

東京都市圏における品目別 サプライチェーンの分析

中道 久美子¹・川崎 智也²・花岡 伸也³・渡邊 雄太郎⁴

¹正会員 東京工業大学特定准教授 環境・社会理工学院 (〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1)
E-mail: nakamichi.k.aa@m.titech.ac.jp

²正会員 東京工業大学助教 環境・社会理工学院 (〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1)
E-mail: kawasaki@ide.titech.ac.jp

³正会員 東京工業大学准教授 環境・社会理工学院 (〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1)
E-mail: hanaoka@ide.titech.ac.jp

⁴非会員 東京工業大学 大学院理工学研究科 (〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1)

東京都市圏は日本の産業・経済の中心であり、多くの人口を抱える大消費地でもある。サプライチェーンマネジメントの重要性が叫ばれる中、物流業務の主な担い手である民間企業によって前後のODは把握されていても、都市圏全体のサプライチェーン構造は解明されていない。本研究では、搬出搬入のODをサプライチェーンの「上流」、「中流」、「下流」の観点から分類し、東京都市圏の物流を品目別に明らかにした上で、その分類に基づき各施設の緯度経度を視覚化、考察することを目的とする。その結果、品目ごとにサプライチェーン上の施設の立地数や立地場所の傾向が異なることが分かった。また、使用した東京都市圏物資流動調査にはサプライチェーンの観点から物流を分析する上で限界があることが明らかになり、次回調査を行う上での改善点を提案した。

Key Words : supply chain, OD pair, downstream, upstream, middle part, Tokyo Metropolitan Area

1. はじめに

交通調査において定義される東京都市圏に含まれる茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、東京都は、面積は全国の8.6%に過ぎない¹⁾が、人口は33%、実質県内総生産と実質最終消費支出は全国の約38%を占める²⁾。つまり、日本の産業・経済の中心であり、また、多くの人口を抱える大消費地といえる。このような圏域において、産業・経済や人びとの暮らしと密接に関係がある物流を把握することが重要である³⁾。実際、東京都市圏における様々な経済活動は、必要な物資が必要な時に供給されることで成り立っている。しかし、物の流動は人の流動に比べて把握することが難しいとされる。苦瀬ら(2006)⁴⁾は、人の流動と比べたときの物資流動を、a) 移動単位の不安定性、b) 品目の多様性、c) 移動過程での変化、d) 移動方法、e) 移動目的の多様性、f) 移動サイクルの多様性、g) 移動量の変動性から整理し、人の流動と比べて、物の流動がはるかに複雑であることを示している。

また、物流の主な担い手である民間企業は、近年の経済活動の多様化に伴う企業間・地域間競争の激化により、コスト削減の観点からサプライチェーンマネジメントの重要性を意識している。2003年に実施された第4回東京都市圏物資流動調査においては、サプライチェーンマネジメントの重要性について約42%の企業が「重要である」または「非常に重要である」と回答した⁵⁾。その後、2013年に実施された第5回東京都市圏物資流動調査の企業へのサプライチェーンマネジメントによる流通全体の管理に関するアンケート調査では、約47%の企業が「重要である」または「非常に重要である」と回答しており³⁾、このことからサプライチェーンマネジメントの重要性が増してきていることが分かる。

サプライチェーンは、原料調達から生産管理、流通、販売を通して消費者に製品が渡るプロセスである⁶⁾。品目によって、都市圏内だけでサプライチェーンが完結する場合と東京都市圏外との物流がサプライチェーン内に含まれる場合があるため、品目ごとにサプライチェーンを把握する必要がある。また、サプライチェーンは「上

流」, 「中流」, 「下流」に大きく分類することができる⁷⁾. 一般的にサプライチェーンの「上流」には工場などの生産拠点が, 「中流」には物流業者や卸売業者が, 「下流」には小売業者があてはまる. 品目ごとにサプライチェーンの「上流」, 「中流」, 「下流」が東京都市圏内のどこに分布するのかを把握することで, サプライチェーンの観点から東京都市圏の物流を理解することが重要である. なぜなら, 東京都市圏の物流を品目ごとに定量的に分析することで, これからの物流施策の立案に繋がる上に, その物流施策の妥当性を客観的に示すことが可能になるからである. しかし, 物流に関わる民間企業によって前後のODは把握されていても, 都市圏全体のサプライチェーン構造は解明されていない.

大都市圏の物流に関する研究には, 施設立地に関するものが多い. 1kmメッシュ単位で立地選択モデルを構築した研究⁸⁾, 立地に加えて立地量(敷地面積)の同時選択モデルを構築した研究¹⁰⁾, トリップ種類ごとに立地選択モデルを構築した研究¹¹⁾がある. また, 経路選択¹²⁾, 端末物流¹³⁾, 輸送・在庫コスト削減効果¹⁴⁾に関する研究もある. 既往研究では, 各物流施設の立地特性や各物流施設間の関係については多く議論されているが, サプライチェーンの観点から東京都市圏の物流を品目ごとに明らかにした研究はない.

そこで, 本研究では, 1) 搬出搬入のODをサプライチェーンの「上流」, 「中流」, 「下流」の観点から「業種」と「施設種類」の組み合わせを用いて分類し, 東京都市圏の物流の実態を品目別に明らかにすること, 2) その分類ごとに各施設の経緯度を視覚化・考察すること, 3) サプライチェーンの観点から物流を分析する上での東京都市圏物資流動調査の限界を示し, 次回調査を行う上での改善点を提案することを目的とする.

2. 研究方法

(1) 使用データ

本研究では, 東京都市圏物資流動調査(以下, 物資流動調査)の結果を用いる. 物資流動調査は東京都市圏交通計画協議会によって1972年に第1回目が実施された後, およそ10年に1度の頻度で行われており, 物流の実態を把握する目的で行われている. 本研究で使用するデータは2013年に実施された最新の第5回物資流動調査の結果である. 本研究における東京都市圏の定義も物資流動調査の調査範囲である東京都, 埼玉県, 神奈川県, 千葉県, 茨城県南部中部, 栃木県南部, 群馬県南部の1都6県とする. なお, 第5回物資流動調査から, 物流の広域化に対応し北関東道沿線の物流施設も調査対象に含めるため, 群馬県南部, 栃木県南部, 茨城県中部が調査範囲に追加

された. 「事業所機能調査」の調査対象事業所数は, 約14万であり, そのうち有効回答は約4万4千(有効回収率32%)である³⁾.

物資流動調査では本調査と補完調査が行われている. 本研究では本調査である「事業所機能調査」の「事業所票」と「搬出搬入票」の調査結果を用いる. まず, 「事業所票」では, 物流に関連する施設を「事業所」という単位で考え, 個々の「事業所」の物流機能や施設立地, 発生集中量といった基礎的な情報が調査されている. ただし, 「事業所番号」は企業ごとに固有の番号が付与されており, 複数拠点を持つ企業の拠点は「事業所番号」だけでは特定できない. そのためには, 「事業所番号」に「業種」と「市区町村」を組み合わせ, 事業所票と搬出搬入票の3つのコードを対応させる必要がある. 次に, 「搬出搬入票」では「事業所」の「搬出先」と「搬入元」のODデータが得られる. 本研究で使用した情報を表-1に整理した. このうち, 輸送品目の区分を表-2に示す. これらの品目分類は, 輸送統計¹⁵⁾の品目分類および日本標準商品分類を参考にして作成されたものである. また, 本研究で使用した各調査票の業種と施設種類の区分を, それぞれ表-3と表-4に示す. なお, 市区町村(436区分)は, 東京都市圏とその近隣都道府県は市区町村ごとに, その他の都道府県は都道府県ごとに区分されている.

「搬出搬入票」のOD数は227,633件であるが, 本研究では, 「市区町村」, 「業種」, 「施設種類」, 「品目」が不明または無回答のものを分析対象から除外する. また, 「搬出搬入票」の「票コード」が「70.運輸業・経由しない票」については, 運輸業者が自家用車を配送のために貸し出しているケースであり, 運輸業, 荷主それぞれの搬出搬入票と重複する可能性があるため, 本研究には含めないこととする. 最終的に本研究で対象とする品目ごとの「搬出搬入票」のOD数を表-2に示す.

表-1 本研究で使用した調査項目

	搬入元	調査対象事業所	搬出先
搬出搬入票	市区町村(436) 業種(19) 施設種類(29,12) 輸送品目 輸送重量 輸送手段	事業所番号 業種(17,2) 地域(18)	市区町村(436) 業種(19) 施設種類(29,12) 輸送品目 輸送重量 輸送手段
事業所票	なし	事業所番号 業種(17,2) 市区町村(439) 施設種類(10) 施設機能	なし

括弧内の数字: 区分数(異なる区分数の調査項目のみ)

表-2 輸送品目の区分とOD数

コード	品目分類	品目	OD数
1	農水産品(定温)	穀類, 野菜, 果物, その他の農水産品	5,386
2	農水産品(常温)	水産品, 畜産品	2,103
3	食料工業品(冷凍)	野菜果物加工品, 茶, 香辛料, 肉製品	4,175
4	食料工業品(定温)	酪農製品, 菓子類, パン類, 調味料	8,023
5	食料工業品(常温)	飲料品	10,437
6	食料工業品を除く軽工業品	紙, パルプ, 繊維工業品	6,195
7	出版・印刷物	出版印刷物	6,344
8	日用品	家具, 衣類, 文房具	16,630
9	日用品を除く雑工業品	ゴム製品, 皮革製品	4,628
10	林産品	原木, 製材, 薪炭	3,124
11	鉱産品	砂利, 石材, 原油, 石炭, 天然ガス	2,459
12	金属工業品	鉄鋼, 非鉄金属, 金属製品	23,587
13	一般機器	一般機器	6,519
14	電気機器	照明器具, 電子回路, PC, 半導体素子	9,666
15	輸送機器	機関車, 完成自動車, 自動車部品, エンジン, 船, 自転車	8,289
16	精密機器	計測機器, 時計, カメラ, 望遠鏡	4,151
17	窯業品	生コン, セメント, ガラス, レンガ, コンクリート製品	4,569
18	化学工業品	灯油, 軽油, 重油, 石油ガス, 化学薬品, 化粧品	19,745
19	特殊品	建設残土, 金属くず, 古紙, コンテナ	5,393
20	混載	宅急便, 混載	2,739
合計			154,162

(2) 分析方法

a) サプライチェーン下流の施設分析

まず、搬出搬入票の搬出先が、業種（19区分）のうち「各種商品小売業」、「小売業（各種商品小売業以外）・飲食店」、「小売業・飲食店（詳細区分不明）」、「サービス業」、「事業所以外（一般家庭等）」のいずれかに該当し、かつ、施設種類（12区分）のうち「事務所施設」、「店舗」、「飲食店・宿泊・娯楽施設」、「住宅・文教施設等」のいずれかに該当するODを抽出し、その搬出先を「最終搬出先」と定義する。次に、抽出した最終搬出先を含むODの搬入元と、その他のODの搬出先を、以下の方法によって接続する。

搬出搬入票の調査対象事業所（事業所機能調査に回答した事業所）には市区町村（436区分）のコードが付与されておらず、また前述のように事業所番号は拠点ごとではなく企業ごとに固有のため、まず事業所票と搬出搬入票の情報を対応させる必要がある。そこで、搬出搬入票と事業所票の両方に記載がある事業所番号、業種（17区分）と地域（18区分）を対応させる。これにより、搬

表-3 本研究で使用した業種の区分

搬出搬入票		事業所票	
コード	業種(19区分)	コード	業種(17区分)
210	農林漁業		N/A
220	鉱業(土石・砂利・砂採取業を含む)		N/A
230	建設業		N/A
241	軽雑系製造業	5	軽雑系製造業
242	化学系製造業	1	化学系製造業
243	鉄鋼系製造業	2	鉄鋼系製造業
244	金属製品製造業	3	金属製品製造業
245	機械系製造業	4	機械系製造業
250	卸売業	11	原材料系卸売業
		12	製品系卸売業
261	各種商品小売業	13	小売業
262	小売業(261以外)・飲食店	14	飲食店
269	小売業・飲食店(261,262の区分不明)	13	小売業
270	サービス業	15	サービス業
299	荷主(詳細業種不明)	92	荷主
110	道路貨物運送業	6	道路貨物運送業
120	倉庫業	9	倉庫業
130	その他の運輸業	7	水運業
		8	航空運輸業
		10	運輸に付帯するサービス業
199	運輸業(詳細業種不明)	91	運輸業
310	事業所以外(一般家庭等)	92	荷主

表-4 本研究で使用した施設種類の区分

搬出搬入票		事業所票	
コード	施設種類(12区分)	コード	施設種類(10区分)
10	事務所施設	10	事務所施設
20	工場	20	工場(荷主)
31	店舗	31	店舗
32	飲食店・宿泊・娯楽施設	32	飲食店・宿泊・娯楽施設(荷主)
41	倉庫	41	倉庫(運輸業)
42	集配送センター・荷捌き場	42	集配送センター・荷捌き場(運輸業)
43	トラックターミナル	43	トラックターミナル(運輸業)
44	その他の輸送中継施設	44	その他の輸送中継施設(運輸業)
49	物流施設(詳細不明)	49	物流施設(荷主)
51	住宅・文教施設等	50	その他
52	工事現場		
53	その他		

出搬入票の調査対象事業所に、事業所票の市区町村および施設種類（10区分）の情報を付与することができる。次に、搬出搬入票の情報からは、異なるOD同士の搬入元と搬出先が同一の施設を特定することが困難であるた

め、本研究では、業種、施設種類、市区町村の3つのコードが一致する施設を同一施設と仮定し、異なるOD同士を接続する。

b) サプライチェーン上流の施設分析

この分析では、以下に説明する方法を輸送品目別に試行し、サプライチェーン上流の施設を分類する。

まず、上流、つまり物流が発生する段階を詳しく把握するために、搬出搬入票の「搬入元」を対象に、業種（19区分）別・施設種類（12区分）別のOD数を集計する。その結果から、上流に該当するであろうODを輸送品目ごとに抽出し考察する。

次に、サプライチェーン上流は生産段階であり、施設種類のうち「工場」が多いと考えられることから、搬出搬入票の「搬入元」の施設種類が「工場」にあてはまるODを抽出する。そして、「搬入元」から見て輸送先の施設である調査対象事業所の施設種類と業種を集計することで、品目ごとのサプライチェーン上流の施設間の物流の傾向について考察し、その結果から「上流」の施設を定義する。

c) サプライチェーン中流の施設分析

まず、搬出搬入票の全ODを対象に調査対象事業所の業種別・施設種類別のOD数を集計し、品目ごとにどの組み合わせでOD数が多いかを把握する。これにより、品目ごとにサプライチェーンを構成する業種・施設種類の傾向やサプライチェーンの複雑性（サプライチェーンを構成する施設数が多いか）を判断できる。その結果から、上述のa), b)で定義した「下流」と「上流」の施設を含むODを除外することによって、サプライチェーンの「中流」にあたる業種・施設種類の組み合わせを品目ごとに定義できる。

次に、序章でも記した通り、一般的にサプライチェーンの「中流」には卸売業と運輸業者の物流施設が多い。そこで、まず業種が「原料系卸売業」と「製品系卸売業」に該当する調査対象事業所を含むOD数が合計OD数に占める割合を算出する。さらに、各品目の合計OD数に占める各業種の割合のうち、卸売業以外の業種割合が多い品目については、その業種と施設種類の組み合わせを「中流」の定義に加える。一方、「運輸業者」の物流施設もサプライチェーンの「中流」で機能することが多い。そこで、施設種類が「倉庫」、「集配センター・荷捌き場」、「トラックターミナル」、「その他の輸送中継地点」のいずれかであり、かつ、「業種」が「道路貨物運送業」、「水運業」、「航空運送業」、「倉庫業」、「運輸に付帯するサービス業」のいずれかである場合を「運輸業者」と定義する。そのOD数割合が多い品目は、「荷主」だけでなく「運輸業者」がサプライチェーン内に多く介在していることになるため、「中流」を分析する指標として算出する。

d) 東京都市圏内外間の物流分析

上述のa)~c)の分析は、サプライチェーンが東京都市圏内のみで完結するという前提であるが、国内・海外を含む東京都市圏外との物流もサプライチェーンを構成している可能性がある。そこで、品目ごとに搬出搬入票のODを東京都市圏の内々、内外、外内に分類し、それらのOD数と重量を求める。このうち、内外、外内に関しては、東京都市圏外のうち国内と海外に分類して分析する。

e) 上流・中流・下流施設の品目別分布

上述のa)~c)の分析結果から、各品目の搬出搬入のODについて、サプライチェーンの「上流」、「中流」、「下流」のどれにあてはまる施設を含むODであるかを定義し、そのODの調査対象事業所の緯度経度を用いて地図上に立地先を視覚化し、地理的な観点から考察を行う。

3. 研究結果と考察

(1) サプライチェーン下流の施設分析

2.で定義した「最終搬出先」を含むOD数と、そのOD数が品目別合計OD数に占める割合を図-1に示す。そして、「最終搬出先」を含むODの「搬入元」とその他のODの「搬出先」が接続できたOD数と、そのOD数が品目別合計OD数に占める割合を図-2に示す。

図-1から、「農林水産品」、「食料工業品」、「日用品」では品目別合計OD数の約30%が最終搬出先を含むOD、つまりサプライチェーンの最下流にあることが分かった。また、「出版・印刷物」もその値が20%超で、「下流」にODが多いといえる。さらに「精密機器」も約15%で、他の製造業品目に比べて多い。これは、表-2からも分かるように精密機器に含まれる詳細品目が時計やカメラなど製品であるため消費者に近い物流が多いと考えられる。つまり、生活関連品目（食料品、日用品、出版・印刷物）のように消費者に身近な最終製品であり、サプライチェーン構造が単純な品目は、サプライチェーンの「下流」に多くODを持つことが分かった。また、製造業品目（金属工業品、一般機器、窯業品、化学工業品、特殊品）のような素材、「林産品」「鉱産品」のような原料は、サプライチェーンの最下流でのOD数が占める割合が5%前後と少ないことが確認できた。

一方、図-2から、サプライチェーンの最下流に置いて異なるOD同士を接続できる割合は非常に小さいことが分かった。具体的には、最終搬出先を含むOD数が最も多い「食料工業品(定温)」でさえ、OD同士を接続できたのは品目別合計OD数のうちわずか1.3%である。これは、物資流動調査が抽出調査である点、17区分と19区分の2

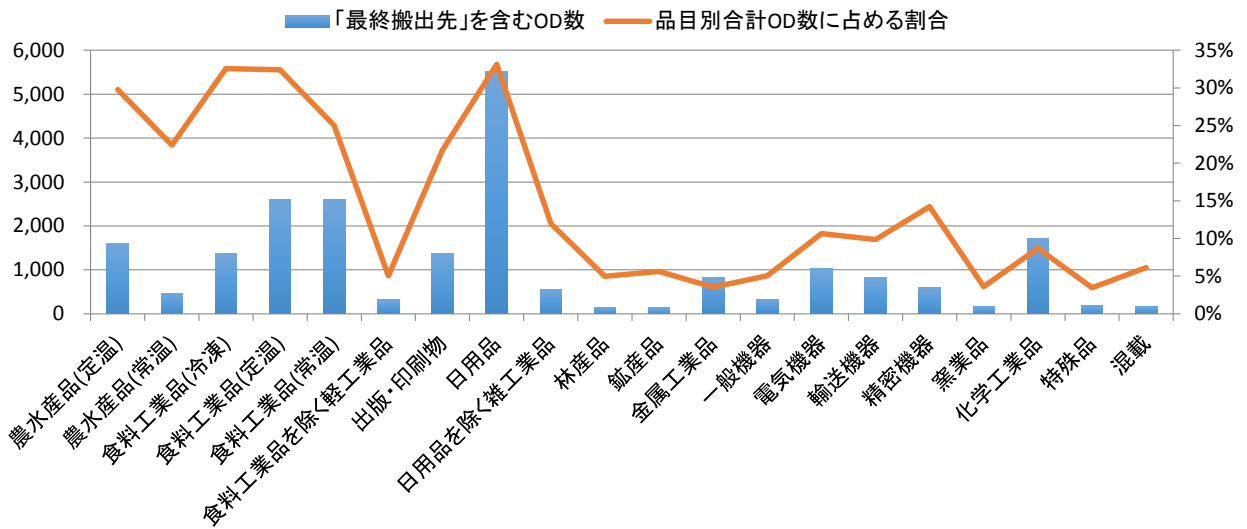


図-1 「最終搬出先」をODを含むOD数とその割合

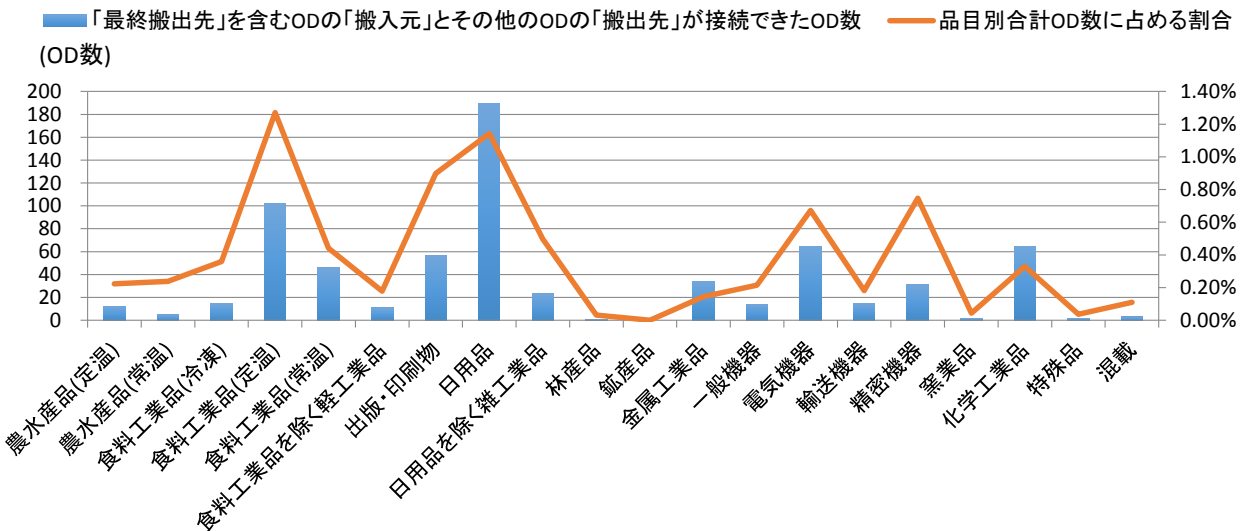


図-2 「最終搬出先」を含むODの「搬入元」とその他のODの「搬出先」が接続できたOD数とその割合

種類の業種があり区分が統一されていない点、サプライチェーンの最下流部にある可能性が高い「小売業」と「飲食店」の施設43,598件のうち177施設にしか「事業所機能調査」を配布していない点が主な要因として考えられる。

(2) サプライチェーン上流の施設分析

搬出搬入票の「搬入元」の施設種類の品目別内訳を図-3に示す。「食料工業品(冷凍)」と「混載」以外の18品目において、施設種類(12区分)が「工場」のOD数が最も多い。特に、製造業品目(金属工業品, 輸送機器, 化学工業品)で「工場」の割合が大きく、約70%を占める。また、グラフ中の数字はOD数を示すが、中でも金属工業品と化学工業品はOD数が非常に多いことが分かる。これらを踏まえ、搬出搬入票の「搬入元」の施設種類を「工場」に絞り、そのODの調査対象事業所の業種

(17区分)別・施設種類(10区分)別のOD数を品目別に集計した。このうち、施設種類の品目別内訳を図-4に示す。これを見ると、ODの「搬入元」と「調査対象事業所」の施設種類が共に「工場」であるOD数割合が全ての品目において最も多いことが分かった。図-3で搬入元の施設種類のうち「工場」の割合が高く、かつ、図-4で「工場」から「工場」への搬入OD数の割合が高い品目は、サプライチェーンの「上流」に多くのODを持つといえる。その品目は製造業品目のうち「食料工業品を除く軽工業品」、「金属工業品」、「輸送機器」、「化学工業品」と、原料の「鉱産品」であり、工場から工場への搬入の割合はそれぞれ74%、82%、76%、78%を占める。「林産品」も原料だが、工場から工場への搬入は55%であった。業種と施設種類の組み合わせを詳しく調べたところ、原料系卸売業の物流施設や事務所施設への物流が約35%を占めることから、工場で加工された後は

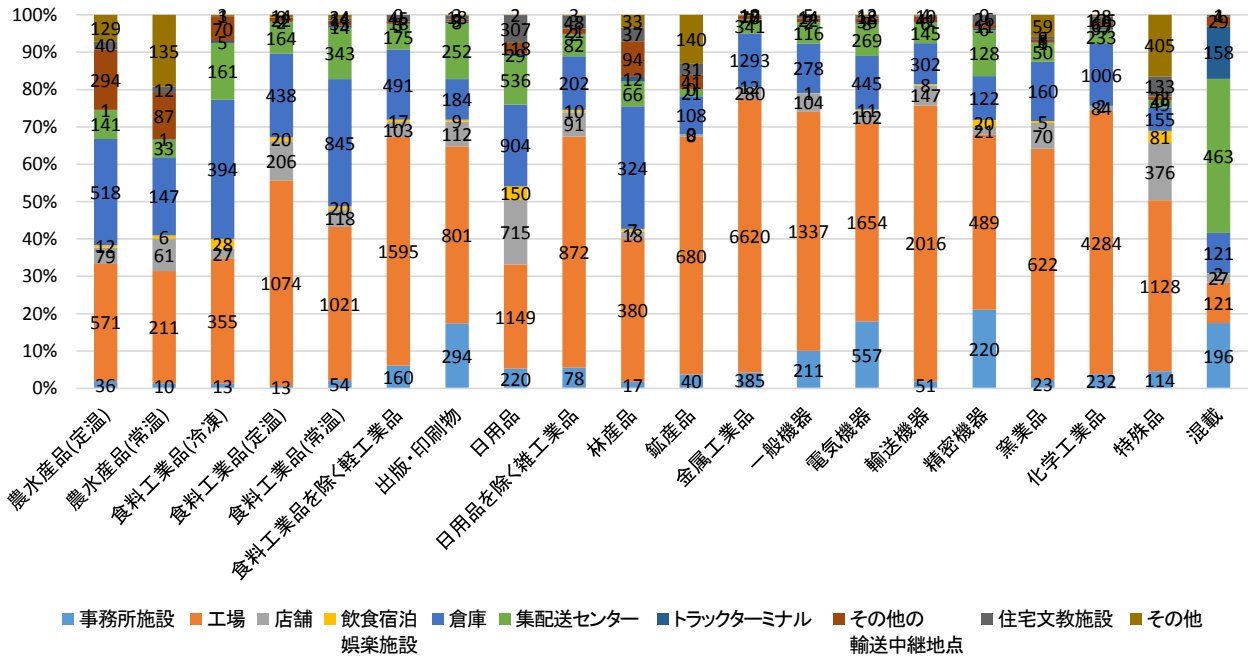


図-3 「搬入元」の施設種類ごとOD数の品目別内訳

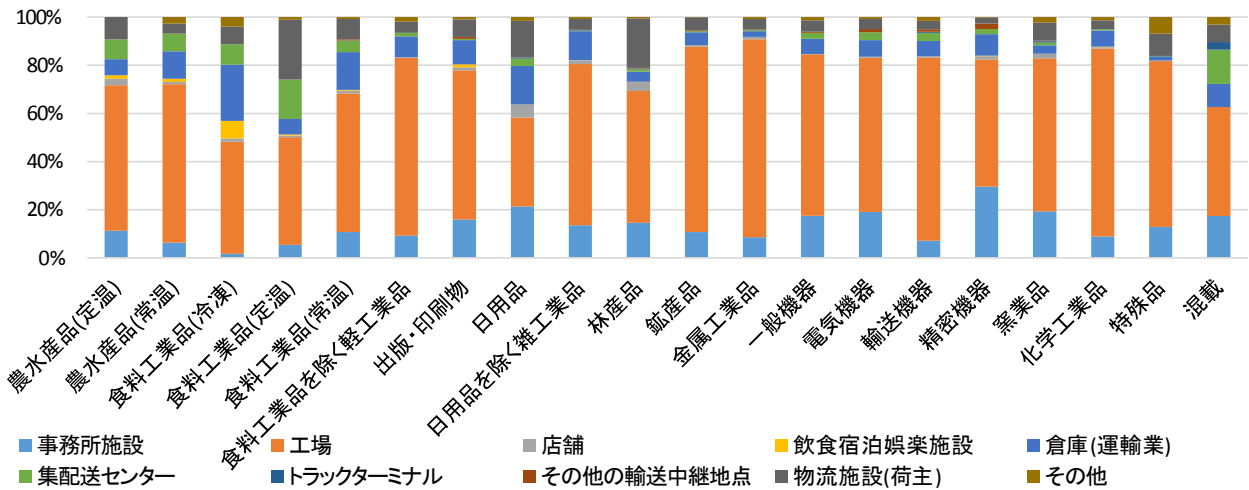


図-4 「搬入元」の施設種類が「工場」のODの場合の「調査対象事業所」の「施設種類」の品目別内訳

多くの段階を経ずに消費者に供給されていると推測できる。

ここで、サプライチェーンの「上流」には、施設種類のうち「工場」だけでなく「その他」も当てはまる可能性がある。なぜなら、それ以外の施設種類はサプライチェーンの「下流」に定義したものか、「中流」で機能する「運輸業者」の物流施設（倉庫、集配送センター、トラクターミナル、その他の輸送中継地点）に該当するためである。施設種類が「その他」の詳細な区分内容は、「廃棄物処理場、埋立地」、「車庫駐車場」、「自然地」、「農林漁作業地」、「採掘場」である。このうち「農林漁作業地」と「採掘場」の施設はサプライチェーンの「上流」にあたる施設の可能性がある。これを踏ま

えて図-3を見ると、「農水産品(定温)」、「農水産品(常温)」、「鉱産品」、「特殊品」は施設種類が「その他」の割合が他の品目と比較して大きい。しかし、特殊品に含まれるスクラップや建設残土等はサプライチェーンの「上流」にある施設とは言いがたい。一方、「採掘場」や「農林漁作業地」は生産段階である可能性が高いため、サプライチェーンの「上流」として定義に含める必要がある。そこで、農水産品(定温)、農水産品(常温)、鉱産品に関しては、施設種類別・業種別のOD数割合を算出したところ、農水産品(定温)の場合は施設種類が「その他」で業種が「農林漁業」のOD数が品目別合計OD数の5.7%、農水産品(常温)の場合は施設種類が「その他」で業種が「農林漁業」のODが14.2%、鉱産品の場合は施設

種類が「その他」で業種が「鉱業（土砂・砂利・砂採取業含む）」のODが10.5%を占め、無視できない値である。以上の分析結果を踏まえ、「上流」を表-5の通り定義した。

(3) サプライチェーン中流の施設分析

ここでは、搬出搬入票の全ODを対象に調査対象事業所の業種別・施設種類別のOD数を集計した結果と、前述の3.(1), (2)で設定した「下流」と「上流」の定義を考慮し、「中流」の施設を品目別に定義する。この際、「上流」は生産段階である工場が多いことや、「下流」は消費段階であるため飲食店や小売業が多いなど、ほとんどの品目で施設が似ているが、「中流」の施設は品目によって異なると仮定した。この分析は調査対象事業所を対象としているため、最下流と定義した施設はほとんど含まれない一方、「上流」である「工場」に該当するODは多い。つまり、「中流」と「上流」にあてはまる施設を含むODが多いため、各品目の「上流」とそれ以外の「中流」の施設を含むOD数を比較して、品目ごとの傾向を把握した。その結果、農水産品(定温)、農水産品(常温)、食料工業品(冷凍)、食料工業品(定温)、食料工業品(常温)、出版印刷物、林産品、特殊品という多くの品目において、施設種類が「工場」で業種が「軽雑系製造業」である組み合わせの施設が多い。施設種類が「工場」である施設を含むODが「搬出搬入票」の全ODの中

で最も多いことは既に述べたが、業種が「軽雑系製造業」である施設を含むODが多い理由は、この業種は「食料品製造業」や「飲料、たばこ」「家具、装備品製造業」など「生活関連品目」が多く製造されている業種であるため、大消費地である東京都市圏において発生するODが多いと考えられる。これらは「上流」の定義に該当するODである。次に多い業種は品目により異なるが、「倉庫業」、「原材料系卸売業」、「製品系卸売業」が特に多かった。このことから、サプライチェーンの「中流」にあてはまる施設は「卸売業」または「運輸業者」であることが確認できたため、各品目でそれらの業種の施設を含むOD数の内訳を図-5に示す。品目によって、サプライチェーンの「中流」にあてはまる施設は、卸売業の中でも「製品系卸売業」が多い品目と「原料系卸売業」が多い品目に分かれた。「製品系卸売業」が多い品目は、より消費者に近い段階でODが多く発生していると考えられる。以上の分析結果から、各品目のサプライチェーンの「中流」にあたる施設を、「業種」と「施設種類」の組み合わせから表-6のように定義した。

この分析では、「運輸業者」がODに多く含まれるかどうか品目により異なることが分かったため、品目ごとにそのOD数割合を比較した結果を図-6に示す。「運輸業者」は、2.(2)c)で説明した定義と同様である。「混載」は主に宅配便であるため、運輸業者利用割合が50%以上と高くなっている。調査対象事業者が「運輸業者」であるOD数が10%以上を占める品目は、「食料品」、「日用品」、「出版印刷物」等の生活関連品目に多いことが分かった。

表-5 サプライチェーン上流施設の定義

輸送品目	搬入元		調査対象事業所	
	施設種類	業種	施設種類	業種
全品目	工場	全業種	工場	全業種
農水産品(定温)	その他	農林漁業	全施設種類	全業種
農水産品(常温)	その他	農林漁業	全施設種類	全業種
鉱産品	その他	鉱業	全施設種類	全業種

(4) 東京都市圏内外間の物流分析

図-7と図-8は、東京都市圏の内々、内外、外内に分類

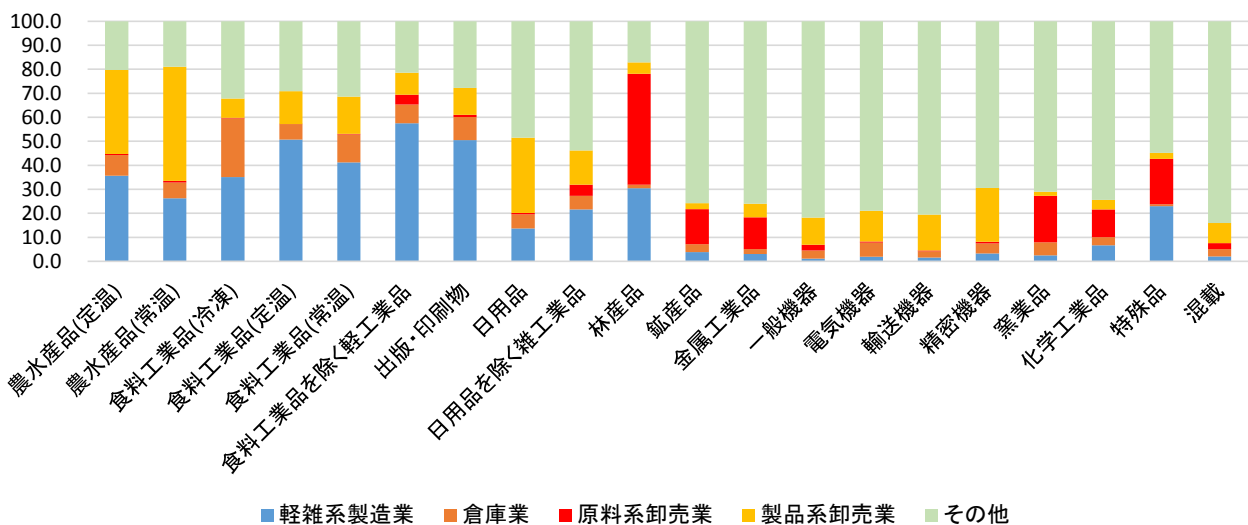


図-5 調査対象事業所のODの「業種」の品目別内訳

し、それらのOD数と重量（トン/日）を、その品目別合計OD数に対する割合で示した結果である。なお、重量ベースの結果は、東京都市圏交通計画協議会による施設間流動の集計結果³⁾と比べて、大幅な相違は見られなかった。ただし、本研究では除外したOD数が全体の32%あるため、重量、OD数ともに少ない。

件数ベースでは全ての品目で内々のODが多く、重量ベースでは内々のODより内外あるいは内外のほうが多い品目もあった。これらの品目については、サプライチェーンが東京都市圏だけで完結しているといい難く、東京都市圏外とのODの特徴を把握する必要がある。農水産品(定温)、農水産品(常温)、食料工業品を除く雑工業品、鉱産品、精密機器、鉱産品では、内々のODが60%を下回ることが分かった。特に、農水産品(定温)、農水

産品(常温)、鉱産品、化学工業品では海外から東京都市圏内へのODが特に多い。そこで、この4品目について、海外から東京都市圏内への搬入の重量が1,000トン/日以上と特に多いODの調査対象事業所を特定し、施設種類や業種、輸送手段を確認した。その結果、農水産品(定温)では海外から千葉県船橋市の食品加工工場と茨城県神栖市の倉庫(運輸業)への船舶による搬入が多いことが分かった。農水産品(常温)では、海外から茨城県神栖市の倉庫(運輸業)に船舶で大量に搬入されており、同じ茨城県神栖市でも農水産品(定温)の場合の搬入先施設とは異なる。鉱産品では、海外から茨城県鹿嶋市の鉄鋼系製造業の事務所施設に船舶で大量に搬入されている。化学工業品では、茨城県神栖市の化学系製造業の工場や倉庫への船舶による搬入が多い。茨城県神栖市や茨城県鹿嶋市には鹿島臨海工業地帯があり、鉄鋼系製造業や化学系製造業が盛んであるためと考えられる。

次に、精密機器の場合、内外のODが20%を占めるが、ほとんどは国内の内外であることが分かった。そのうち2万(トン/日)以上のODを対象に搬出元、搬入先、搬入先の施設種類、業種、輸送重量、輸送手段を確認した。搬入元は静岡県と東北地方で、船舶により横浜市金沢区や東京都大田区、千葉県横芝光町の倉庫に搬入されていることが分かった。このことから、精密機器ではサプライチェーンの「中流」で東京都市圏内に搬入される場合が多いといえる。また、同様に内外について15万トン/日以上ODを確認したところ、東京都大田区や千葉県稲毛区の倉庫や機械系製造業の工場から、営業用トラックにより大阪府や愛知県に搬出されていることが分かった。このことから、サプライチェーンの「上流」で東京都市圏外に搬出されることが多いといえる。

(5) 上流・中流・下流施設の品目別分布

全品目の分析結果より、本稿では、対照的な結果が得

表-6 サプライチェーン中流施設の定義

品目名	業種	施設種類
農水産品(定温)	製品系卸売業	物流施設(荷主)
農水産品(常温)	製品系卸売業	物流施設(荷主)
食料工業品(冷凍)	倉庫業	倉庫(運輸業)
食料工業品(定温)	製品系卸売業	物流施設(荷主)
食料工業品(常温)	製品系卸売業	物流施設(荷主)
食料工業品を除く軽工業品	製品系卸売業	物流施設(荷主)
出版・印刷物	倉庫業	倉庫(運輸業)
日用品	製品系卸売業	物流施設(荷主)
日用品を除く雑工業品	製品系卸売業	物流施設(荷主)
林産品	原料系卸売業	物流施設(荷主)
鉱産品	原料系卸売業	物流施設(荷主)
金属工業品	原料系卸売業	物流施設(荷主)
一般機器	製品系卸売業	事務所施設
電気機器	製品系卸売業	事務所施設
輸送機器	製品系卸売業	物流施設(荷主)
精密機器	製品系卸売業	事務所施設
窯業品	原料系卸売業	事務所施設
化学工業品	原料系卸売業	事務所施設
特殊品	原料系卸売業	工場(荷主)
混載	道路貨物運送業	集配センター・荷捌き場

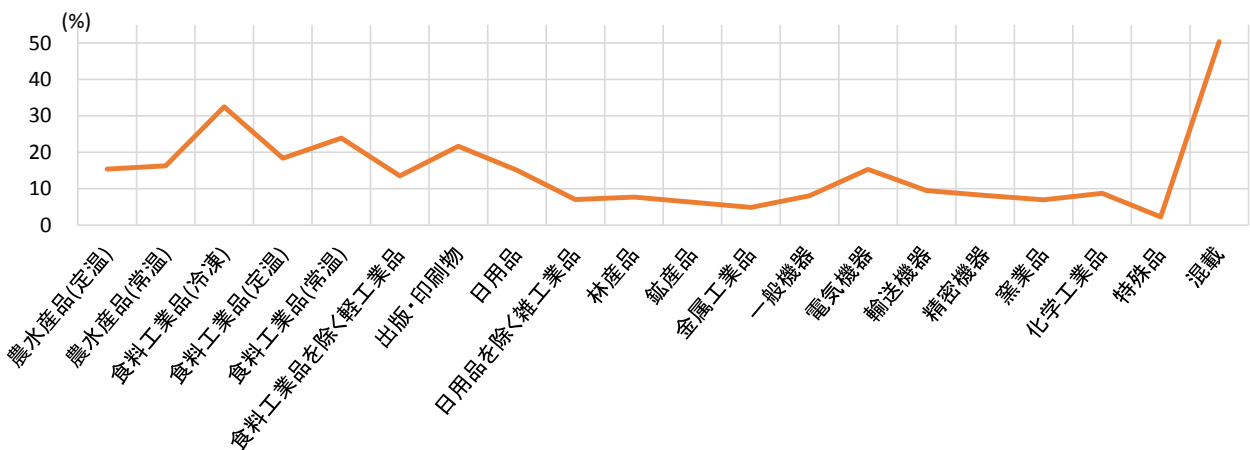


図-6 品目別運輸業利用割合

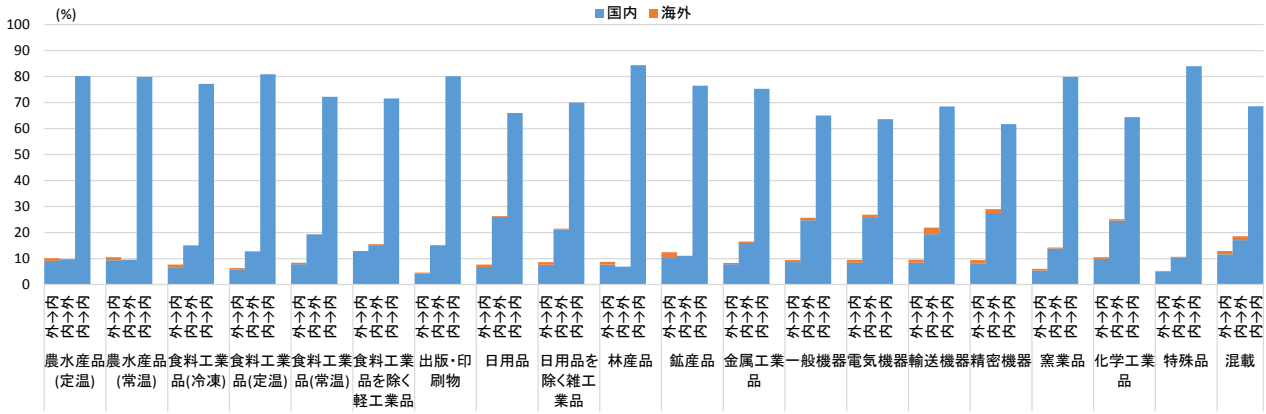


図-7 東京都市圏内外別OD数の品目別合計OD数に占める割合(OD数ベース)

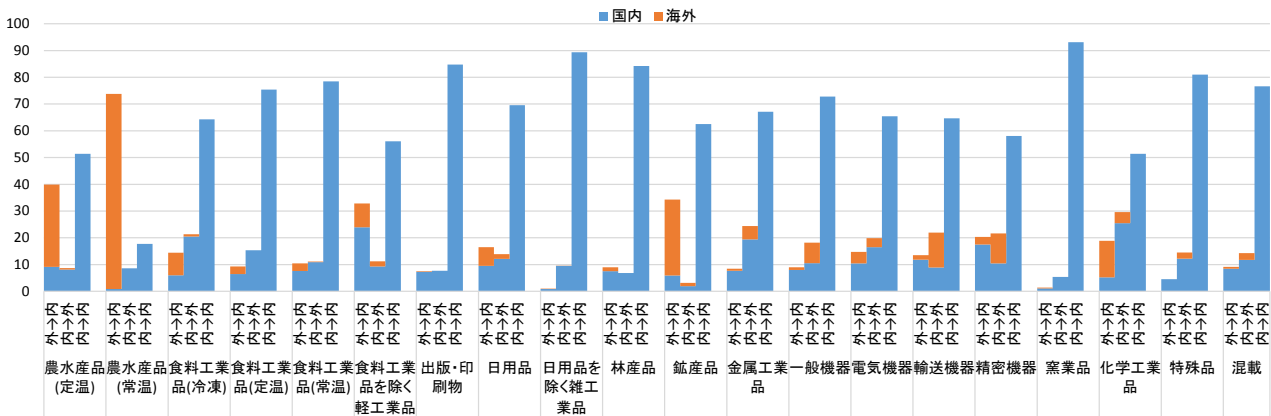


図-8 東京都市圏内外別OD数の品目別合計OD数に占める割合(重量ベース)

られた日用品、金属工業品の分布をそれぞれ図-9、図-10に示す。日用品の場合、「下流」の施設が圧倒的に多いのが、この品目だけに見られる傾向である。「下流」の施設は首都圏（首都高速環状線の内側）に多く立地し、「中流」の施設もその近くに立地しており、圏央道内側に多く見られる。「上流」の施設は臨海部と郊外部に多く立地しており、特に北関東道沿線に集積していることが分かる。金属工業品の場合、「上流」の施設が圧倒的に多く、特に臨海部のほか、圏央道、外環道等の高速道路沿線に集積していることが分かる。また、東関東自動車道の臨海部側にも立地しており、この一帯が工業地帯のためと推測される。「中流」の施設も臨海部と外環道沿線、圏央道の東名高速と中央自動車道の間にも多く立地していることが分かる。

それ以外の品目については、食料工業品は、常温管理の場合は東京都市圏の広域に施設が分布しているが、冷凍管理の場合は臨海部など特定の場所に立地していることが分かった。これは、冷凍機能を持つ施設はコストがかかるため立地場所が限られ、また、港や道路の近くに立地することで輸送時間を短縮するためであると考えられる。出版・印刷物は、「上流」の施設も多く都心に近い場所に立地していることが分かった。日用品は、都心

に「下流」の施設が多く、「上流」の施設は東京都市圏全域に分散していることが示された。鉱産品は海外からの搬入量が全搬入量の83%を占めることが分かっており、同じく原料である林産品と比較して臨海部に施設が多い。製造業品目（金属工業品、窯業品、化学工業品）は「上流」の施設が圧倒的に多く、窯業品は都市圏全域に施設が分散しているのに対して、金属工業品と化学工業品は臨海部、外環道周辺、圏央道沿線に施設が集中していることが分かった。機器類（一般機器、電気機器、輸送機器、精密機器）は「上流」の施設が多く、その中でも精密機器は都心に近い場所に「下流」の施設が多く立地している。これは、精密機器は時計や医療器具など生活関連品目に近い品目であることが要因と考えられる。特殊品は、がれきや建設残土やスクラップ金属片等で、「上流」の施設が都市圏内に多く、その中でも郊外部に広く分布していることが分かった。また、他の品目に比べて「中流」の施設も多く確認できた。このように、品目によって「上流」、「中流」、「下流」の施設数や立地場所が異なることが明らかになった。

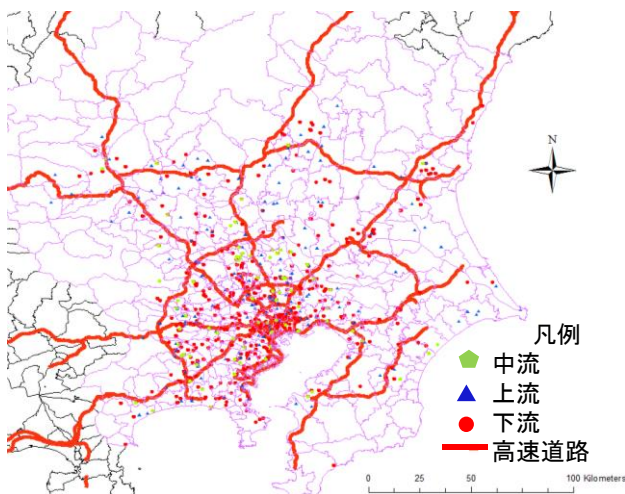


図-9 上流・中流・下流施設の品目別分布(日用品)

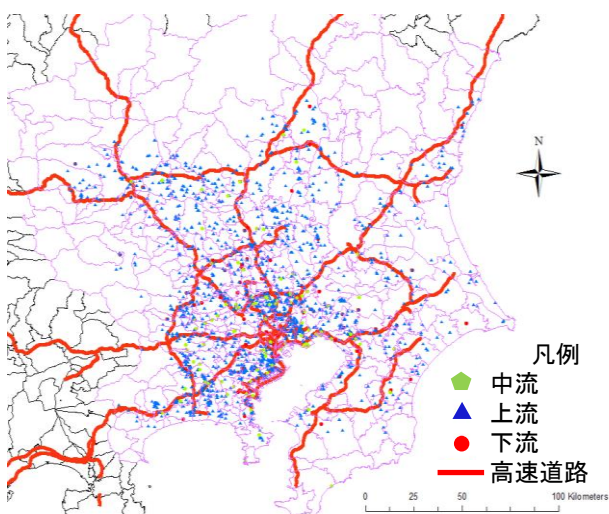


図-10 上流・中流・下流施設の品目別分布(金属工業品)

4. おわりに

(1) 結論

本研究では、サプライチェーンを「上流」、「中流」、「下流」の段階に分類し、物資流動調査を用いて東京都市圏の物流の実態に即して各段階の観点から詳細に集計・考察することで、各段階の施設の定義を品目ごとに定めた。そして、その定義に基づいて東京都市圏内外間のODを分析することで、サプライチェーンのどの段階で圏外からの搬入あるいは圏外への搬出が発生しているのか把握した。さらに、各段階の調査対象事業所の分布を品目ごとに示すことで、地理条件等との関連を考察した。

その結果、生活関連品目（食料品、日用品、出版・印刷物）に関しては、「下流」に多くの搬出搬入のODを含むことが分かった。品目別合計OD数に占める割合は、農水産品(定温)が30%、農水産品(常温)が22.5%、食料工

業品(冷凍)が32.6%、食料工業品(定温)が32.4%、食料工業品(常温)が25%、日用品が33.1%、出版・印刷物が21.8%である。他の品目が3%~14%であることを考えると、生活関連品目は「下流」に多くのODを持つといえる。また、「上流」に多くのODを持つ品目は、原料系品目と製造業品目であった。それらの「上流」にあてはまるOD数の品目別合計OD数に占める割合は、原料系品目である鉱産品が77%、製造業品目である食料品以外の軽工業品が74%、金属工業品が82%、化学工業品が78%であった。これらの割合は他の品目に比べて高い。次に、「中流」の品目による傾向を分析するために、主にサプライチェーンの中流とされる卸売業と倉庫業に着目し、卸売業は原料系卸売業と製品系卸売業に分け、それらの業種区分の割合を品目別に比較した。その結果、「中流」の施設は品目によって「業種」と「施設種類」の組み合わせが異なることが分かった。

最後に、品目によってサプライチェーンの「上流」、「中流」、「下流」の施設立地には大きな特徴があることも分かった。立地特性として高速道路沿いに多いことは分かったが、さらに、品目によってどの高速道路沿線に施設が立地しているかについても傾向が異なることが分かった。各品目を扱う企業に対し、サプライチェーン上の各段階での施設建設の立地誘導等を行う際には、このような分析結果が有用である。

(2) 研究の限界と今後の調査における改善点の提案

まず、本研究から明らかになったサプライチェーンを具体的に解明する上での物資流動調査の限界は、以下の通りである。

- 1) 搬出搬入票と事業所票の地理コード（地域、市区町村）、業種、施設種類の区分数や区分項目が一致していない。
- 2) 搬出搬入票の搬出先、搬入元に事業所番号がない。
- 3) 搬出搬入票の搬出先、搬入元の双方に輸送された品目が書かれていない。
- 4) サプライチェーンの中で最も施設が多いとされる下流の調査対象施設数が少なく、異なるOD同士を接続できる場合が非常に少ない。
- 5) 施設機能が搬出搬入票に記載されていないため、施設での品目の変化が追えない。
- 6) 1施設につき1品目しか調査されておらず、複数品目を扱っている場合に漏れが出てくる。
- 7) 事業所の同一施設内で、施設種類が複数存在する場合、それを把握する術がない。
- 8) 「混載」に含まれる品目が不明である。

次に、サプライチェーンの観点から分析するために、今後の物資流動調査で改善すべき点を以下に示す。

- 1) 搬出搬入票と事業所票の業種と施設種類の区分を統

一する。

- 2) サプライチェーンの下流に位置する可能性が高い、業種区分が小売業や飲食店の施設の調査対象施設数を増やす。
- 3) 搬出搬入票の搬出先、搬入元双方の品目名を記入する欄を設ける。
- 4) 回答率を高めるために、回答者の労力を軽減できるように工夫する。また、正確に記入されているか定かではないため、把握内容の正確性について質問する。
- 5) 一般に物流施設は搬入元より搬出先の情報を詳しく知っているため、搬入元に関して曖昧な回答をしている可能性が高いため、回答が曖昧なときは記入しないよう促す必要がある。
- 6) サプライチェーンでは、施設で品目が変わる可能性もあるため、加工機能等の施設機能について詳しい調査項目が必要である。
- 7) 同一施設拠点に複数の施設種類がある場合を考慮し、それら全てを記入できるようにする。
- 8) 混載は物資の内容が不明なため、分けて記入するか代表的な品目を一つだけ回答する設問を追加する。

(3) 今後の課題

4.(2)の6)とも関連して、「品目」が「物流施設」や「工場」で加工され、他の「品目」になり得ることを考慮して分析を進める必要がある。そのためにも、他の文献や統計調査から品目変化を整理することが考えられる。また、輸送トラックの経路選択と物流施設の立地を組み合わせ合わせて分析することも考えられる。

謝辞：本研究の実施にあたっては、東京海洋大学の兵藤哲朗教授、計量計画研究所の剣持健氏より貴重なご助言をいただいた。分析用データは東京都市圏交通計画協議会よりご提供頂いた。記して謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 総務省:平成 22 年国勢調査, 2010.
- 2) 内閣府:平成 24 年度県民経済計算, 2015.
- 3) 東京都市圏交通計画協議会:東京都市圏の望ましい物流の実現に向けて, 2015.
- 4) 苦瀬博仁:都市の物流マネジメント, 日本交通政策研究会研究双書 22, 2006.
- 5) 東京都市圏交通計画協議会:物流からみた東京都市圏の望ましい総合都市交通体系のあり方, 2006
- 6) David Simchi-Levi, Philip Kaminsky, Edith Simchi-Levi: Designing and Managing the Supply Chain, MacGraw-Hill, 1999.
- 7) 岩村宏水:サプライチェーン危機, 日経ビジネス, 2011 年 4 月 25 日号, 2011.
- 8) 田中康仁, 小谷通泰, 小林護:京阪神都市圏における物流施設の立地選択モデルの構築, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, No.4, pp.675-682, 2010.
- 9) 兵藤哲朗, 坂井孝典, 河村和哉:東京都市圏物資流動調査による空間相関を考慮した物流施設立地選択モデルの検討, 土木学会論文集 D3, Vol.71, No.4, pp.156-167, 2015.
- 10) 篠原文実, 福田大輔, 岡英紀, 兵藤哲朗:首都圏における物流施設の立地先・立地量の同時決定モデルの構築, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, 235, CD-Rom, 2016.
- 11) Takanori Sakai, Kazuya Kawamura and Tetsuro Hyodo: Logistics Chain Modeling for Urban Freight: Pairing Truck Trip Ends with Logistics Facilities, Transportation Research Board 96th Annual Meeting, 2017.
- 12) 兵藤哲朗, シジニィ シュライナー, 高橋洋二:東京都市圏物資流動調査を用いた大型貨物車走行経路のモデル分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, pp.405-412, 2007.
- 13) 小早川悟, 高田邦道:近隣商業地における路外荷さばき施設の配置に関する研究, 都市計画論文集, No.38-3, pp.355-360, 2003.
- 14) 藤原真, 佐藤徹治:東京都市圏物資流動調査を用いた圏央道整備による物流コスト削減効果と地域経済効果の計測, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, 232, CD-Rom, 2016.
- 15) 国土交通省:輸送統計, 2014.

(2017.4.28 受付)

ANALYSIS ON SUPPLY CHAIN OF EACH COMMODITY IN TOKYO METROPOLITAN AREA

Kumiko NAKAMICHI, Tomoya KAWASAKI, Shinya HANAOKA and Yutaro WATANABE