・福岡陸運局 (1984), 「天神地区共同集配システムの将来の展望のための基礎調査報告書」, pp79-112
- 3) 鹿島茂 (1988), 「欧米の都市物流対策」, 都市計画, 154号, pp36-42
- 4) 根本敏則 (1991), 「物流システム高度化の社会的影響の評価」, 高速道路と自動車, 第34巻, 第6号, pp21-28
- 5) 交通工学研究会編 (1988), 「道路の環境」, 技術書院
- 6) 九州地方建設局, 福岡市 (1992), 「都心 (天神地区) 物流施策検討調査」, pp19-39