

## 東京の物質収支の内部構造とその経年変化について

### Study on Mass Balance Structure of Tokyo and its change with time

守田 優<sup>\*</sup>), 田淵 勲<sup>\*</sup>)

Masaru Morita, Isao Tabuchi

**ABSTRACT;** This paper studied on characteristics of mass balance of Tokyo, investigated the change of the balance structure at five year intervals from 1979 to 1994 and compared the balance with those of Osaka and Fukuoka. The mass balance analysis in the paper utilized data from a physical distribution census conducted by an affiliated organization of the Ministry of Transport. The results of the analyses show that the mass balance of Tokyo reflects the history of the economy in Japan and the change in life-style of people in Tokyo: the stable economic growth, high consumption life-style, the centralization to Tokyo in 1980s and the bubble economy with its collapse in early 1990s. The comparison among the three areas indicates the differences in internal structure of the balance; Osaka is similar to Tokyo but is characterized as a transport-type city. Tokyo, a production-consumption city and Fukuoka, production-type city.

**KEYWORDS:** mass balance, physical distribution, urban environment

#### 1. はじめに

都市は多くの人間が密集して生活することから、様々な問題を抱えている。古くは都市インフラの整備の遅れがあり、最近では都市域の熱環境の悪化や大気汚染、ごみの処理・処分の問題などがあげられる。このように時代を経ても都市における問題は尽きないが、都市の基本的な課題は変わらない。それはどのようにして住みよい都市にしていこうかということである。特に現在は都市だけの環境ではなく、地球環境を含めたかたちでの都市を考える必要がある。そのためには、都市において自立かつ安定的な生態系循環を取り戻し、市民が快適な生活を送ることができる良好な都市環境を形成することが大切である。それはまさに、都市生活を支える水やエネルギー、その他全ての物質を循環的かつ効率的に利用するためのシステムにほかならない。

そこで本研究では、すでに実施している都市物質収支の研究<sup>1) 2)</sup>をさらに拡大し、詳細に分析し、都市を一つの生態系として捉え、物質収支とその原単位について調査を行った。特に、東京都の物質収支については経年的な変化まで含めたかたちで分析を行い、さらに異なる都市における収支の違いを比較都市論的な観点から考察した。また、物質収支を原単位として表すことによって、より身近に物質の流れを理解できるようにした。

#### 2. 研究方法

まず、本研究における対象地域は東京都、大阪府、福岡県の3都府県とし、東京都については1979, 84, 89, 94年の4ヶ年、大阪府、福岡県については1994年の1年間を対象年として計算を行った。ここで基本となるデータは、「物流センサス」<sup>3)</sup>の「純流動調査」による統計資料である。図-1に大まかな計算方法の流れをフローチャートに示した。なお、比較する都市として大阪府と福岡県を選んだ理由は、大阪府は

---

\* 芝浦工業大学工学部土木工学科 Department of Civil Engineering, Shibaura Institute of Technology

東京都に匹敵する大規模な都市と判断したためであり、福岡県は東京都より規模は小さいが中規模都市の代表例として選択した。

物質収支の具体的な計算方法は、守田らによる昨年<sup>1)</sup>、一昨年<sup>2)</sup>の研究において詳しく紹介してあるので、簡潔に説明し、大阪府、福岡県についての計算方法を詳しく説明する。基本的には、「物流センサス」の「純流動調査」をもとに計算を進めており、他府県（大阪府・福岡県）でも同様に計算した。

2. 1 品類品目別流動量

まず、品類品目別流動量は、「物流センサス」と東京都港湾局の「東京港港勢」より、物質を品類品目別（8品類 56品目）に分類し、その流動量を調べ、品類品目別の「総着量・総発量・流入量・流出量・蓄積量」を求めた。ただし、品目別の流動量は3日間調査であるため、品目別の比率を出して、それを年間調査の品類別流動量に配分することによって年間の品目別流動量を計算した。そして、ここで得られた値をもとに、その調査年の人口と1年365日で割ったものを1人1日当たりの物質流動量とした。この品類品目別流動量では、東京都、他府県ともに同様の計算方法で調査を行った。

2. 2 産業業種別流動量

次に、この「物流センサス」の「純流動調査」の信頼性を確認するとともに、東京都総蓄積量の民生ストックと産業ストックの割合を求めることを目的として、「事業所統計調査報告」、「倉庫統計季报」をはじめとする他資料から発産業（鉱業、製造業、卸売業、倉庫業）4種について出荷重量を求めた。この他資料からの出荷重量は、東京都における金銭の取り引きのあった物質量に相当し、これは物流センサスにおける東京都総蓄積量と等しくなるはずである。結果は図-2のグラフに示す通りで、「物流センサス」で求めた東京都総蓄積量と他資料から求めた出荷重量の総量はほぼ等しいことが確認できた。よって東京都においては、この資料をもとに調査を進めていく。計算方法は昨年<sup>1)</sup>の研究と同様なので詳細の説明は省略する。ただ、他府県では若干計算方法に異なるところがあるので説明しておく。東京都での産業業種別流

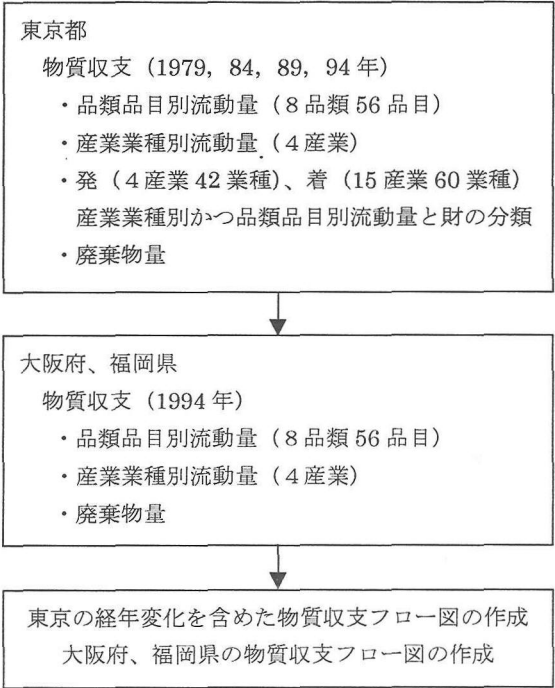


図-1 物質収支の計算方法の流れ

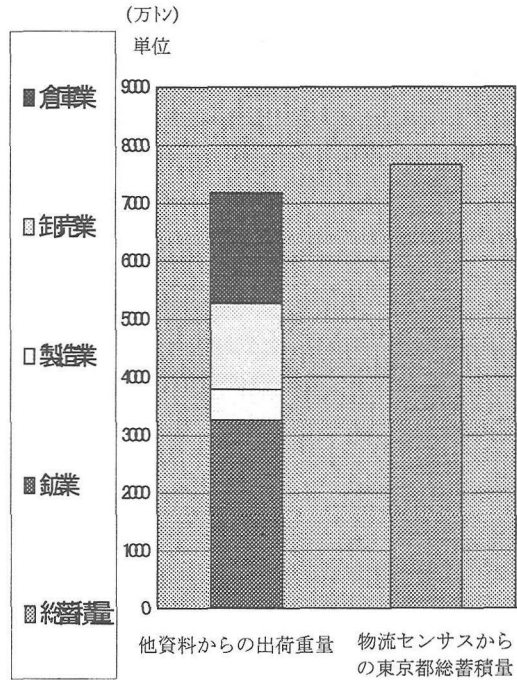


図-2 他資料からの出荷重量と「物流センサス」からの東京都総蓄積量との比較

動量では、鉱業、製造業、卸売業の重量を求めるために事業所数を求めた。この時の事業所数は、「東京の工業」<sup>4)</sup>や「商業統計調査報告」<sup>5)</sup>等をもとに求めたが、これらは求める年の値（この時は平成6年、1994年）に換算してあったのでそのままの事業所数として計算に使うことができた。しかしこれは特別なことで、他府県についてはそのような資料を見つけることはできなかった。よって、他府県の事業所数を求めるためには、求める年（1994年）に合わせて事業所数を換算する必要がある、ここでは総務庁統計局の「事業所統計調査報告」<sup>6)</sup>の平成3年、8年版を利用した。この平成3～8年の間に平成6年はあるので、この間の増減を考えた比例配分を行い、事業所数を求めた。ここで気を付けなければならないのは、平成3年と8年の間に調査業種の変更、統合などがあるので、古い資料（平成3年）を基本として換算する必要があることである。以上の他府県の計算を除いては、従来通りの計算方法で求めた出荷重量に財の分類を行い、その比率から東京都総蓄積量の民生ストック、産業ストックを求めた。

### 2. 3 発・着産業業種別かつ品類品目別流動量と財の分類

次に、具体的な流動について把握するために、物質を発・着産業業種別（発産業4種と着産業15種）に分け、かつ品類品目別（8品類56品目）に分類し、さらに財の分類（生産財・非耐久消費財・蓄積財）を行った。ここでの調査目的や計算方法については、以前の守田ら<sup>1)2)</sup>の論文に詳説しているので、それを参照してもらいたい。ここでは、前回触れることのなかった財の分類の詳細と計算の補足を行う。

財の分類は「東京都鉱工業指数年報」の特殊分類構成を参考に、着産業では投資財の中に非耐久消費財を設けて、より詳細に把握できるようにした。これは、この財の分類の特殊分類構成が発産業をもとに分類されているためである。分類をする場合には、図-3に示すようにその物質がどの財にあたるかを分けていくわけであるが、実際には同じ品目であってもその

産業（用途）によって財が異なることがある。このような混乱や誤解を避けるために、図-3とは別に産業別財分け基準表を作成し、その基準表をもとに財の分類を行った。ここでは例として着産業業種の農業の基準表を図-4に示した。これを着産業60業種について作成し、財の分類を行った。発産業の財の分類についても同様に行うが、ここでは「東京都鉱工業指数年報」の特殊分類構成をそのまま利用でき、財の重なっている部分（例えば生産財と蓄積財など）についてのみ「東京都鉱工業指数年報」の出荷額ウェイトの割合を配分して計算を行い、より詳細に把握できるように試みた。

### 2. 4 廃棄物量

最後に廃棄物量であるが、前回同様、東京都では東京都清掃局の「事業概要」、「産業廃棄物処理実態調査

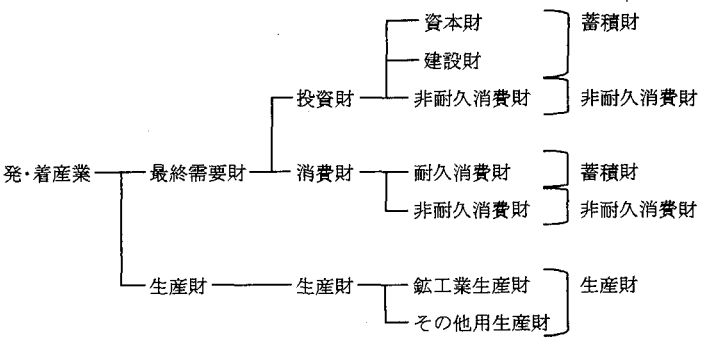


図-3 物資流動における財の分類

| 農業   |         | 蓄積財 |     | 非耐久消費財 | 生産財  |      |
|------|---------|-----|-----|--------|------|------|
| 品類   | 品目      | 資本財 | 建設財 | 非耐久消費財 | 鉱工業用 | その他用 |
| 農水産品 | 穀物      | ×   | ×   | ×      | ×    | ○    |
|      | 野菜・果物   | ×   | ×   | ×      | ×    | ○    |
|      | 畜産品     | ×   | ×   | ×      | ×    | ○    |
|      | 水産品     | ×   | ×   | ○      | ×    | ×    |
|      | その他の農産品 | ×   | ×   | ×      | ×    | ○    |
| 林産品  | 原木      | ○   | ×   | ×      | ×    | ×    |
|      | 製材      | ○   | ×   | ×      | ×    | ×    |
|      | 薪炭      | ×   | ×   | ○      | ×    | ×    |
|      | その他の林産品 | ○   | ×   | ×      | ×    | ×    |
| 鉱産品  | 石炭      | ×   | ×   | ○      | ×    | ×    |
|      | ⋮       | ⋮   | ⋮   | ⋮      | ⋮    | ⋮    |

図-4 着産業業種別財分け基準表の一例（農業の一部）

報告」、「清掃局年報」、「東京都市町村清掃事業年報」から、産業廃棄物と一般廃棄物について求めた。他府県においては、大阪府では「大阪府統計年鑑」と「大阪府年鑑」より、産業廃棄物と一般廃棄物について求め、福岡県については「福岡県統計年鑑」より、一般廃棄物について求めた。福岡県の産業廃棄物については、総量を求める資料を見つけることができなかったため、ここでは取り扱わないことにした。

以上の結果を合わせて、東京都、他府県（大阪府、福岡県）の物質収支を1人1日当たりには換算して、東京都4ヶ年の物質収支、他府県の物質収支フロー図を作成した。

3. 物質収支フロー図の計算結果と考察

これまで述べてきた方法で、東京都の経年変化（4ヶ年）の物質収支フロー図を図-5～図-8に、大阪府、福岡県の物質収支フロー図を図-9、図-10に示した。これらのフロー図は全て1人1日当たりの重量（kg）の原単位に換算しており、よりわかりやすいように工夫した。このフロー図は、都市内における1人の人間が1日に直接もしくは間接的に消費・蓄積している物質、またそのために必要な流入量、流出量を表している。フロー図の左側は都市に流入した流入量、右側はそのとき消費もしくは蓄積した蓄積量と都市外に流出した流出量を示している。

3. 1 東京都の物質収支

東京都は物質収支において、近年、生産・消費型の都市の性格をもっている。この傾向は図-6の1984年以降から見られ、これは日本経済の安定成長と東京の一極集中を表している。その後、1984～89年の間のバブル経済期、1989年～94年のバブルの崩壊の影響による経済の停滞が物質収支からわかる。

もう少し具体的に経年変化を見るために、1979年と1994年を比較すると、東京都への物質総流入量が22.42kg/人・日から34.21kg/人・日と約1.5倍に増加しており、また、79年では都内の蓄積量が総流入量の約2割であるのに対して、94年では約5割が都内に蓄積している。これは、生産型都市の産業構造と民生における多消費型ライフスタイルの変化に対応していると思われる。また1979～94年の間において、最も顕著な傾向の一つに総流入量に占める総蓄積量の割合の増加がある。

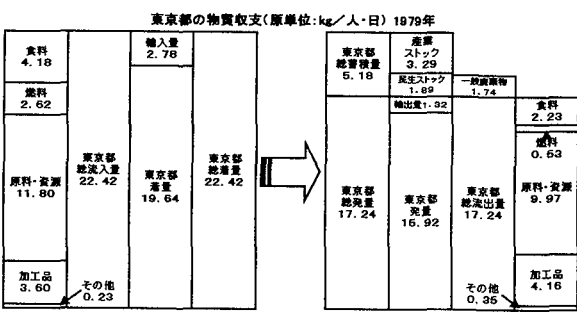


図-5 1979年東京都物質収支フロー図（原単位換算）

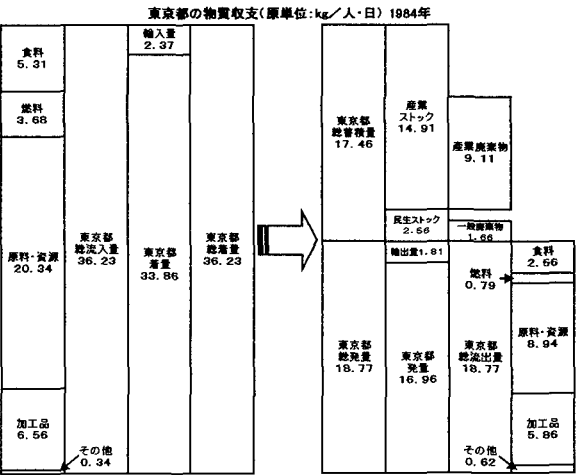


図-6 1984年東京都物質収支フロー図（原単位換算）

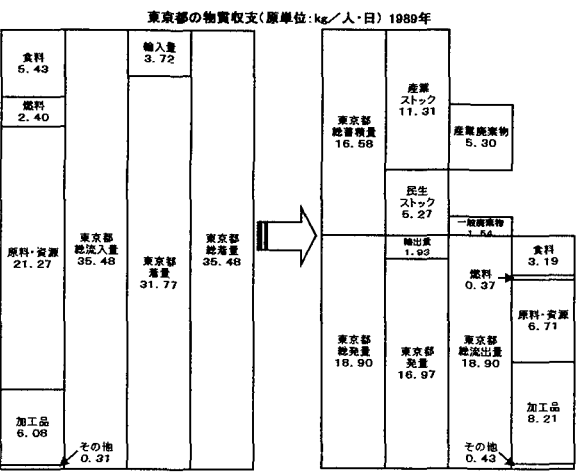


図-7 1989年東京都物質収支フロー図（原単位換算）

総流入量においては 79～84 年において増加したのを最後に減少傾向にあるのに対して、総蓄積量の割合は微少ながら増加している。このことから産業構造とライフスタイルの変化を示しており、また、後述する大阪府(図-9)との違いを見ることができる。東京都は大阪府に比べて、総流入量に占める総蓄積量の割合が大きく、その中でも食料に対する割合が大きい。これは、東京都が他府県と比較して多くの食料を集め、また消費している都市であることを示している。

3.2 他府県の物質収支

まず、図-9 において 1994 年の大阪府の物質収支フロー図から見ていくと、総蓄積量つまり消費及び蓄積(ストック)の割合が、福岡県の総蓄積量の割合よりも非常に大きいことがわかる。これは大阪府が福岡県と異なる都市の性格をもっていることを示している。内部構造については、同年の東京都の物質収支(図-8)と比べると、ほぼ同様の傾向が認められ、生産・消費型の都市の性格をもっていることがわかる。もう少し詳しく見てみると、大阪府は東京都よりも1人1日当たりの総流入量が約 14kg ほど多い。しかし、総蓄積量を見ると 1kg 強ほどの差しか見られない。これは府内から出る流出量が東京都より大きいことを示しており、その中でも燃料の消費量が 6.5kg/人・日と東京都の2倍の量を消費していることがわかる。これは、大阪府が東京都と同様に生産・消費型の都市の性格をもっていると同時に、流通・輸送型の性格をもっている都市といえる。

次に、図-10の福岡県の物質収支フロー図を見ていくと、福岡県は東京都や大阪府と大きく異なる都市の性格をもっていることがわかる。それは総流出量が多く、総蓄積量が非常に少ないことである。これは総流出量における原料・資源の量が、総流入量の原料・資源の量よりも大きいことを見てもわかるように生産型都市の特徴を示しているといえる。なお、総蓄積量が非常に少なく、これだけの量しか消費・蓄積をしていないかのように見えるがそれには原因がある。このフロー図においては総流入量から総流出量を引いたものを総蓄積量としているため、生産型の性格をもつ都市においては、総流出量が消費・蓄積する量を凌駕してしまい、総蓄積量が非常に少なく表れてしまう。実際には福岡県も、食料、燃料においては大阪府と同程度、消費・蓄積されている。しかし、原料・資源、加工品の流出量が非常に多いために相殺されて蓄積量が非常に少なく見えており、注意する必要がある。

最後に、都市環境問題にも重要な廃棄物量について見ると、東京都においては1人1日当たりの産業・民

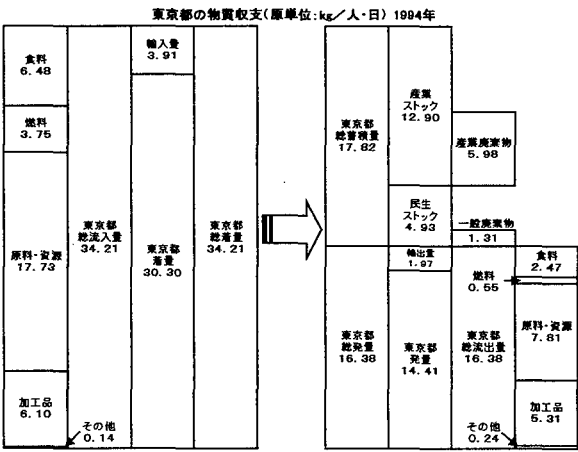


図-8 1994年東京都物質収支フロー図(原単位換算)

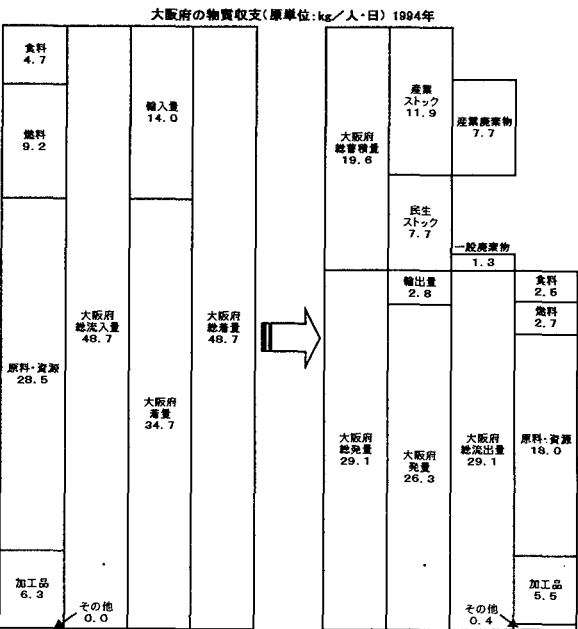


図-9 1994年大阪府物質収支フロー図(原単位換算)

生ストックに対する産業・一般廃棄物の割合が緩やかながら減少傾向にあることがわかる。また、東京都と大阪府においては一般廃棄物の量が 1.3 kg/人・日とほぼ同じ量を示した。ただし、東京都は民生ストックに対する一般廃棄物の割合が約 27%であるのに対して、大阪府は約 17%とその割合が低い。逆に、産業ストックに対する産業廃棄物の割合をみると、東京都は約 46%であるのに対して、大阪府は約 65%とその割合が高い。このことから、東京都は大阪府に比べて産業部門における原料・資源などのリサイクルが進んでいるように思われ、一方、大阪府は民生部門における物の無駄遣いが少ないように思われる。廃棄物から地域的な違いが見受けられる。

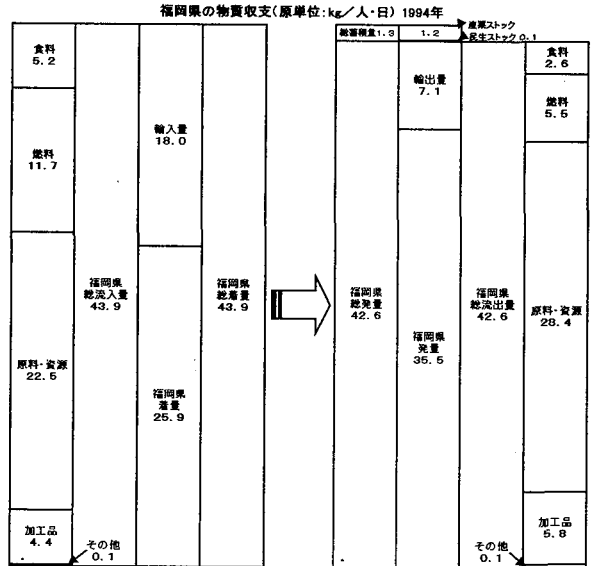


図-10 1994年福岡県物質収支フロー図(原単位換算)

#### 4. まとめ

以上の経過より、本研究では東京都の物質収支の内部構造を経年的に明らかにし、さらに比較都市論の観点から物質収支の地域的特性について見出すことを試みた。また原単位にすることによって、より身近に物質収支を表現することができた。東京都はその物質収支において大阪府と似た構成をもっており、福岡県に比べて生産・消費型の都市の構造をもっている。そして、今後の都市環境を物質収支の上で考えた場合、廃棄物に対する扱いは重要である。特に東京都においては、民生ストックにおける一般廃棄物の割合が大阪府に比べて高いことから、民生部門での一層のリサイクルが望まれる。また、逆に大阪府においては産業部門での廃棄物のリサイクルが望まれる。今後は、よりデータの信頼性を高め、もう少しミクロなレベルでの都市の状況を考えながら多面的な見方で進めていくつもりである。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々の指導と協力を得た。特に、都市環境工学研究室の当時四年生の大原明彦、郷間睦仁の両氏にはここに謝意を表します。

#### 引用文献

- 1) 守田 優, 田淵 勲, 佐藤祐介 (1998): 東京における物質代謝のフローについて, 環境システム研究, Vol.26, pp377-382
- 2) 守田 優, 大川将也, 新行内彰夫 (1997): 物流データによる東京の物質収支に関する研究, 環境システム研究, Vol.25, pp403-408
- 3) (財)運輸経済研究センター (1997): 第6回 物流センサス, 第3, 4, 5回 全国貨物純流動調査報告
- 4) 東京都: 東京の工業, 平成6年 工業統計調査報告
- 5) 東京都: 商業統計調査報告 (卸売・小売業), 平成6年
- 6) 大阪府, 福岡県: 事業所統計調査報告 都道府県編 平成3年, 事業所・企業統計調査報告 事業所に関する集計 都道府県編, 平成8年