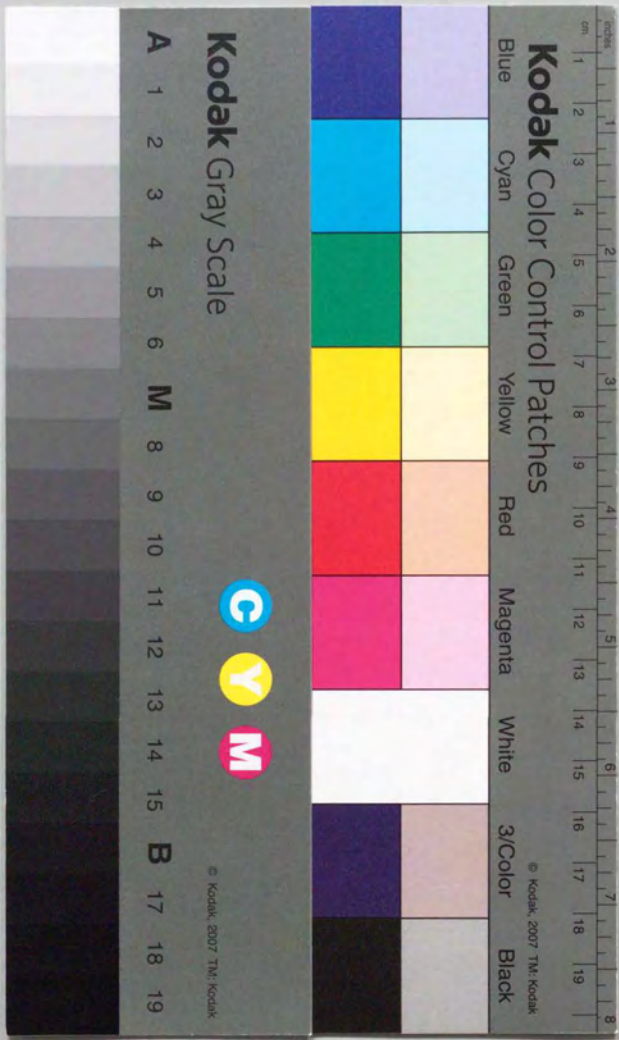


都市における輸出入コンテナ輸送
に関する基礎的研究

渡 邊 豊



都市における輸出入コンテナ輸送
に関する基礎的研究

渡 邊 豊

論文要旨

題目 都市における輸出入コンテナ輸送に関する基礎的研究

1. 研究目的

都市における輸出入コンテナ輸送に関する問題は、都市計画や交通計画の領域では特殊な対象となるため、過去においてほとんど省みられることがなかった。しかし、現在の日本においては、貿易貨物量の増加、大都市と港湾の隣接、都市の過密化、そして、コンテナを積載した大型車の走行等の諸条件が重なることを考えると、輸出入コンテナ輸送は、特に港湾周辺や臨海部において、都市交通や環境に直接的な影響を生じていると考えられる。したがって、行政担当者・都市計画者においても、今後は、輸出入コンテナ輸送を計画の対象要素として、考慮する必要があると考えられる。

しかし、輸出入コンテナ輸送を都市サイド面からとらえようとした場合に、それがどのような現象となるのか、需要予測はどのような点に留意し、どのように行えばよいのか等については、現在のところ、明確な道筋は示されていない。したがって、まず、都市における交通現象としての解明に力点を置いた、輸出入コンテナ輸送に対する基礎的な研究が必要である。そこで、本研究は、以下の5点を研究の目的とする。

- ① 都市における輸出入コンテナ輸送の問題点(交通・環境)を明示すること
- ② 輸出入コンテナ輸送の交通特性を定量的に把握すること
- ③ 輸出入コンテナ輸送に対する道路交通需要予測体系を明示すること
- ④ 大都市臨海部における輸出入コンテナ輸送の特性を評価すること
- ⑤ 都市における輸出入コンテナ輸送への計画課題を整理すること

ここで、①は、本研究の重要性を具体的に示すために必要である。そして、②と③は、輸出入コンテナ輸送に伴う交通需要を考慮した、都市交通の現状評

価や計画の立案に必要である。さらに、④は、①、②、③から得られる結論を、総合的に検証するために必要となる。最後に、⑤では、上記の一連の過程（①～④）によって明らかになる、輸出入コンテナ輸送に対する都市サイド面からの計画実現に向けて、解決しなければならない現実的な課題を検討する。

2. 研究の構成

本研究は、まず第1章において、研究の背景となる世界経済や日本の立場といった構造的な要因を抽出し、これに対応してきた輸出入コンテナ輸送の歴史について振り返る。そして、この背景を根拠として、輸出入コンテナの陸上輸送が、都市サイドの問題として重要であることを示し、本研究の導入とする。

次に、第2章においては、都市における輸出入コンテナ輸送の問題点を実証的に示し、特に道路輸送の重要性をクローズアップする。そして、第3章では、輸出入コンテナの道路輸送に固有な交通特性を定量的に把握する。

さらに、第4章においては、この第2章、第3章での議論をベースにして、輸出入コンテナを搭載した車両（コンテナ車）の道路交通需要をモデル化し、現状に対する感度分析を行う。そして、第5章では、都市問題、交通特性、道路交通需要、という観点から、輸出入コンテナ輸送の影響が顕著な、大都市臨海部の特性を定量的に評価し、具体的な計画課題の抽出を試みる。

3. 研究の結論

以上のような本研究の一連の分析によって、まず、輸出入コンテナ輸送が、都市の交通・環境へ与える影響（例えば沿道騒音悪化と交通量増加）が具体的に明らかにされた。そして、輸出入コンテナ輸送に関連する港湾背後圏の経済活動やコンテナ車の交通特性に基づいて、コンテナ車のマクロ的な道路交通需要の予測方法が、実証的に体系化された。さらに、よりミクロな視点から、コンテナ車の経路選択特性と港湾物流施設（輸出入貨物の取扱が可能な物流施設）の立地分布特性に対しても理論的な評価がなされ、コンテナ車の道路交通需要特性との関係から、大都市臨海部における道路負担の重大さも明確に示された。

このような一連の分析結果から統合的に判断すれば、本研究は、輸出入コンテナ輸送に対する都市サイド面からの計画の必要性を、定量的に立証したと考えられる。以上が、本研究の総論としての結論である。

さて、本研究で用いた分析手法・理論の中で、ヘッドニック・トランスログ関数の適用とトビットモデルの適用は、都市計画や土木計画における分析手法として新たな試みであった。これらの手法は、利用可能なデータの制約や限界を克服するためにも大きく貢献した。しかし、その能力は、本研究の分析結果だけでは判断できない未知数の部分も多いと考えられる。

どちらモデルも欧米における計量経済学の分野で育まれてきた手法であるが、国内ではまだ普及していない。また、欧米におけるこれらの手法の多くは経済分析に適用されているため、本研究のように都市計画・土木計画の分野で利用された例は、国内外ともに数少ない。さらに、本研究での分析は、データの限界があったため、説明力の完璧なモデルを得るには到らず、これらの手法の有効性を完全には明らかにできていない。したがって、今後は、様々な分析対象にこれらの手法を適用し、その能力を評価して行くことが研究課題である。

4. 都市における輸出入コンテナ輸送に関する計画課題

本研究の結論を総合的に判断した結果、次のような見識を得るに到った。港湾に発生・集中する輸出入コンテナ輸送は、その港湾の背後圏全体の輸出入貨物の需要に対応している。したがって、港湾に隣接する都市内では、その都市の輸出入貨物需要とは直接関連のない、背後圏全体の地域からの輸出入コンテナ輸送が、沿道通過交通となって大量に生じてしまっている。輸出入コンテナを積載するコンテナ車は、国内最大の超大型車両となるため、コンテナ車による都市内の走行は、港湾を保有する大都市臨海部において、交通や環境面に影響を及ぼす無視できない存在である。本来、このようなコンテナ車による道路走行は、港湾に隣接する都市内道路とは分離すべきである。

しかし、現実には、港湾物流施設が、港湾に対する立地限定性に支配されることから、港湾に隣接する都市内に集中して立地し、その結果として、背後圏全体の輸出入コンテナ輸送のODが、港湾周辺の臨海部に集約されてしまっ

いる。そのため、積み替え輸送の発生が顕著になり、一般の貨物車によるトリップも同時に生じることになる。さらに、コンテナ車の走行するOD間（港湾～港湾物流施設）の距離が近距離となるため、高速道路や有料道路のネットワークが生かされず、輸出入コンテナ輸送の多くは、都市内の一般道路に依存しているのが現状である。このような状況に陥ったのは、日本において輸出入コンテナ輸送が開始されてからの25年余の間に、港湾地域の制度の不備といった、都市サイド面からのアプローチが乏しかったことが、原因の一つと言えよう。

以上の考察から判断すると、都市における輸出入コンテナ輸送においては、

- ① 港湾物流施設の都市内立地を規制すること
…【都市内発生・集中交通量の抑制】
- ② 大都市臨海部におけるコンテナ車の高規格道路利用を促進すること
…【コンテナ車の都市内走行の軽減】
- ③ 鉄道や内航海運へのモーダルシフトを推進すること
…【道路依存の軽減】

の3点が、将来に向けての基本的で重要な計画課題と考えられる。

5. 今後の発展性

以上が本研究の概要である。本研究は、輸出入コンテナ輸送を都市サイドの問題としてとらえた、初めての試みである。本研究の成果の中で、都市における輸出入コンテナ輸送の交通特性、道路交通需要予測体系、大都市臨海部の特性、の3点が明示されたことは、今後の港湾周辺における都市計画と港湾計画の双方に、少なからず貢献することとなる。

さらに、この3点は、国際間の貨物輸送活動を阻害する事無く、輸出入コンテナ輸送を都市に受け入れるために、欠くことのできない重要な検討事項でもある。よって、本研究の成果は、都市サイドのみならず、輸出入コンテナ輸送に係わる業界にとっても、将来的な価値が大きいと考えられる。

文責

本論文の記述に関するすべての責任は、私個人にあることを、ここに誓約する。加えて、本論文から得られる知識や情報が、特定の個人や企業にのみに利用する事無く、広く都市や社会の全体へ貢献できることを、心から祈る。

論文審査委員

本論文は、下記の論文審査委員による厳正な審査の結果、東京大学学位論文（工学博士）として認められたものである。

主査： 太田 勝敏 教授 東京大学工学部都市工学科

副査： 原田 昇 助教授 東京大学工学部都市工学科

大西 隆 助教授 東京大学工学部都市工学科

家田 仁 助教授 東京大学工学部土木工学科

桑原 雅夫 助教授 東京大学生産技術研究所

（敬称略、順不同）

【 目 次 】

論文要旨	…	i
文責	…	v
論文審査委員	…	v
目次	…	vi
第1章 序論	…	1
1.1 研究の目的	…	1
1.1.1 本研究の必要性和目的	…	1
1.1.2 本研究の分析対象	…	4
1.1.3 本研究の構成	…	6
1.2 研究の背景	…	8
1.2.1 輸出入コンテナ輸送システムの特徴	…	8
1.2.2 日本における輸出入コンテナ輸送の重要性	…	13
1.2.3 輸出入コンテナ輸送の歴史	…	18
1.2.4 輸出入コンテナの陸上輸送の特殊性	…	22
1章の参考文献	…	25
第2章 都市における輸出入コンテナ輸送の問題点	…	27
2.1 はじめに	…	27
2.2 都市活動と輸出入コンテナ輸送の関連性	…	27
2.2.1 輸出入コンテナ貨物量と都市活動	…	27
2.2.2 都市と外貿コンテナ港湾の立地	…	29
2.3 輸出入コンテナ貨物の陸上輸送	…	29
2.3.1 輸出入コンテナのサイズと種類	…	29
2.3.2 輸出入コンテナ貨物の国内輸送機関分担	…	33
2.3.3 輸出入コンテナの道路輸送形態	…	34
2.3.4 道路交通関係法規との問題	…	35
2.3.5 輸出入コンテナの道路輸送の現状	…	36
2.3.6 輸出入コンテナ輸送における交通量と輸送個数の概念	…	38
2.4 交通・環境に与える輸出入コンテナ輸送の影響	…	40
2.4.1 はじめに	…	40
2.4.2 輸出入コンテナの道路輸送と交通・環境の関連性	…	40
2.4.3 輸出入コンテナ輸送と沿道騒音発生との関連性	…	45
2.4.4 輸出入コンテナ輸送に伴う沿道騒音発生の要因	…	49
2.4.5 本節のまとめ	…	52
2.5 本章のまとめ	…	52
2章の参考文献	…	54
第3章 都市における輸出入コンテナ輸送の交通特性	…	55
3.1 はじめに	…	55
3.2 輸出入コンテナの国内流動分布特性	…	55
3.2.1 はじめに	…	55
3.2.2 輸出入コンテナ国内流動の種類と現状	…	56
3.2.3 輸出入コンテナの国内流動分布の定量的把握	…	61

3.2.4 輸出入コンテナの国内流動の特性	…	64
3.2.5 本節のまとめ	…	66
3.3 輸出入コンテナ貨物の積み替え輸送現象	…	68
3.3.1 はじめに	…	68
3.3.2 輸出入コンテナ貨物の一貫輸送と積み替え輸送	…	69
3.3.3 一貫輸送と積み替え輸送の選択に関連する要素	…	73
3.3.4 一貫輸送と積み替え輸送の選択における因果関係の分析	…	78
3.3.5 本節のまとめ	…	84
3.4 輸出入コンテナの大型化	…	86
3.4.1 はじめに	…	86
3.4.2 輸出入コンテナの大型化の現状	…	86
3.4.3 輸出入コンテナ貨物の質的变化	…	88
3.4.4 輸出入コンテナの大型化の要因	…	90
3.4.5 本節のまとめ	…	92
3.5 本章のまとめ	…	93
3章の参考文献	…	94
第4章 輸出入コンテナ輸送による道路交通需要の推計	…	96
4.1 はじめに	…	96
4.2 輸出入コンテナ輸送への道路交通需要予測体系	…	97
4.2.1 道路交通需要予測体系とモデルのキャリブレーション	…	97
4.2.2 分析データの環境	…	99
4.2.3 データの適用と各モデル構築への仮説	…	101
4.3 輸出入コンテナ貨物の国内需要の把握	…	103
4.3.1 はじめに	…	103
4.3.2 輸出入コンテナ貨物輸送への計量経済学的アプローチ	…	103
4.3.3 輸出入コンテナ貨物の生産・消費モデル	…	111
4.3.4 パラメータの推定	…	113
4.3.5 本節のまとめ	…	119
4.4 貨物量の輸出入コンテナ積載車両への変換	…	120
4.4.1 はじめに	…	120
4.4.2 輸出入コンテナの貨物積載量換算単位	…	120
4.4.3 輸出入コンテナ輸送による道路交通量の推定	…	126
4.4.4 本節のまとめ	…	128
4.5 輸出入コンテナ積載車両の交通量分布の把握	…	129
4.5.1 はじめに	…	129
4.5.2 輸出入コンテナ積載車両の交通量分布	…	129
4.5.3 トビットモデルの適用	…	133
4.5.4 輸出入コンテナ積載車両の交通量分布モデル	…	136
4.5.5 パラメータの推定	…	139
4.5.6 本節のまとめ	…	143
4.6 貨物輸送におけるコンテナサイズの選択行動	…	144
4.6.1 はじめに	…	144
4.6.2 離散連続的なコンテナサイズの選択現象	…	144

4. 6. 3	上限と下限を持つトビットモデル	… 148
4. 6. 4	コンテナサイズの選択行動のモデル化	… 153
4. 6. 5	パラメータの推定	… 156
4. 6. 6	本節のまとめ	… 161
4. 7	モデル連携によるコンテナ車道路交通量の推定値の現状再現性	… 163
4. 7. 1	モデル連携による推定値の算出手順	… 163
4. 7. 2	推定値の精度	… 164
4. 8	輸出入コンテナ輸送に伴う道路交通需要シミュレーション	… 167
4. 8. 1	はじめに	… 167
4. 8. 2	シミュレーションモデルの構造と前提	… 167
4. 8. 3	経済活動の変化に伴う影響	… 169
4. 8. 4	物流施設の立地の影響	… 170
4. 8. 5	物流施設の分散化シミュレーション	… 174
4. 8. 6	本節のまとめ	… 180
4. 9	本章のまとめ	… 182
4章の参考文献		… 185
第5章	大都市臨海部における輸出入コンテナ輸送の特性評価	… 188
5. 1	はじめに	… 188
5. 2	大都市臨海部における輸出入コンテナ積載車両の経路選択特性	… 188
5. 2. 1	はじめに	… 188
5. 2. 2	大都市臨海部における輸出入コンテナ道路輸送の現状	… 189
5. 2. 3	大都市臨海部における輸出入コンテナの道路輸送特性	… 191
5. 2. 4	コンテナ車による通行経路選択行動への仮説	… 196
5. 2. 5	輸出入コンテナの道路輸送における経路選択モデル	… 198
5. 2. 6	本節のまとめ	… 207
5. 3	都市における港湾物流施設の立地分布特性	… 208
5. 3. 1	はじめに	… 208
5. 3. 2	都市における港湾物流施設の立地	… 208
5. 3. 3	非集計トビットモデルの適用	… 212
5. 3. 4	パラメータの推定	… 215
5. 3. 5	本節のまとめ	… 219
5. 4	本章のまとめ	… 220
5章の参考文献		… 221
第6章	結論と課題	… 223
6. 1	研究の結論	… 223
6. 2	今後の課題	… 228
6. 3	将来への展望	… 230
あとがき		… 236
付録1.		… 237
付録2.		… 238
謝辞		… 241
図表の索引		… 242
本論文に関連する学術論文・研究発表		… 248

第1章 序論

1. 1 研究の目的

1. 1. 1 本研究の必要性和目的

(1) 問題意識

都市における輸出入コンテナ輸送に関する問題は、都市計画や交通計画の分野においては特殊な対象となるため、過去においてはほとんど省みられることがなかった。しかし、現在の日本においては、貿易貨物量の増加、大都市と港湾の隣接、都市の過密化などの諸条件が重なることを考えると、輸出入コンテナ輸送は、特に港湾周辺や臨海部において、都市交通や環境に直接的な影響を生じていると考えられる(写真1-1参照)。

したがって、今後は、行政担当者・都市計画者においても、輸出入コンテナ輸送を計画の対象要素として、考慮する必要があると考えられる。

例えば、パーソントリップ調査に基づく総合交通計画の場合では、具体的な計画等の事前に必要不可欠となる、交通現象分析や需要予測は体系化されており、計画者は信頼性の高い事前情報に基づいて、計画を構築できる場合が多い。ところが、都市における輸出入コンテナ輸送を考える場合には、それがどのような現象となるのか、需要予測はどのような点に留意し、どのように行えばよいのか等については、現在までほとんど明らかにされてこなかった。

(2) 社会全体としての輸出入コンテナ輸送への認識

このような状況において、まず考えなければならないのは、社会全体としての輸出入コンテナ輸送の在り方に対する認識である。ここで、輸出入コンテナ輸送システムに関与する要素を考えると、大きく分けて次の3つが存在する(図1-1参照)。



写真 1-1 都市内を輸送される輸出入コンテナ
平成 2 年度著者撮影，東京都大田区付近

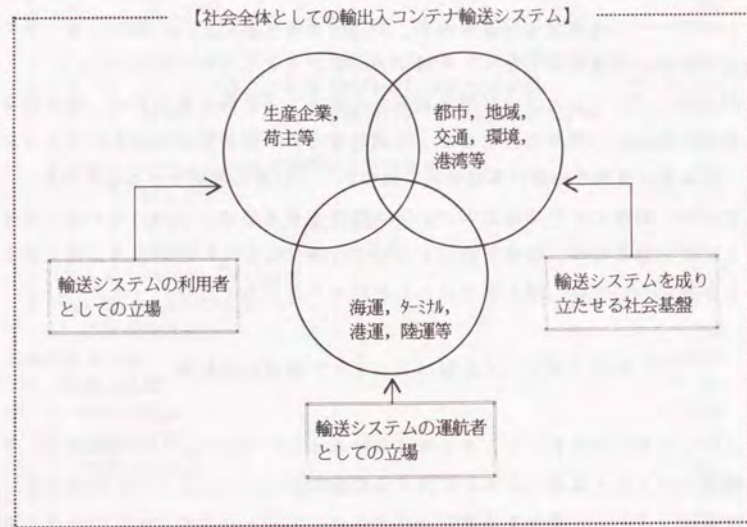


図 1-1 社会的な視野での輸出入コンテナ輸送

- ① 輸送システムの利用者（荷主，生産・消費企業等）
- ② 輸送システムを運航する事業者（海運，港運・海貨，陸運業者等）
- ③ 輸送システムを成り立たせる社会基盤（都市，地域，交通，環境等）

これらの分野の中で，輸出入コンテナ輸送を対象とした既往の研究は，企業利益に直結する①や②に関するものに偏り，その内容も経営や実務に関するものがほとんどであった。

しかし，輸出入コンテナ輸送を最終的に機能させる鍵となるのは③である。特にその陸上輸送は，超大型の特殊車両が一般の都市交通施設（道路等）を直接利用するという形態をとっている（写真 1-1 参照）。このような状況下においては，企業が業界内の問題として独自に処理できる範囲を越えており，輸出入コンテナ輸送が存在している，周辺社会全体としての調和を考えて行かなければならない（図 1-1 参照）。しかし，このような視点から輸出入コンテナ輸送を研究した実績はなく，今後，都市においてどのような外部不経済が生じてくるのかが不明であり懸念される。

（3）研究の目的

以上の観点から，輸出入コンテナ輸送を都市活動の要素として計画する方策が，今後に必要なと考えられる。そのためには，まず，都市における交通現象としての解明に力点を置いた，輸出入コンテナ輸送に対する基礎的な研究が必要である。そこで，本研究は，以下の 5 点を研究の目的とする。

- ① 都市における輸出入コンテナ輸送の問題点（交通・環境）を明示すること
- ② 輸出入コンテナ輸送の交通特性を定量的に把握すること
- ③ 輸出入コンテナ輸送に伴う交通への需要予測体系を明示すること
- ④ 大都市臨海部における輸出入コンテナ輸送の特性を評価すること
- ⑤ 都市における輸出入コンテナ輸送への計画課題を整理すること

ここで ①は，本研究の重要性を具体的に示すために必要である。そして，

②と③は、輸出入コンテナ輸送に伴う交通需要を考慮した、都市交通の現状評価や計画の立案に必要である。さらに、④は、①，②，③から得られる結論を、総合的に検証するために必要となる。最後に、⑤では、輸出入コンテナ輸送に対する都市サイド面からの計画実現に向けて、上記の一連の過程（①～④）によって明らかになる、解決しなければならない現実的な課題を検討する。

1. 1. 2 本研究の分析対象

(1) 分析対象

本研究の立場は、輸出入コンテナの物流活動を、都市や交通といった社会的な視点から議論することにある。したがって、最も重要な分析対象は、輸出入コンテナを搭載し都市交通施設を利用する車両の交通特性である（写真1-1参照）。また、輸出入コンテナの物流は、国際間の商取引に基づく貿易活動の結果生じている現象であるので（1. 2節参照）、港湾背後圏の経済活動やそれに伴う貨物需要も重要な分析対象である。

なお、本研究で分析する主要なデータは、

- ① 輸出入コンテナの内陸流動統計（単位；車両台数，トリップ数）
- ② 港湾背後圏の輸出入コンテナ貨物需要統計（単位；貨物量，価額）
- ③ 港湾出入時の輸出入コンテナ個数・貨物量統計（単位；個数・貨物量）

である。これらは、行政もしくは業界により実施され、公表されたものである。分析データの引用は、各章の参考文献に随時紹介するが、データ内容の概要については、本文巻末の付録に整理する。

次に、輸出入コンテナを国内輸送する輸送機関としては、自動車、船舶、鉄道が考えられる。この中で、本研究は、現在圧倒的なシェアを保ち都市や交通に直接的な影響を与えている、自動車による輸送（道路輸送）を分析の対象とする（写真1-1参照）。船舶や鉄道による輸送は、現状ではシェアが極めて少ないが（2章参照）、将来に向けてのモーダルシフトという観点では重要で

あり、この点については今後の課題として第6章で検討する。

(2) 輸出入コンテナ輸送と国内コンテナ輸送の相違

日本における貨物輸送用コンテナには、国内貨物輸送用に用いられているコンテナ（JRコンテナ等）も存在する⁴⁾。これらの国内コンテナと輸出入コンテナの決定的な相違は、次節で述べる輸出入コンテナ輸送の背景や特殊性を、国内コンテナが持たないことである（1. 2節参照）。

例えば、国内コンテナは、始めから国内の諸法令・規格に適合するよう設計されている。そのため、国内コンテナの輸送には、既存の貨物輸送機関が自由に用いられている⁴⁾。したがって、都市交通施設の利用という視点では、一般の貨物輸送との違いが明確でなく（写真1-2参照）、国内コンテナ輸送を独立に議論する必要性は少ない。また、国内コンテナの利用は、主としてコンテナ輸送システムのメリットを追求する機能的側面にあるのに対して、輸出入コンテナの利用の背景には、その機能性に加えて、①全世界での普及・流通、②貿易に依存する日本の経済活動、といった構造的な重要性が反映されている（1. 2節参照）。

このような点が、輸出入コンテナ輸送と国内コンテナ輸送の大きな相違であり、本研究で輸出入コンテナ輸送を独立に議論する理由である。



写真1-2 国内コンテナの輸送
文献1-4)より引用

1. 1. 3 本研究の構成

本研究は、まず、研究の目標において、①研究の背景、②研究の必要性、③都市交通計画的アプローチ、④研究の成果、の4つの部分で構成されている。

これら個々の目標に対応する本研究の構成では、まず第1章において、研究の背景として世界経済や日本の立場といった構造的な要因を抽出し、これに対



図1-2 本論文の構成

応してきた輸出入コンテナ輸送の歴史について振り返る。そして、この背景を根拠として、輸出入コンテナの陸上輸送が都市サイドの問題点としても重要であることを示唆し、本研究の必要性を確認する(図1-2参照)。これらは、本章で述べる内容の要約である。

次に、第2章においては、都市における輸出入コンテナ輸送の問題点を実証的に明確化し、特に道路輸送の重要性をクローズアップする。そして、第3章では、輸出入コンテナ輸送に固有な一般的交通特性を定量的に把握する。

また、第4章においては、第2章、第3章での議論をベースにして、輸出入コンテナを搭載した車両の道路交通需要をモデル化し、港湾に集約される車両の総交通量をマクロ的に把握する。さらに、推定されたモデルを利用して、現状に対する感度分析を行い、輸出入コンテナ輸送による大都市臨海部の道路負担の重大さを、定量的に指摘する。

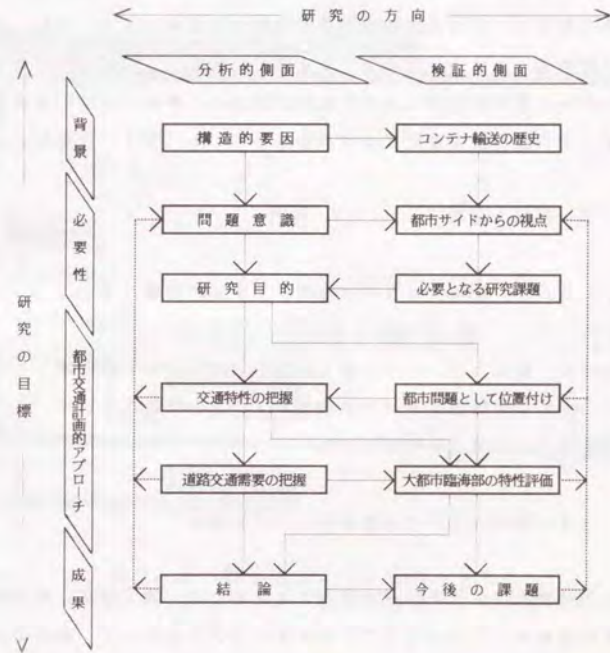


図1-3 研究のダイアグラム

そして、第5章では、このような第4章の結論を受けて、大都市臨海部における輸出入コンテナ輸送のミクロ的な特性を、車両の経路選択とそのODとなる港湾物流施設の立地分布によって評価し、輸出入コンテナ輸送に伴う道路負担を軽減するための、検討課題を抽出・整理する。(図1-2参照)。

最後に、第6章においては、輸出入コンテナ輸送に対する都市問題としての認識や道路交通需要予測体系の確立など、本研究の主要な成果とその意義を示すとともに、各章で得られた結論を総合的に評価する。さらに、本研究で行った分析やデータの限界・制限については、今後の課題として整理する(図1-2参照)。また、本研究の範囲を越える社会的に重要な問題点や国際的な動向については、本研究の結論と関連させながら、将来への展望として検討する。

以上に述べた、本研究の各構成要素間における、相互の関係を示すと図1-3となる。ここで、各構成要素においては、個々の研究目標への到達のために(図1-2参照)、問題把握のための分析的な側面と、事実や重要性に対する検証的な側面の、2つの方向から適宜議論がなされている。また、実線の矢印は、各要素間における分析結果・事実の引用順序や、情報の流れを意味し、点線の矢印は、各構成要素における個別の結論を、事前の段階の仮説と照らし合わせて、その整合性を検証する流れ意味している(図1-3参照)。

1.2 研究の背景

1.2.1 輸出入コンテナ輸送システムの特徴

本研究は、輸出入コンテナの陸上輸送を、都市サイドの問題として取り上げる。そこで、まず輸出入コンテナ輸送システムの概要について、本項で整理を行い、本研究への導入とする。

(1) 輸出入コンテナ輸送システムの構成

輸出入貨物のコンテナ輸送を実施するためには、陸上輸送と海上輸送、そして、その両者をリンクさせるコンテナターミナルにおいて、専用のハードウェア

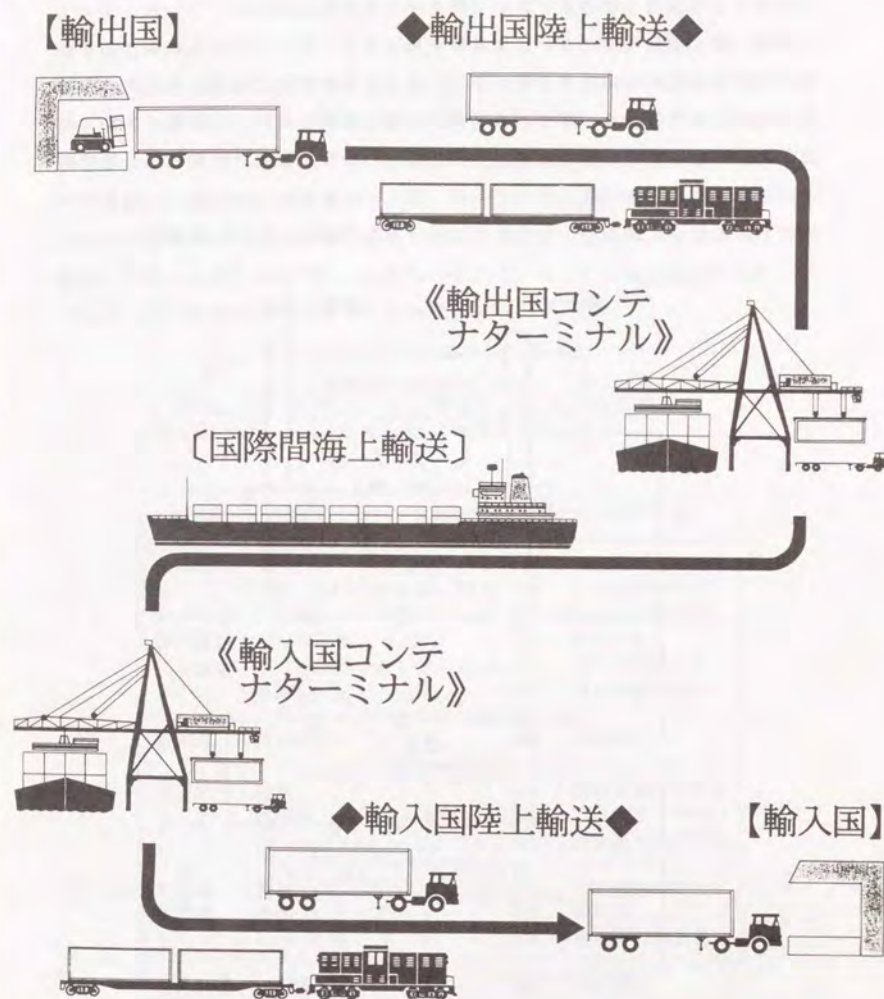
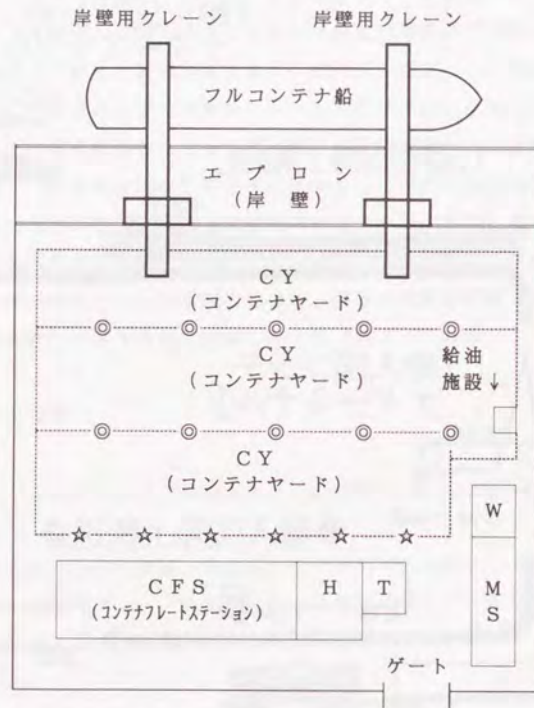


図1-4 輸出入コンテナ輸送システム
シーランド社資料より作成

ア（ソフトも含む）が必要である（図1-4参照）。

まず、陸上輸送では、コンテナを積載するトレーラー（シャシ）部と、それを牽引して輸送するトラクタ（ヘッド）部を、コンテナの規格に合わせて専用化しなければならない（図1-4参照）。海上輸送においても同様であり、船舶はコンテナのサイズに合わせた引き込みレールを船倉内に付設した、専用船（フルコンテナ船）が用いられている（図1-4参照）。さらに、コンテナターミナルにおいては、コンテナ船とトレーラとの間を、巨大な岸壁クレーンに



CY：コンテナ蔵置場所 W：コンテナ洗浄施設
 CFS：貨物の積み替え場所 MS：保守点検修理施設
 H：事務・管制施設 ◎：照明灯
 T：トラック計量施設 ☆：冷凍コンテナ電源

図1-5 コンテナ埠頭における諸施設とその配置
 文献1-6)より作成

よって、コンテナの荷役を行う。この岸壁クレーンもコンテナ輸送に合わせた専用設計をほどこすのが常であり、特定の規格のコンテナに対しては、極めて効率の良い荷役作業を実施できることになる（図1-5参照）。この他、コンテナターミナル内には、荷役や諸作業の前後でコンテナやトレーラを一時仮置きするためのコンテナヤード、コンテナへの貨物の詰め取り出し施設であるCFS (Container Freight Station)、コンテナや車両の修理・保を担当するMS (Maintenance shop)、情報を制御する事務・管制塔、等といった付帯設備・施設も必要となる¹⁾。これらもやはり、コンテナ輸送専用設計されていることが前提である（図1-5参照）。

表1-1 外貿コンテナ港湾とコンテナ埠頭の概要
 文献1-6)より作成

港湾名	埠頭名	バース数	バース長 (m)	所管
東京港	品川	2	550	東京都
	大井	8	2,300	東京港埠頭公社
	13号地	2	600	東京港埠頭公社
横浜港	本牧D突堤	2	600	横浜市
	本牧A突堤	4	1,100	横浜港埠頭公社
	大黒	2	600	横浜港埠頭公社
清水港	興津第2	1	440	静岡県
名古屋港	金城	2	470	名古屋港管理組合
	西四区	3	872	名古屋コンテナ埠頭ⅠⅡ
	南	1	280	名古屋コンテナ埠頭Ⅲ
大阪港 神戸港	南港	6	1,650	大阪港埠頭公社
	摩耶	2	600	神戸市
	※・トアイランド*	12	3,650	神戸港埠頭公社
北九州港	田野浦	1	300	北九州市

注) データは昭和57年現在の状況である。これ以後清水港に袖師埠頭、神戸港に六甲アイランド*、北九州港に太刀浦埠頭、博多港に箱崎埠頭と各港湾にコンテナ埠頭の整備が進められている。

(2) 外貿コンテナ港湾とコンテナ埠頭（コンテナターミナル）

一般にコンテナターミナルは、外部とは遮断された閉じた領域となっており、陸上輸送との連携はターミナルゲートを、海上輸送との連携はエプロン（岸壁）を通してそれぞれ行われる¹⁻⁹⁾（図1-5参照）。このコンテナターミナルは、異なる形態の陸上輸送を相互にリンクする目的で、内陸に設置される場合も有り得るが（例えば、道路と鉄道のリンク）、日本ではまだ定着していない。そのため、コンテナターミナルと言えば、臨海部に設置されているコンテナ埠頭を指すのが一般的である。そこで、本研究でも、特に断わらない限り、コンテナ埠頭はコンテナターミナルを意味するものとする。なお、荷主へのコンテナの受け渡しや通関業務を主たる目的として、内陸部に設置されたコンテナターミナルは、インランドデポと呼ばれている¹⁻¹⁰⁾。これも、国内の例は数少ない。

さて、日本では、コンテナ埠頭が単独で存在することは稀であり、通常、ある特定の港湾に複数設置されている。そこで、本研究では、コンテナ埠頭が設置され輸出入コンテナ輸送が実施されている港湾を、特に、外貿コンテナ港湾と呼ぶことにする（表1-1参照）。また、特に断わらない限り、港湾と言えれば外貿コンテナ港湾を意味するものとする。

(3) 輸送システムの運航者と基盤施設の供給者の関係

上述したように、輸出入コンテナ輸送は、陸上輸送、海上輸送、そして、コンテナターミナルのすべてにおいて、基盤施設が整備されなければ成立しない。

しかし、これらの基盤施設の供給者は、輸送システムの運航者であるとは限らない。例えば、日本では、海上輸送とコンテナターミナルは、輸送システムの運航者がすべてを供給している。しかし、陸上輸送については、輸送システムの運航者は、輸送用具であるトレーラとトラクタを供給しているに過ぎず、輸送経路部にあたる道路は、過去からコンテナ輸送とは無関係に整備されていた、公道をそのまま利用している（2章参照）。

したがって、日本の輸出入コンテナ輸送システムは、そのシステムを導入する以前から、偶然にも道路が公的に供給されていたため、海上輸送とコンテナ

ターミナルを運航者が供給するだけで、システムが成立してしまったのである。しかし、日本の道路は、輸出入コンテナ輸送の専用に設計されたものではない。この事実が、本研究で、輸出入コンテナ輸送の陸上輸送に着目する理由である。

1. 2. 2 日本における輸出入コンテナ輸送の重要性

(1) 国際間貨物輸送における輸送機関分担

日本は、海外との貿易活動（輸出入）に依存する経済大国である。そのため、多数の国々との間に膨大な輸出入貨物が日々流通している（表1-2参照）。

この輸出入貨物を、易相手国との間で輸送するために、海上輸送と航空輸送の2つが用いられている（表1-2参照）。この両者の輸送機関分担をみると、海上輸送のシェアが圧倒的となっている^{1-7, 8)}（表1-2参照）。これは、輸送容量の相違（船舶は数十万トンまで可能、航空機は100トンが限度）や、輸送品目の相違（船舶は汎用、航空機は緊急性の高いもの・高付加価値品に特化）によるためである¹⁻⁹⁾。このように、日本の貿易活動に伴う荷動きのほとんどは、海上輸送によってまかなわれている（表1-2参照）。

表1-2 日本における貿易貨物の輸送機関分担
昭和63年度実績値^{1-7, 8)}より作成

		海上貨物輸送		航空貨物輸送		合計	
		輸送量(トン)	シェア	輸送量(トン)	シェア	輸送量(トン)	シェア
輸 出	輸出貨物量	162,979,935	99.62%	617,202	0.38%	163,597,137	100.0%
	コンテナ貨物	50,499,502	30.87%				
輸 入	輸入貨物量	750,554,541	99.90%	784,750	0.10%	751,339,291	100.0%
	コンテナ貨物	45,636,841	6.07%				
合 計	輸出入総量	913,534,476	99.85%	1,401,952	0.15%	914,936,428	100.0%
	コンテナ貨物	96,136,343	10.51%				

(2) 輸出入貨物輸送におけるコンテナ輸送のシェア

さて、日本の海上輸送量全体にしめるコンテナ貨物は、輸出で30%、輸入で6%程度である(表1-2参照)。しかし、都市や内陸に直接流通することのない、原油やLNG、石炭、鉄鋼石といった資源エネルギー系貨物を除外した、輸出入貨物にしめるコンテナ貨物のシェアは大きい(図1-6参照)。一般にこのような輸出入貨物は製品・加工品であり、海上輸送では定期航路(章末補注参照)によって輸送されている。現在、港湾によって若干の相違はあるものの、この定期航路によって輸送される輸出入貨物は、全体として80%以上がコンテナ化されている。このように、輸出入貨物のコンテナ輸送(これ以後、必要のない限り輸出入コンテナ輸送と記す)は、日本の貿易活動を担う重要な物流である。

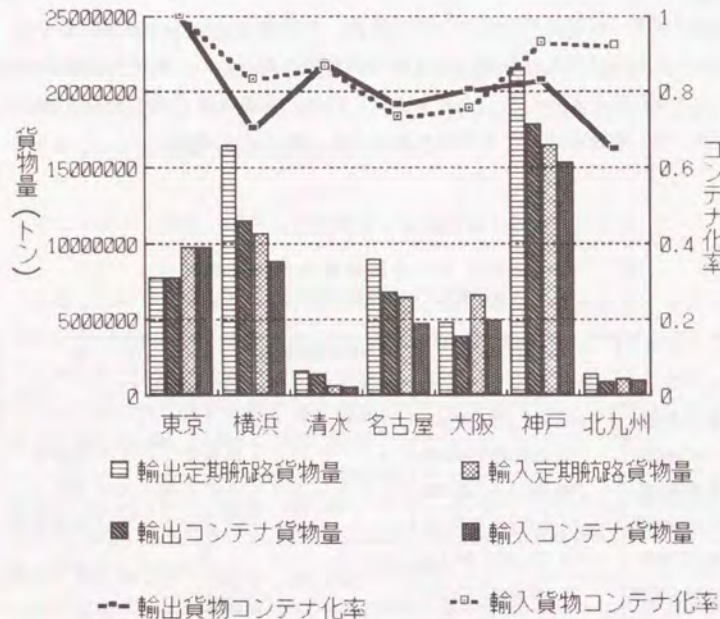


図1-6 港湾別定期航路貨物量とコンテナ化率
昭和63年度実績値¹⁾より作成

(3) 経済活動の反映

現在の日本では、輸出入コンテナが都市内を輸送されることは、珍しいことではなくなった(写真1-1参照)。しかし、この輸出入コンテナは、国内貨物用のコンテナ(写真1-2参照)と比較すると巨大である。狭い国土に立地し諸施設と交通が密集する日本の都市では、輸出入コンテナ輸送が問題なく適合しているとは考えにくい(写真1-1参照)。そこで、まず、このような状況にありながら、輸出入コンテナ輸送が国内に普及した背景を考える必要がある¹⁾。

日本は、原材料を輸入し製品を輸出するという貿易依存によって、戦後から現在に至るまで経済成長を遂げてきた。輸出入コンテナ輸送は、主として製品・加工品系の輸出入貨物を輸送しており¹⁾(図1-7参照)、このような日本の経済活動を直接反映する物流活動の1つである。したがって、輸出入コンテナ貨物量の増減は、経済成長の程度に大きく左右される。例えば、輸出入コンテナ貨物量¹⁾とGNP¹⁾の経年的な推移はよく対応している(図1-8参照)。

以上のように、輸出入コンテナの輸送は、日本の生命線である国際経済活動の動脈となっている。したがって、都市や交通といった国内の事情への適合性に問題が生じていても、遂行せざるを得ない性格を持つ物流である。

(4) 国内貨物需要との相違

さて、国内貨物輸送においては、オイルショック以後、GNPが増加しても貨物量が伸びない、いわゆる“GNPと貨物量の乖離”という現象が発生した¹⁾(図1-8参照)。これは、重厚長大型から軽薄短小型への産業構造の移行と、それに伴う貨物の多品種小量化等の社会構造の変化が主な原因と考えられている¹⁾。ところが、輸出入コンテナ輸送においてはGNPと貨物量の乖離現象が見られず、オイルショック以後も貨物量は順調に増加している(図1-8参照)。この理由としては2つが考えられる。

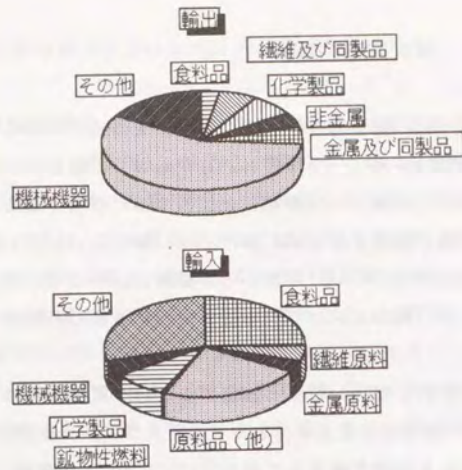


図1-7 輸出入コンテナの積載品目
昭和61年実績値(1986)より作成
1ヶ月全国集計、外国貿易概況品目分類

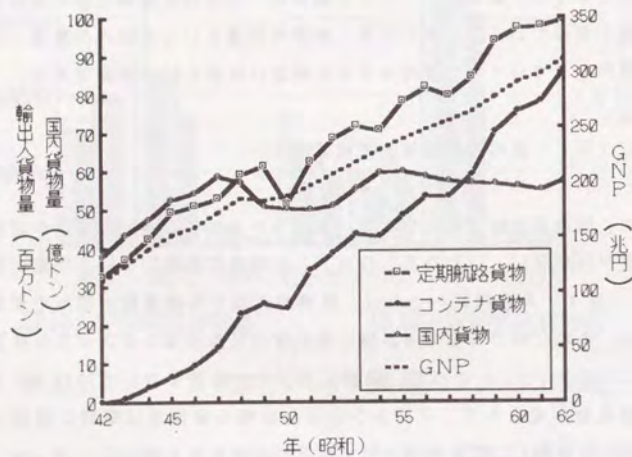


図1-8 輸出入コンテナ貨物量の推移
文献1-7,8,11,12)より作成

(5) 社会のニーズへの適合

まず、輸出入コンテナ輸送は、もともと雑貨と呼ばれる多種多様で比較的小単位の貨物が混在した状態の輸送を合理化する目的で開始された(図1-9参照)。したがって、貨物が多品種小量化してゆくほど輸出入コンテナ輸送に適合する貨物が増えることを意味する。さらに、輸出入コンテナ輸送は一貫輸送体系を基本とし、受け荷主のもとまで輸出入コンテナは密閉状態を保って輸送される(図1-9参照)。よって、特に品質維持に敏感な貨物や高価な貨物にとっては、リスクの少ない輸送方式である。このような輸出入コンテナ輸送本来の機能が、貨物量増加の第1の理由である。

また、最近では、貨物の性状にあわせて様々なタイプのコンテナが開発され、現在ではどのような種類の貨物でも、輸出入コンテナ輸送を行なうことができるようになってきている(2,3節参照)。特に冷凍冷蔵コンテナの普及は

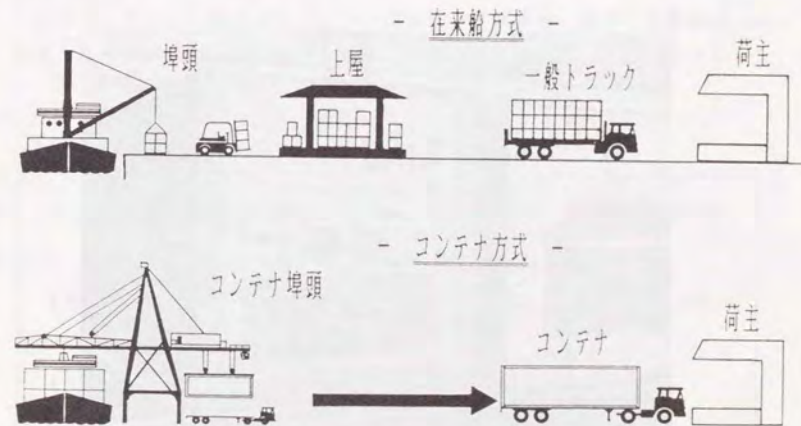


図1-9 在来船輸送とコンテナ輸送の相違

(写真1-3参照)、最近ブームとなっている海外からの生鮮食料品、グルメ商品等の輸送に大きく貢献している。このように、輸出入コンテナ輸送は、積載貨物の変化に対して柔軟に対応してきており、これも貨物量増加の理由の一つである。

以上のように、輸出入コンテナ輸送は、単に日本の経済活動を反映するだけでなく、多様化する社会のニーズに適合した物流システムと考えられる。

1. 2. 3 輸出入コンテナ輸送の歴史

(1) 生い立ち

物流活動において本格的にコンテナ輸送が用いられるようになったのは、第二次世界大戦後の米国からであった。1950年代に入ると米国では、国内輸送において大型トレーラを用いたコンテナ輸送が盛んに行われるようになった。

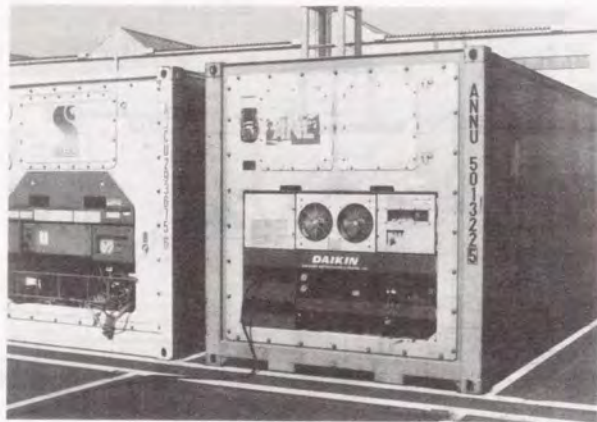


写真1-3 冷凍・冷蔵コンテナ
平成4年度著者撮影，大阪港南港付近

米国は広大な国土を有しているため、貨物の国内輸送には海運も大きな役割を果たしていた。当然のことながら、地域間によっては陸上と海上を結び付けた複合輸送が必要であった。しかし、当時の船舶は大きな船艙を持つだけのいわゆる在来船であったために、陸上輸送との連携には、港湾において荷役、積み替え作業といった煩雑な過程を経なければならなかった(図1-9参照)。加えて1950年代の後半になると、各地で港湾労務賃金の高騰が発生し、港湾は貨物流通上の大きなボトルネックとなっていった(表1-3参照)。

このような状況下において、当時、米国内の大手路線トラック会社を営んでいたマルコム・P・マックリーン氏は、船会社を買収し、船舶の艙内を陸上輸送に用いるコンテナの規格に合わせて改造し、陸上のコンテナがそのまま船舶に効率良く積載できる輸送方式を提案・開始した(図1-9参照)。この方法は、陸上輸送と海上輸送をスピーディーに結び付けるだけでなく、密閉されたコンテナによって、貨物に対する安全性や輸送の信頼性の向上も実現した。さらに、従来の煩雑な港湾荷役作業を解消したために、省力化も同時に可能にする画期的なシステムであった(図1-9参照)。

このマックリーン氏によるコンテナの海陸一貫輸送が、現在、世界経済の大動脈となっている輸出入コンテナ輸送の普及する契機となった。マックリーン

表1-3 輸出入コンテナ輸送の歴史
文献1-14,15)より作成

1957	・マルコムマックリーン氏によりコンテナを用いた海陸一貫輸送が考案 → (アメリカ国内で陸運会社経営)
	・アメリカ国内でコンテナ輸送が開始(陸運+内航海運)
1958	・マトソン社、カナダ～ハワイ航路開設(輸出入コンテナ輸送の誕生)
	↑ ↓ ・アメリカを中心にコンテナ輸送が普及
1966	・シーランド社、USライン社を中心に北大西洋航路開設
1967 (昭和42年)	・マトソン社、日本航路開設、アメリカ各社が続いて参入
1968	・日本初フルコンテナ船、第一箱根丸就航
1970年代	・日本海運全盛、国内に輸出入コンテナ輸送が普及
1980年代	・発展途上国海運の台頭
現在	・全世界に輸出入コンテナ輸送が普及、世界経済の大動脈化

氏の会社は、後に現在の米国を代表する国際物流企業であるSea-Land社となるのである¹¹⁷⁾ (表1-3参照)。

コンテナ輸送と言えば、日本では巨大なコンテナ船をイメージするような海上輸送としての認識が強い。しかし、そのルーツは、Sea-Land社の社名と歴史が物語るように、陸上貨物輸送に見出すことができる。輸出入コンテナの陸上輸送を検討する本研究にとって、この歴史的事実は興味深い。

(2) コンテナリゼーションの進展

米国により開始された輸出入コンテナ輸送は、その機能性と経済性の両面では来船よりはるかに優れていたため¹¹⁸⁾、まず、先進諸国を主導として国際間における海上輸送のコンテナ化が進展していった¹¹⁹⁾ (図1-10参照)。

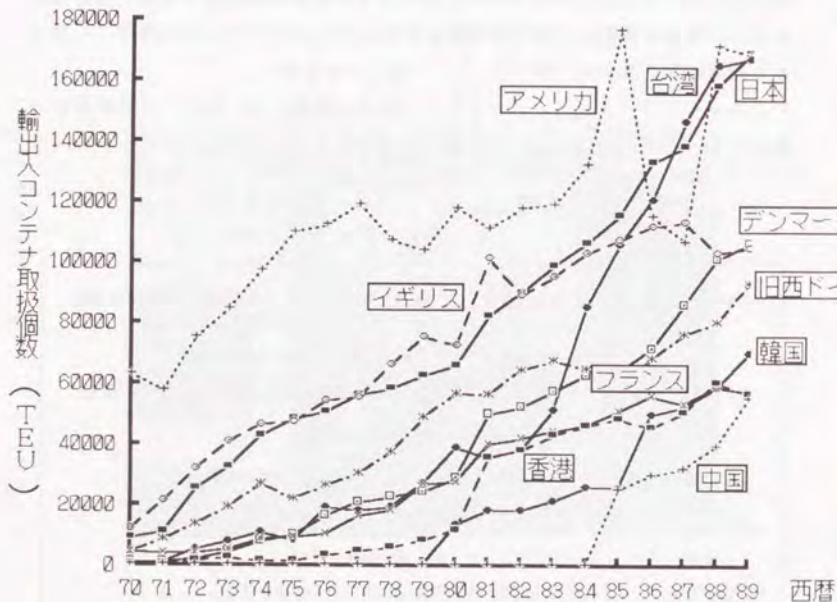


図1-10 主要国海運のシェアの推移
文献1-17)より作成

その結果、世界の主要な航路は、1973年までにすべてがコンテナ化されるに至った。また、近年ではNIE S諸国の海運業による、輸出入コンテナ輸送活動への進出が活発になり、中には先進諸国をしのぐ規模に成長したものもある¹²⁰⁾ (図1-10参照)。

このように、国際物流活動におけるコンテナリゼーション(貨物輸送のコンテナ化)は、全世界的な流れで進展してきたものであり、現在では、輸出入コンテナ輸送は世界経済の動脈としての地位を完全に確立したと言えよう。したがって、今後、国際的相互依存関係を保つ国家であれば、先進国、発展途上国を問わず輸出入コンテナ輸送システムの整備は必要不可欠と考えられる。

表1-4 輸出入コンテナ輸送にかかわる最近の交通事故・事件
文献1-18~24)より作成

発生時点	場所	内容	状況
昭和62年6月	東京都品川区八潮3丁目	死亡事故 違法駐車 訴訟問題	大井埠頭ゲート入り順番待ちのために、夜間違法駐車中のコンテナ車に乗用車が激突。乗用車に乗っていた2人が即死。
平成元年6月	大阪府住之江区南港周辺	違法駐車 違法占拠	大阪南港に出入りするコンテナ車が専用駐車場からあふれ、周辺の公共道路に違法駐車及び違法占拠。関連事故多発。
平成2年1月	大阪府住之江区南港 中8丁目6番	死亡事故 違法駐車	大阪南港ゲート入り順番待ちのために、夜間違法駐車中のコンテナ車に乗用車が激突。乗用車に乗っていた1人が即死。
平成2年2月	神戸市中央区 ポートアイランド	死亡事故 違法駐車	神戸ポートアイランド内道路に違法駐車中のコンテナ車に、スキー帰りのマイクロバスが激突。乗っていた14人が死傷
平成2年5月	東京都江東区有明周辺	違法駐車 違法占拠	東京港有明埠頭に出入りするコンテナ車や大型トラックが、船待ちのために違法駐車及び違法占拠。埠頭内交通遮断。
平成2年6月	東京、横浜、清水、名古屋、大阪、神戸、北九州、博多の各外貿港湾	過重労働 運賃ダンピング	輸出入コンテナの陸上輸送運賃が、大手船社や荷主により値引きを強要され、運転手の過重労働や交通事故を招いている
平成4年5月	横浜市鶴見区大黒埠頭 横浜ベイブリッジ	速度超過 コンテナ落下	輸出入コンテナを輸送中のコンテナ車が速度超過で走行し、横浜ベイブリッジで強風にあおられコンテナを落下させた。

注) 上記の他、社会問題化した事例は多数にのぼる。

(3) 日本における歴史

日本における海上輸出入貨物のコンテナ化は、米国船社による日本配船を機に昭和42年より開始された¹⁾ (表1-3参照)。輸出入コンテナ輸送の能力と比較すれば、当時の邦船社の在来船を利用した輸送では(図1-9参照)、米国船社に対抗することが不可能なことは明白であった²⁾。貿易立国である日本は、国際競争力の維持の必要性から、まず船舶や港湾といった基盤施設を、輸出入コンテナ輸送に適合させることが緊急の課題となった³⁾。そこで、当初から官民をあげてコンテナ船の建造及びコンテナ埠頭の整備により、輸出入貨物のコンテナリゼーションが推進された。これによって輸出入コンテナ貨物量は年々増加の一途をたどり、現在では、輸出入における海上定期航路貨物の、80%以上がコンテナ化されるに至っている(図1-8参照)。

このように、日本における輸出入コンテナ輸送は、わずか25年余の歴史でしかなく、社会現象として見ればまだ新しい。しかし、この間の経済成長とコンテナ輸送システムが持つ優れた機能の相乗効果により、輸出入コンテナによって輸送される貨物量は、際限なく増加し続けてきた(図1-8参照)。その変化はあまりにも急激であったと言える。最近、港湾及びその周辺地域において、輸出入コンテナを積載した超大型トラックによる、交通事故、道路渋滞、騒音等が問題視されるようになってきた⁴⁾ (表1-4参照)。これは、急成長する輸出入コンテナ輸送需要に対して、日本が海上輸送と港湾の整備を中心に追随してきたため、その歪が外部不経済となって露呈し始めたと考えられる。

1. 2. 4 輸出入コンテナの陸上輸送の特殊性

(1) 輸出入コンテナの国内流通の経緯

上述したように輸出入コンテナ輸送は、まず海外で普及した後、日本が追随する形で導入したシステムである。したがって、ハードウェアの規格等は、日本の国内事情とは無関係に定められたものである。

例えば、輸出入コンテナのサイズは、当初、米国における内需貨物輸送用コ

ンテナのサイズ(長さ35ft×高さ8ft×幅8ft)がベースとなっていた。その後、国際規格の統一により、現在は長さ20ft×高さ8ft6in×幅8ft(20ftコンテナと記す)と、長さ40ft×高さ8ft6in×幅8ft(40ftコンテナと記す)のコンテナが主流となった(写真1-1参照)。さらに、この輸出入コンテナを積載した車両の総重量は、30トンを超える。このサイズと重量は、国内の貨物輸送に係わる法規の限度をはるかにオーバーしている(2章参照)。

このように、輸出入コンテナ輸送のサイズと重量は、国内の都市交通施設に対しては巨大である。加えて、騒音、振動、排ガスといった環境面への影響も考慮すると、既存輸送機関を用いた都市内の道路・鉄道輸送には適合しない。しかし、輸出入コンテナ輸送の社会的、経済的、そして、国際的な重要性から(1. 2. 2項参照)、輸出入コンテナの国内流通を認めざるを得なかったのが、歴史的な背景である(表1-3参照)。

(2) 輸出入コンテナの陸上輸送への対処

現在、輸出入コンテナを陸上輸送させるために国内でとられている措置は、

- ① 輸出入コンテナ専用車両の使用を義務付け
- ② 輸出入貨物を積載する条件で諸都市交通施設利用を許可
- ③ 国内輸送中の輸出入コンテナは保税扱い(国内貨物積載不可)

である。このような措置は、車両の国内通行を規制する諸法令を遵守しては輸送することのできない輸出入貨物(例えば、巨大構造物や核燃料等)に対して、臨時に採られていた行政による措置である。一般に、この種の貨物の輸送は、頻繁には生じないので、既存都市交通施設に適合しなくとも、現行法に対する臨時の規制緩和によって対処するものである。

しかし、輸出入コンテナ輸送の場合は、個々の輸送が現行法を越える規模(サイズと重量)でありながら、その日々の輸送量は非常に多い(図1-6参照)。これは、既存都市交通施設に適合しない超大型の車両による輸送が、都市内において頻繁に生じることを意味する(写真1-4参照)。輸出入コンテ

ナ輸送が導入されてから現在まで20数年間、輸出入コンテナの陸上輸送は、このような特殊な状態によって行われてきたのである。



写真1-4 港湾から大量に発生する輸出入コンテナ輸送
平成2年度著者撮影，横浜市本牧埠頭付近

1章の補注

※不定期航路貨物と定期航路貨物

海上輸出入貨物には、不定期航路貨物と定期航路貨物がある。前者は、原油、鉄鋼石等の資源・エネルギー系の貨物であり、荷主の依頼を受けてから運航スケジュールが決定される、不定期専用船によって単一品種を大量に輸送する。これに対して、後者は、製品・加工品を代表とする多種多様な貨物であり、あらかじめ運航スケジュールが定められた定期船によって運ばれている。現在では、定期船のほとんどは、コンテナ船となっている。

1章の参考文献

- 1- 1) 渡辺、「輸出入コンテナ陸上輸送における都市交通計画的アプローチに関する研究」、日本交通政策研究協会、1991年
- 1- 2) 山田、黒島、田中、「CFSにおける貨物流動・保管機能に関する考察」、日本航海学会論文集、第71号、1984年
- 1- 3) 三木、今井、「国際海上コンテナの運用計画に関する考察」、日本航海学会論文集、第78号、1988年
- 1- 4) 鉄道図書刊行会、「コンテナ貨車」、鉄道ピクトリアル、第41巻3号、1991年
- 1- 5) 荒川、「JR貨物」、保育社、1990年
- 1- 6) 日本海上コンテナ協会、「コンテナリゼーション総覧」、成山堂、1978年
- 1- 7) 運輸省、「港湾統計年報」、1988年
- 1- 8) 日本海上コンテナ協会、「Containerization」、No.243、1992年
- 1- 9) 運輸省、「航空輸送統計年報」、1988年
- 1-10) 運輸省港湾局、「昭和61年度全国輸出入コンテナ貨物流動実態調査報告書・資料集」、1987年
- 1-11) 経済企画庁経済研究所国民所得部、「国民経済計算」、1988年
- 1-12) 運輸省運輸政策局情報管理部、「運輸経済統計要覧」、1990年

1-13) Shigeo Miyamoto, URBAN DISTRIBUTION WITHIN THE CONTEXT OF TRAFFIC PROBLEMS, The Wheel Extend, Vol19, No1, 1989

1-14) 日本海事産業研究所、「世界のコンテナリゼーション」、1983年

1-15) シーランド社、「シーランドサービス」、1985年

1-16) 織田、「海運経済論」、成山堂、1977年

1-17) 日本船主協会、「海運統計要覧」、1972年～1991年

1-18) 読売新聞、東京版、平成2年3月16日掲載記事、1990年

1-19) 朝日新聞、大阪版、平成元年6月21日掲載記事、1989年

1-20) 全日本港湾労働組合関西地方本部調査資料、1991年

1-21) 読売新聞、大阪版、平成2年3月2日掲載記事、1990年

1-22) 産経新聞、東京版、平成2年5月1日掲載記事、1990年

1-23) 読売新聞、大阪版、平成2年6月14日掲載記事、1990年

1-24) 朝日新聞、東京版、平成4年5月9日掲載記事、1992年

第2章 都市における輸出入コンテナ輸送の問題点

2.1 はじめに

輸出入コンテナ輸送は、産業が貿易に依存する日本においては、国際商取引における物流の動脈として、極めて重要な物流システムとなった(1.1節参照)。この輸出入コンテナ輸送は、

- ① 国際間の大量輸送を担う海上輸送
- ② 国内の端末への陸上輸送
- ③ 両者のインターフェースとしての港湾

の3つの機能がリンクされて成り立っている²⁻¹⁾。

この中で輸出入コンテナの陸上輸送は、専有施設を利用する海上輸送(船舶)や港湾(コンテナ埠頭)と異なり、一般の都市交通施設(例えば道路、鉄道)を直接利用している。特に各地域からの輸出入コンテナの集中により、大量の輸出入コンテナ輸送が発生する港湾周辺においては、このような都市交通施設の利用により、周辺の都市環境や交通への影響が考えられる。しかし、輸出入コンテナ輸送に対して、このような都市への影響という第三者的視点に立った研究は、蓄積されていない²⁻²⁾。

そこで、本章は、輸出入コンテナの陸上輸送と都市の関係を明示し、その影響と問題点についての検討を行なう。本章の分析では、輸出入コンテナ輸送と都市の関係をマクロ的な見地から考察し、その位置付けの中で、輸出入コンテナ輸送における道路交通の重要性と問題点を指摘する。さらに、輸出入コンテナ輸送に伴う都市環境への影響については、道路沿道騒音を指標とした分析により、詳細に検討する。

2.2 都市活動と輸出入コンテナ輸送の関連性

2.2.1 輸出入コンテナ貨物量と都市活動

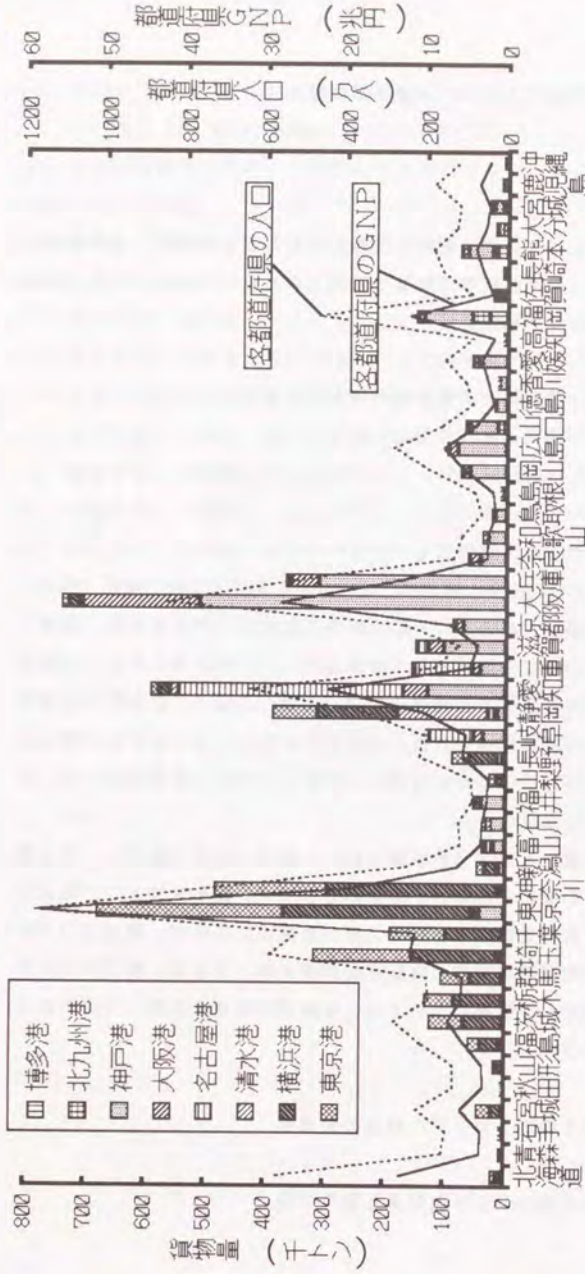


図2-1 輸出入コンテナ貨物の地域別需要分布
昭和61年実績値²⁻³⁻³より作成、1ヶ月集計

日本において、経済活動や社会ニーズの変化に対するイニシアチブを握っているのは、人口、産業、経済が集中する都市の活動である。したがって、輸出入コンテナ輸送と都市活動には密接な関連があると考えられる。

例えば、輸出入コンテナ貨物量の地域分布²⁻³は、産業・経済の規模が大きな地域でシェアが高く、特に大都市圏で顕著である(図2-1参照)。さらに、この貨物量の分布は、各地域の人口²⁻⁴及びGNP²⁻⁵の分布とよく対応している(図2-1参照)。

2.2.2 都市と外資コンテナ港湾の立地

輸出入コンテナ輸送を、都市活動の一つとしてとらえる場合には、外資コンテナ港湾(1.2節参照)の立地が重要な要素である。輸出入コンテナ輸送は優れた輸送機能を持つ反面、システムの確立(コンテナ船の建造、コンテナ埠頭の整備等)までには莫大な設備投資が必要となる。したがって、経済的な観点から多量な輸出入貨物の発生が見込まれる、大都市圏を中心にコンテナ埠頭の整備が進められてきた²⁻⁵(図2-2参照)。その結果、日本の主要な外資コンテナ港湾のほとんどは、大都市圏の都心に近接して立地している(図2-2参照)。

また、外資コンテナ港湾には、広範な背後圏全体の多量な貨物が集中することになり、結果として、その港湾周辺には膨大な輸出入コンテナ輸送が発生することになる。よって、現在のような都心近接型の外資コンテナ港湾の場合、輸出入コンテナ輸送は、港湾周辺における都市の交通や環境に少なからず影響を及ぼしていると考えられる(図2-1, 図2-2参照)。

2.3 輸出入コンテナ貨物の陸上輸送

2.3.1 輸出入コンテナのサイズと種類

輸出入コンテナは国際間流通を前提とし、不特定多数の異国間における海陸一貫輸送に耐えうる必要性から、国際標準化機構(ISO: International

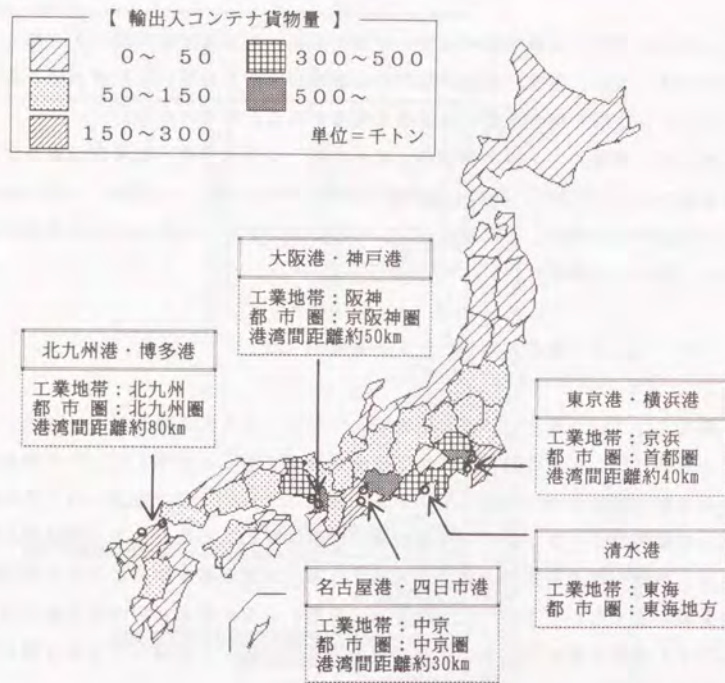


図2-2 主要外貿コンテナ港湾の立地と特徴
昭和61年実績値²⁻³⁾より作成、1ヶ月集計

表2-1 国内に流通するISOコンテナの規格
文献2-6)より作成

国内慣用名	長さ(外寸)		幅(外寸)		高さ(外寸)		最大総重量				
	ft	in	ft	in	ft	in	lbs	kg			
20ftコンテナ	19	10-1/2	8	0-0	2.438	8	6-0	2.591	44,800	20,320	
40ftコンテナ	40	0-0	12.192	8	0-0	2.438	8	6-0	2.591	67,200	30,480
背高コンテナ	40	0-0	12.192	8	0-0	2.438	9	6-0	2.896	67,200	30,480

Organization for Standardization) によって定められた、国際規格のコンテナ (ISOコンテナ) が用いられている (表2-1 参照)。現在、そのサイズは、20ftと40ftのものが主に用いられているが、近年、増加する輸出入貨物需要を反映して、40ftコンテナの利用が増加している²⁻⁷⁾ (図2-3 参照)。

このように輸出入コンテナは、サイズの規格が統一されたコンテナであるが、その種類は、積載される貨物の性状に合わせて、様々なものが開発されている²⁻⁸⁾ (表2-2 参照)。特に、一般用途のドライコンテナに加えて、冷凍冷蔵コンテナやタンクコンテナ等の出現は、荷主ごとに異なる貨物の輸送環境や、社会のニーズへの対応を可能にした。これは、最近の輸出入コンテナ貨物量増加の要因の一つになっている (1. 2 節参照)。

我が国における輸出入コンテナ保有数の推移

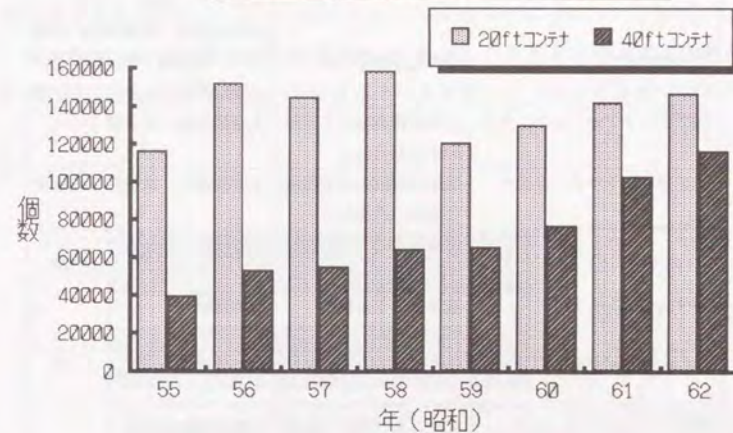


図2-3 輸出入コンテナのサイズ別需要の変化
文献2-7)より作成

表2-2 輸出入コンテナの種類と適合する貨物
文献2-6)より作成

輸出入コンテナの種類	コンテナの構造	適合する貨物
①ドライコンテナ	四方密閉型	包装貨物(各種製品・加工品), 損傷を受けやすい貨物, 高価貨物(貴金属等), 危険物, 他
②通風コンテナ	通風孔設置	腐敗性貨物(野菜類), 冷蔵貨物, 生動植物, 通気を要する貨物, 包装貨物, その他
③オープントップコンテナ	屋根部外板取外可能	大型構造物, 重量物, 損傷を受けやすい貨物, その他
④サイドオープンコンテナ	側部外板取外可能	大型構造物, 重量物, 損傷を受けやすい貨物, その他
⑤冷凍冷蔵コンテナ	冷凍空調設備内蔵	腐敗性貨物, 冷凍貨物, 冷蔵貨物, 危険物, 温湿度管理が必要な貨物, 危険物, その他
⑥プラットフォームコンテナ	上部全構造物なく底部の土台部分のみ	大型構造物, 重量物
⑦フラットラックコンテナ	底部と支柱のみで屋根と側部の外板なし	大型構造物, 重量物, 危険物
⑧アニマルコンテナ	通風排水口, 餌箱装備	生動植物
⑨タンクコンテナ	液体タンクを装備	液体貨物
⑩ホッパーコンテナ	粉粒体タンクを装備	粉粒体貨物
⑪カーコンテナ	支柱のみで底部に車輪等のガイドウェイ付設	自動車等輸送機器

2.3.2 輸出入コンテナ貨物の国内輸送機関分担

輸出入コンテナ貨物の国内輸送は、自動車(トラック及びトレーラ)による道路輸送がほとんどである(図2-4参照)。その他の輸送機関としては、少量であるが船舶が自動車に次いでいる。これは、船社による比較的長距離なフィーダーサービス等であり、神戸・大阪港の貨物が大部分である²⁻³⁾。鉄道による輸送は、全体の約0.1%程度でごくわずかである²⁻³⁾(図2-4参照)。

欧米においては、輸出入コンテナの鉄道輸送は、北米の「ランドブリッジ」を代表として大変盛んである²⁻⁹⁾。これに対して、日本の鉄道輸送のシェアが低い理由は、輸出入コンテナ用鉄道ターミナルの整備不足が考えられる²⁻⁹⁾。道路外において大量輸送が可能という点から考えると、輸出入コンテナ貨物の鉄道輸送は都市交通において重要である(第6章参照)。しかし、臨海部鉄道路線、一般貨物ターミナルや操車場が全国的に廃止の状況にある日本の現状から判断すると、鉄道による輸出入コンテナ輸送のシェアの増加にはかなり時間を要すると考えられる。

以上の理由から、都市交通施設において輸出入コンテナの陸上輸送を考えるにあたっては、道路交通としての側面を捉えて行くことがまず必要である。

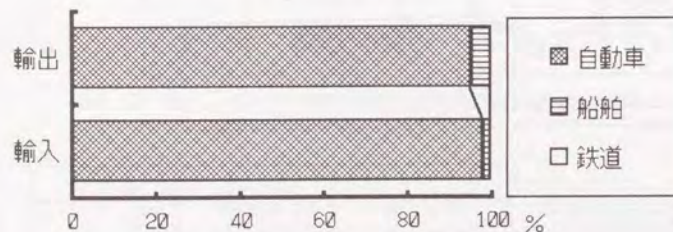


図2-4 輸出入コンテナ貨物の国内輸送機関分担
昭和61年実績値²⁻³⁾より作成
1ヶ月貨物量の全国集計平均

2. 3. 3 輸出入コンテナの道路輸送形態

現在、世界中に流通している輸出入コンテナの主流は、ISO規格の40ftコンテナであり、その大きさは、長さ12.19m、幅2.43m、高さ2.59mである²⁻⁶⁾(表2-1参照)。

このような巨大な構造物である輸出入コンテナは、道路においてはトレーラに積載し、それをトラクタにより連結して牽引するという輸送方式をとっている(以後必要のない限りコンテナ車と記す)。したがって、道路走行中のコンテナ車の大きさは、長さ約16.4m、高さ約3.8mに達してしまう(図2-5参照)。さらに、その総重量(構造上の許容限度)は、後述する国内現行法の基準値と最大値である34トン、貨物の積載量によっては越えてしまう²⁻⁶⁾。このように、コンテナ車は、国内の既存道路交通機関の中では最大の車両となる²⁻⁶⁾。さらに、最近では高さ9ft6in.(2.89m)の背高輸出入コンテナも国内通行を開始し(表2-1参照)、海外ではアメリカを中心として長さ45ft、50ft以上の輸出入コンテナも流通し始めるなど、輸出入コンテナの大型化が進んでいる²⁻¹⁰⁾(図2-3参照)。

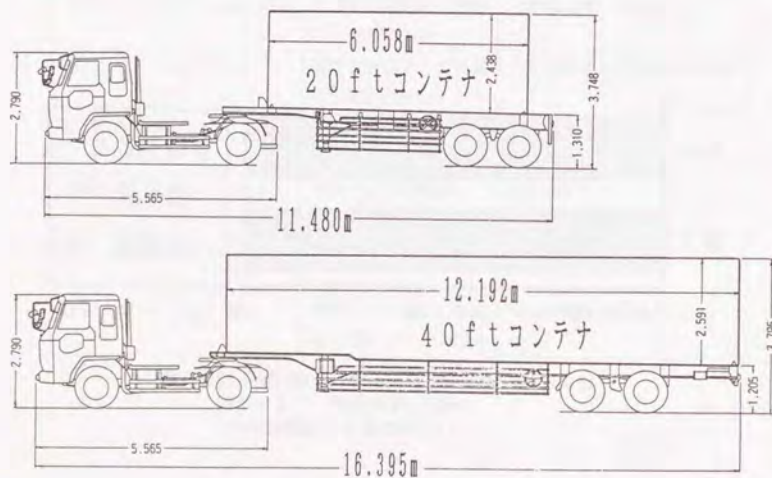


図2-5 コンテナ車の道路輸送時の規模
文献2-6)より作成

以上のように、超大型となるコンテナ車の都市内走行は、

- ① 道路沿道の都市環境破壊(騒音, 振動, 排ガス, 景観等)
- ② 交通サービスレベルの低下(交通安全, 交通容量, 前方視野等)
- ③ 道路及び付帯施設の損傷や破壊(路面, 路肩, 橋梁, トンネル等)

といった問題の要因となる可能性がある。

2. 3. 4 道路交通関係法規との問題

一般の自動車の道路走行に係わる国内現行法上の車両限界は、長さ12m、幅2.5m、高さ3.8m、総重量20トンである²⁻⁶⁾。ところが、上述したようにコンテナ車の場合は、特に長さ総重量(背高コンテナの場合には高さも該当)が、大幅に法規による制限値を越えてしまう(図2-5参照)。そこで取られた措置が、輸出入コンテナの道路輸送に対する、特例としての規制緩和や許可である(表2-3参照)。この行政措置により車両の長さは16.5m、車両の総重量は34トン(高速道路)まで許されるようになり、長さ40ftまでの輸出入コンテナは、国内を輸送することが可能となった(図2-5参照)。

表2-3 輸出入コンテナの陸上輸送と道路交通関連諸法令の関係
文献2-6)より作成

法規(所管)	抵触項目	対処	認可先
道路交通法(警察庁)	高	制限外積載の許可	出発地の警察署長
道路運送車両法(運輸省)	高, 長, 重	保安基準緩和特例	陸運局長
道路法(建設省)	高, 長, 重	特殊車両通行許可	道路管理者

しかし、この車両総重量の基準緩和値には大きな問題点がある。輸出入コンテナ輸送を対象とした車両総重量の基準緩和値は、高規格道路（高速道路）で34トン、一般道路で27トンである。したがって、トラクタとトレーラの車重²⁻⁶⁾及びコンテナの自重²⁻⁶⁾を差し引くと、実際には20トン前後しか国内道路上では貨物を輸送することができない。ところが、ISOの基準いっばいに貨物を積載すれば、40ftコンテナだけですでに30トンを越える総重量となってしまう（表2-1参照）。これをさらにトレーラに積載し、トラクタで牽引した場合の車両総重量は、優に40トンを越えて完全な過積載状態となってしまう。当然のことながら、日本と諸外国の道路輸送の法的基準は異なっているので、貿易相手国内では合法的に輸送されてきた輸出入コンテナでも、日本国内に入ると過積載による不適法な状態となるケースは、多く存在する。実際に、日本への輸入コンテナの多くは過積載状態であることが、業界では常識となっている。これらのコンテナは過積載のまま都市内を輸送されているのが現状である。

以上のように、行政による法的な基準緩和措置は、上述した都市の交通や環境への影響（①，②，③）という観点では、まったく形骸的な対処であり、何等抜本的な対策となっていない。さらに、この基準緩和による行政措置は、最近の輸出入コンテナの大型化・特殊化といった世界的な傾向への対応が遅れ（図2-3参照）、それが国際商取引上の障害や国内の輸出入貨物流通のネックとなる可能性も考えられる。

2.3.5 輸出入コンテナの道路輸送の現状

さて、輸出入コンテナの陸上輸送は、基本的にはコンテナ埠頭ベースのトリップである²⁻⁶⁾（図1-4参照）。しかし、実際には船会社やコンテナの輸送業者の業務が関与するため、コンテナ車のODは、以下の3つが存在する。

- ① コンテナ埠頭と都市の輸送
- ② コンテナ埠頭間の輸送
- ③ コンテナ埠頭内の輸送

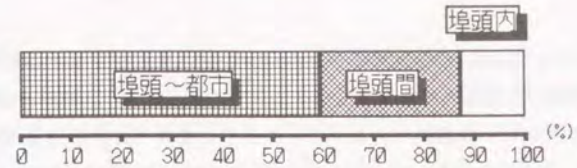


図2-6 輸出入コンテナ積載車両の走行範囲シェア
昭和58年実績値²⁻⁷⁾より作成、2日間集計
東京・横浜港経由コンテナ

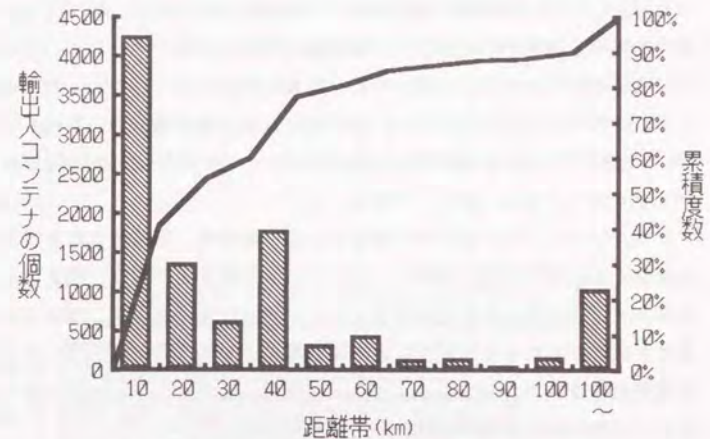


図2-7 輸出入コンテナの距離帯別輸送量
昭和58年実績値²⁻⁷⁾より作成、2日間集計
東京・横浜港経由コンテナ
縦軸は輸出入コンテナの輸送個数

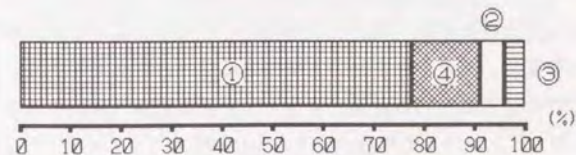


図2-8 道路の種類別コンテナ車の交通量シェア
昭和58年実績値²⁻⁷⁾より作成、2日間集計
東京・横浜港経由コンテナ
①一般国道、②高速自動車国道、
③有料道路、④主要地方道

ここで、①は、貨物の荷主やコンテナの輸送業者が存在する都市とコンテナ埠頭を結ぶ、最も一般的な輸送パターンである（図2-6参照）。次に、②は、異なるコンテナ埠頭間で、コンテナの過不足を補うための回送や、荷主に対するフィーダーサービスによって生じる（図2-6参照）。また、③は、コンテナ埠頭内で輸送が完結するもので、この場合、コンテナ車はコンテナ埠頭のターミナルゲートを出ることはない（図2-6参照）。

これらの中で、一般の公道をコンテナ車が走行することになるのは、①と②である。ここで、①と②の輸送について首都圏を例にとり、輸出入コンテナの道路輸送を、港湾からの距離帯別輸送量で示すと図2-7となる。これを見ると、その主要な部分は、港湾から近い地域に集中し、100km内にはほぼ全体の90%が分布している。また、首都圏では東京港と横浜港が隣接しているため、大量なコンテナ埠頭間輸送の発生によって、40km付近の交通量シェアが大きくなっている（図2-7参照）。

次に、コンテナ車の通行する道路を、①一般国道、②高速自動車国道、③有料道路、④主要地方道に分類し、そのシェアを調べると図2-8となる。これを見ると、コンテナ車の交通量は①と④で約90%におよび、②及び③の交通量は全体としてはあまり多くない。この理由としては、輸出入コンテナの輸送が短距離輸送中心であること（図2-7参照）に加えて、大型車の通行料支払に対する経済的な負担が原因として考えられる。

2.3.6 輸出入コンテナ輸送における交通量と輸送個数の概念

輸出入コンテナの道路輸送は、コンテナ1個に対して1台のトラクタとトレーラによって実施される（図2-5参照）。したがって、道路を輸送されるコンテナの個数は、そのままコンテナ車の道路走行台数を意味する。

しかし、先にも述べたとおり、コンテナ車は目的地（貨物の詰め・取り出し場所）に対して、コンテナ埠頭ベースのトリップを行っている²⁻⁹⁾。そのため、1回の輸送においても、半分は空のコンテナの回送が生じることになる。そのため行きと帰りのトリップを個別にカウントすれば、コンテナ車の台数の2倍の値になる。これは、実績値によっても確認できる。図2-9は、国内の主要

港湾における輸出入コンテナ陸上輸送の状態を調べたものである。これを見ると、コンテナ車のトリップ単位で輸送されたコンテナの内、ほぼ半数は空の状態となっている。

このように、コンテナ車のトリップがコンテナ埠頭ベースとなるのは、輸出入コンテナの管理をコンテナ埠頭が行っているからである²⁻⁹⁾。また、輸出入コンテナの国内道路輸送の基準緩和条件は、外貨貨物を積載することが前提であるため、空となったコンテナに国内貨物を積載することができない。これも、コンテナ車のトリップの半分が、空コンテナ輸送となる理由の一つである。

以上のように、コンテナ車の交通量の尺度には、走行車両台数（コンテナの個数）とトリップ数の2つが存在する。そこで本研究は、これ以後特に断わらない限り、輸出入コンテナ輸送における交通量とは、前者を示すこととする。ただし、トリップ数を示す必要がある場合には、章節等の冒頭にその意を明記して区別する。

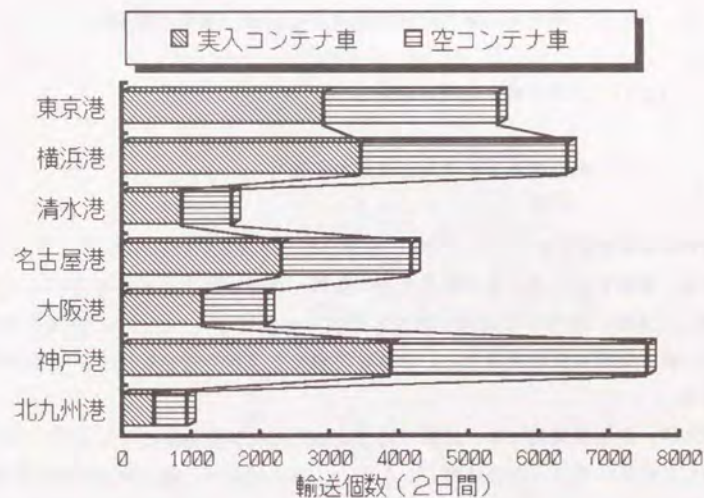


図2-9 輸出入コンテナ積載車両のトリップ数と貨物の積載状態
昭和58年実績値²⁻⁷⁾より作成、2日間集計

2. 4 交通・環境に与える輸出入コンテナ輸送の影響

2. 4. 1 はじめに

以上の分析に基づき、本節では、都市において交通と環境に与える輸出入コンテナ輸送の影響を、以下の2つの側面から検討する。

- ① 都市と港湾の歴史的背景
- ② 港湾物流機能に伴う必然性

さらに、環境に与える影響の具体的な尺度には道路沿道騒音をとりあげ、港湾周辺の主要幹線道路における騒音レベルと、コンテナ車の交通量（本節ではトリップ数を意味する）を統計的に比較し、その因果関係の検討を行う²⁻¹¹⁾。

2. 4. 2 輸出入コンテナの道路輸送と交通・環境の関連性

(1) 大都市圏と港湾の隣接

(a) 都市機能と港湾物流機能の変遷

日本の主要外貿港湾のほとんどは、大都市圏と隣接している(図2-2参照)。これは、島国である我が国の諸都市が、海運・水運活動により港湾をベースに発達してきた、歴史的な過程の結果と考えられる²⁻¹²⁾。しかし、現在においては、都市機能は複雑多様化し、港湾物流機能とは独立性を強めていると考えられる。

例えば、横浜港周辺では、国道や高速道路による幹線道路のネットワークが発達している(図2-10参照)。しかし、その配置は、横浜市の市街地や他の都市への連絡といった、都市機能面に重点が置かれていると考えられる(図2-10参照)。

(b) 外生的要因による港湾の変化

このように、現在の都市では、隣接する港湾が存在しても、その都市の産業、経済、生活といった機能が、直接的に港湾に依存しているとは限らない。しかし、港湾の基本的な役割は、大量輸送を担う海上輸送と、貨物の荷主への個別輸送を担当する陸上輸送の、リンクに伴う物流活動である。これは、その港湾の背後圏にあるすべての都市の諸活動と密接に関連している。さらに、輸出入貨物を取り扱う外貿港湾では、国内の事情のみならず、世界全体の情勢に強く影響を受けるので、隣接する都市の活動とは無関係に貨物輸送量が変化する場合も考えられる²⁻¹³⁾。

したがって、港湾に隣接する都市は、①背後圏の活動や、②世界情勢の変化、といった外生的な要因によって、港湾物流活動に伴う物理的な負担が強いられると考えられる。特に、日本では、港湾物流活動のほとんどを道路輸送に依存しており(図2-4参照)、それに伴う交通や環境への影響が懸念される。



図2-10 横浜港周辺の幹線道路ネットワーク

(c) 輸出入貨物量の増加

1. 3節で述べたように、日本の産業・経済の構造は、諸外国との貿易（輸出入）に依存しているため、日本における製品系の輸出入貨物量（定期航路貨物）は、オイルショック以後もGNPとともに増加し続けている（図1-8参照）。これは、上述した港湾物流活動に対する外生的な要因の存在として重要である。現在、国内のほとんどの外貿港湾では、臨海部への都市化の進展によって過密の状態にあるので、このような貨物量の増加が、周辺の道路交通や都市環境に直接的な影響を与えることは、必至と考えられる（写真1-4参照）。

また、最近では、製品系輸出入貨物のほとんどがコンテナにより輸送されている。この輸出入コンテナは、ISO規格の国際大型コンテナであるため（2.3節参照）、その道路輸送時には、国内最大の超大型車両が走行することとなる（図2-5参照）。一般に、道路の交通容量への負担や、沿道環境への影響が大きいのは大型車の走行であると言われている。したがって、輸出入貨物量の増加は、輸出入コンテナを積載した超大型のコンテナ車の増加を意味し、結果として港湾周辺の道路交通を圧迫して、沿道の都市環境を悪化させる可能性が考えられる（写真1-1参照）。

(2) 輸出入コンテナの道路輸送と沿道騒音

(a) 輸出入コンテナ輸送における道路利用特性

例えば、横浜港関連の輸出入コンテナ輸送では、横浜市内の主要幹線道路がほとんど利用されており、特に、横浜港に近接する道路の交通量が顕著となっている（図2-10、図2-11参照）。さらに、横浜港の場合は、背後圏が東京を中心とする首都圏であることと、東京港が隣接して立地していることにより、東京方面への道路の利用が多くなっている（図2-10、図2-11参照）。しかし、東京方面の道路においても、東名高速や首都高速といった有料道路（自動車専用道）の利用は比較的少ない。これは、コンテナ車の走行が市街地を通過する一般道路に偏っていることを意味し（図2-8参照）、沿道の

環境を考えると問題である（図2-11参照）。

さて、図2-11においては、国道1号、国道15号、国道16号の3つの道路における、コンテナ車の交通量が群を抜いて多くなっている。この理由は、これらの道路が、港湾に連絡するために用いられる、港湾連絡型の道路となっているためと考えられる²⁻¹³⁾（表2-4参照）。これに対して、その他の道路は、荷主の所在する周辺都市にアクセスするために用いられる、周辺都市アクセス型の道路と考えることができる²⁻¹³⁾（表2-4参照）。

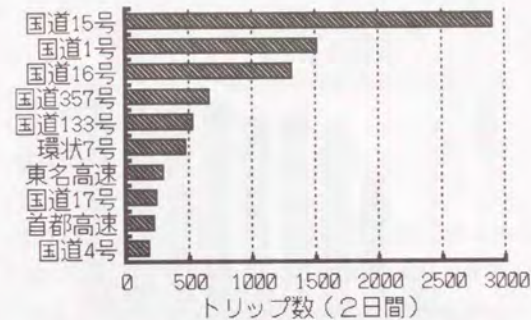


図2-11 横浜港関連のコンテナ車が走行する道路
昭和58年実績値²⁻⁷⁾より作成
コンテナ車トリップ数の上位10道路

表2-4 横浜港経路による輸出入コンテナ輸送の道路利用特性
文献2-13)より引用

道路のタイプ	道路名
港湾連絡型	国道1号, 国道15号, 国道16号
周辺都市アクセス型	東名高速, 横浜新道, 第三京浜, 国道246号, 国道133号, 国道357号, 首都高速, 保土ヶ谷バイパス, その他

(b) 港湾周辺の道路に発生する沿道騒音

ここで、都市環境に対する指針の例として道路交通による騒音を考え、横浜港周辺に置ける主要幹線道路に発生する沿道騒音を調べると図2-12となる²⁻¹⁴⁾。これは、横浜市が公害対策の一環として行った調査データ²⁻¹⁴⁾に基づくもので、騒音レベルは50%時間率騒音レベル(L_{50} 値)を示している。

この例では、早朝の時間帯の計測であったにもかかわらず、各道路の騒音レベルは高い値を示している(図2-12参照)。さらに、これらの道路は、すべて環境基準を越えた騒音を発生している(図2-12参照)。

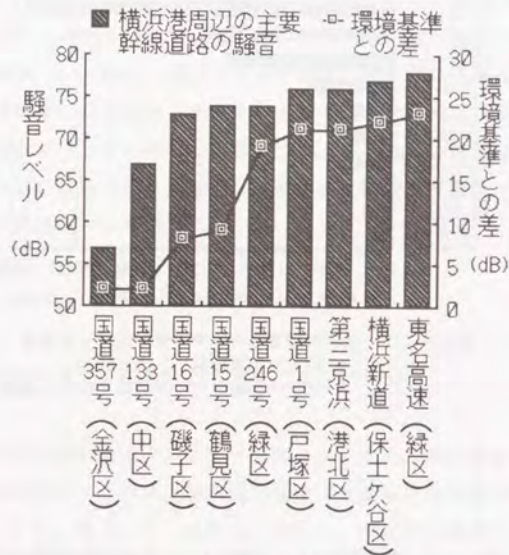


図2-12 横浜港周辺の主要幹線道路に発生する交通騒音、昭和58年度実績値²⁻¹⁴⁾より作成
午前6~8時計測平均

また、各道路の騒音レベルとコンテナ車の交通量を比較すると、コンテナ車の走行する道路は、すべて高い騒音レベルを示している。しかし、コンテナ車の交通量が比較的少なくても、騒音レベルの高い道路が存在する(東名高速等、図2-11、図2-12参照)。これは、その道路の騒音発生要因が、輸出入コンテナ輸送活動に関与しない車両の走行に依存していることを意味している。これは、上述した都市機能と港湾物流機能の独立による結果であり、港湾に近い道路においても輸出入コンテナ輸送活動に利用されなければ、その影響は反映しない(図2-11、図2-12参照)。

このように、港湾周辺の道路に発生する沿道騒音は、港湾物流活動による要因と、それとは独立した別の都市機能によって発生する要因の2つが関連し合う、複雑な現象と考えられる(図2-11、図2-12参照)。

2.4.3 輸出入コンテナ輸送と沿道騒音発生の関連性

(1) 一般交通量とコンテナ車交通量の関係

ここで、コンテナ車の交通量が多く、港湾連絡型道路となっている国道1号、15号、16号(図2-11、表2-4参照)において、輸出入コンテナ輸送活動と道路交通量・沿道騒音発生の関連性について比較・検討する。

コンテナ車は超大型車両であるので(2.3節参照)、乗用車と比較すると環境への影響は、より大きいと予想される。しかし、コンテナ車の走行する道路においては、一般の道路交通によって生じる交通量や騒音も存在する。したがって、ある特定の道路において計測された交通量や騒音のデータから、輸出入コンテナ輸送活動に伴う影響を、直接的に引き出すことは困難である。

そこで、本研究では、既存に公表されている交通量と騒音のデータ^{2-7)・14)}から、交通容量計算に用いる乗用車換算係数²⁻¹⁵⁾を考慮した以下の定式化により、コンテナ車の交通量が道路沿道騒音に与える影響を検討する。

Q_0 : 各道路の観測総交通量(台/8時間)

P_1 : 全大型車の混入率

E_T : 一般大型車に対する乗用車換算係数 (HCMより2.0台と仮定)

Q_C : 各道路の観測コンテナ車交通量 (台/8時間)

E_C : コンテナ車に対する乗用車換算係数 (HCMより3.0台と仮定)

P_C : コンテナ車の混入率

$$P_C = Q_C / Q_0$$

P_{TC} : 全大型車の中でのコンテナ車の混入率

$$P_{TC} = Q_C / (Q_0 P_T)$$

P_{CO} : 乗用車換算係数を考慮したコンテナ車の混入率

$$P_{CO} = Q_C E_C / \{ Q_0 (1 - P_T) + (Q_0 P_T - Q_C) E_T + Q_C E_C \}$$

P_{TCO} : 乗用車換算係数を考慮した全大型車の中でのコンテナ車の混入率

$$P_{TCO} = Q_C E_C / \{ (Q_0 P_T - Q_C) E_T + Q_C E_C \}$$

また、現在、道路交通騒音の予測に広く用いられている、日本音響学会が提案した次式から²⁻¹⁹⁾、各道路を走行する車両の、1台あたりの平均騒音パワーレベルを推定する。

L_w : 道路を走行する車両の1台あたりの平均騒音パワーレベル (dB)

L_{50} : 道路の50%時間率騒音レベル (dB)

l : 車線から受音点までの距離 (m)

π : 円周率

V : 道路の平均旅行速度 (km/時; 30km/時と仮定)

Q : 道路の交通量 (台/時)

d : 平均車頭間隔 ($d = 1000V/Q$)

α : 補正值 (dB; 標準状態 ($\alpha = 0$) を仮定)

$$L_w = L_{50} + 8 + 20 \log(1) - 10 \log_{10} \{ (\pi l / d) \tanh(2\pi l / d) \} - \alpha \quad \dots (2-1)$$

なお、乗用車換算係数には、横浜港周辺部が丘陵地であることと、臨海部の道路には橋梁が多いことを考慮して、米国のHCM²⁻¹⁵⁾ (ハイウェイキャパシティマニュアル)における、勾配条件の最もゆるやかな場合の値を適用する。

その値は、一般の大型車が2.0、コンテナ車(セミトレーラ車)が3.0である。また、各道路の平均旅行速度は、比較する3つの道路が、ほぼ同様な市街地の幹線道路であることから、30km/時と仮定する。

以上の定式化により、横浜港周辺の国道1号、国道15号、国道16号を分析すると、表2-5となる。

表2-5 輸出入コンテナの道路輸送と環境の関連性

要因	比較対象	道路	国道1号 (鶴見区)	国道15号 (鶴見区)	国道16号 (中区)
環境	昼間騒音レベル(観測値) [8時~18時, L_{50} 値]		72dB	76dB	73dB
	環境基準値との差(観測値)		+7dB	+11dB	+8dB
	単位車両平均パワーレベル*		103.5dB	110.4dB	110.8dB
一般交通量	昼間総交通量(観測値)		18071台	26086台	22835台
	大型車混入率(観測値)		16.3%	24.3%	11.2%
	乗用車換算**		28.0%	39.1%	20.1%
輸出入コンテナ輸送	コンテナ車交通量(観測値)		763台	1456台	664台
	コンテナ車混入率		4.2%	5.6%	2.9%
	乗用車換算**		10.5%	12.9%	7.6%
	大型車内のコンテナ車混入率		25.9%	23.0%	26.0%
	乗用車換算**		34.4%	30.9%	34.5%

* : 各道路において車両一台あたりが発生する騒音の、平均パワーレベルは、日本音響学会の予測式(文献2-16)参照)から推定した。
 ** : 乗用車換算係数は、一般大型車=2.0、コンテナ車=3.0と仮定した。
 注1) 一般昼間総交通量、昼間騒音レベル、大型車混入率は、文献2-14)より、コンテナ車の交通量は、文献2-7)より引用した。
 注2) 一般昼間総交通量とコンテナ車交通量は、8時間交通量である。
 注3) コンテナ車の乗用車換算台数の詳細は不明であるので、今回の分析では、米国HCMより横浜港周辺の地理的条件を考慮して、勾配の最もゆるやかな条件(勾配1%, 継続距離1/4マイル)で算出した。

(2) コンテナ車の大型車両としての沿道騒音への影響

まず、各道路における昼間騒音レベルを、全車種による総交通量（一般交通）と比較すると、その変動には対応が認められる（表2-5参照）。

ここで、コンテナ車の交通量を、各道路における総交通量と比較すると、その値は必ずしも大きくない。しかし、環境への影響が大きいとされる、大型車の交通量の中での混入率はかなり高い（表2-5、図2-13参照）。さらに、交通容量計算に用いる乗用車換算係数を考慮して比較すると、コンテナ車の混入率はより大きなものとなっている（表2-5、図2-13参照）。

次に、コンテナ車の混入率及び乗用車換算係数を考慮したコンテナ車の混入率の道路別推移を見ると、各道路の騒音レベル及び環境基準差との変動によく合致している（表2-5、図2-13参照）。さらに、式（2-1）によって推定された、各道路の車両1台あたりの平均騒音パワーレベルは、一般の乗用車のパワーレベル²⁻¹⁰⁾と比較すると、はるかに大きな値を示している。また、その道路別推移は、乗用車換算係数を考慮した大型車の中でのコンテナ車の混入率と、関連性が考えられる（表2-5、図2-13参照）。

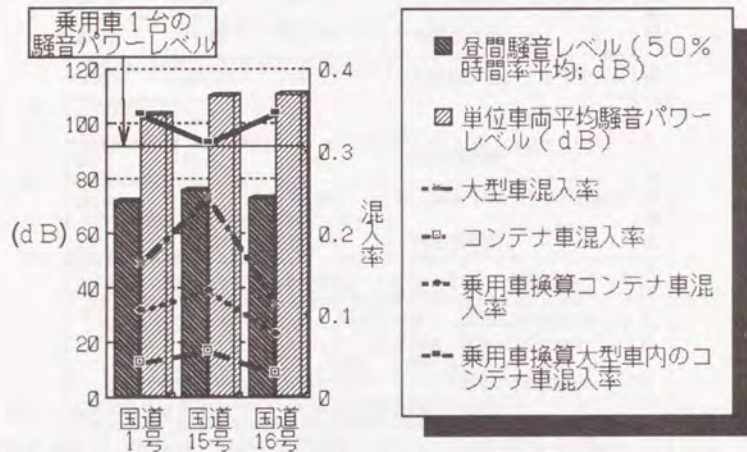


図2-13 道路騒音レベルへの輸出入コンテナ輸送の影響
表2-5の数値より作成
乗用車1台の騒音パワーレベルは文献2-16)より引用

以上のように、輸出入コンテナ輸送活動による道路沿道騒音への影響は、単なる一般交通との対比においては、その存在は明らかではない。しかし、大型車両の走行（乗用車換算係数）を考慮して、コンテナ車の交通量を比較した場合は、道路交通量の増加や沿道騒音発生との因果関係が充分に考えられる（表2-5参照）。

2.4.4 輸出入コンテナ輸送に伴う沿道騒音発生の要因

(1) 道路沿道騒音に対する重回帰分析の適用

以上の分析結果に基づいて、ここで、輸出入コンテナ輸送によって生じる道路沿道騒音の発生要因を、重回帰分析によって定量的に検証する。

まず、目的変数には、横浜港周辺の主要幹線道路における騒音レベル²⁻¹⁴⁾を適用する。そして、説明変数には、表2-5の分析に基づき、一般の道路交通特性とコンテナ車の輸送特性、の2つを考える（表2-6参照）。

(2) パラメータの推定結果

表2-6のデータに基づき、相互に独立な変数によって分析を行った結果、最終的に5つの有意なモデルを得ることができた（表2-7参照）。ここで、

表2-6 重回帰分析の適用

変数		適用データ	単位
目的変数		道路交通騒音レベル(L ₅₀) ²⁻¹⁴⁾	dB
説明変数	①平均速度	全車種における平均旅行速度 ²⁻¹⁴⁾	km/h
	②総交通量	全車種における8時間交通量 ²⁻¹⁴⁾	台
	③大型車交通量	大型車における平均交通量 ²⁻¹⁴⁾	台/h
	④有料道路(タミ)	有料道路=1, 一般道路=0	-
	⑤車線数	上下方向合計車線数 ²⁻¹⁴⁾	本数
	⑥コンテナ車総交通量	輸出入コンテナ積載車の8時間交通量 ²⁻⁷⁾	台
	⑦対大型車コンテナ車混入率	大型車内輸出入コンテナ積載車混入率 ^{2-7, 14)}	-
	⑧車線単位コンテナ車交通量	車線単位輸出入コンテナ積載車交通量 ^{2-7, 14)}	台/本数
	⑨道路利用タイプ(タミ)	横浜港連絡型=1, 周辺都市アクセス型=0 ²⁻¹³⁾	-
	⑩横浜港からの距離	横浜港本牧埠頭基点地区上計測距離	km
分析単位	横浜港周辺主要幹線道路におけるの騒音計測データ ²⁻¹⁴⁾ サンプル数52, 昭和58年実績値 ²⁻⁷⁾		

各モデルの説明力 (R^2 値) は、0.493~0.389の値を示している (表2-7参照)。今回の分析に用いた騒音データ²⁻¹⁴⁾は、周辺の都市騒音すべての影響を受ける、屋外で計測されたデータであることから判断すると、この推定結果は妥当と考えられる (表2-6, 表2-7参照)。

次に、表2-7の変数の中で、特に有意性が強いものは (1%有意をクリアした変数)、一般の道路交通特性における平均速度 (①) と、輸出入貨物の輸送特性におけるコンテナ車の総交通量 (⑥) 及び道路利用のタイプ (⑩)、の3つである。この結果から判断すると、輸出入コンテナ輸送に伴って道路沿道騒音の発生が顕著となるのは、車の流れが常時存在し、コンテナ車が多く利用すると共に、港湾連絡型となっている道路と考えられる。これは、2.4.2項及び2.4.3項における定性的な分析結果と一致する。また、車線数に関連する変数 (⑤, ⑧) が有意になっていることから、コンテナ車の走行は、車線数の多い高規格な道路を指向すると推測される。

表2-7 輸出入コンテナ輸送に伴う道路交通騒音への影響
重回帰分析結果

推定結果	モデル①	モデル②	モデル③	モデル④	モデル⑤
①平均速度	0.278 (5.782**)	0.306 (6.080**)	0.254 (4.825**)	0.249 (5.370**)	-
②総交通量	-	-	-	-	1.799×10^{-4} (2.274*)
③大型車交通量	-	-	-	-	-
④有料道路(ガミ)	3.451 (1.743)	-	-	3.783 (1.831)	4.230 (1.821)
⑤車線数	-	-	1.471 (1.812)	-	1.922 (2.492*)
⑥コンテナ車総交通量	2.725×10^{-3} (2.789**)	-	-	-	-
⑦対大型車コンテナ車混在率	-	3.740 (1.644)	-	-	-
⑧車線単位コンテナ車交通量	-	-	7.112×10^{-3} (1.850)	-	-
⑩道路利用タイプ(ガミ)	-	-	-	4.074 (2.575**)	4.556 (2.609**)
⑩横浜港からの距離	-	-	-	-	-
定数項	57.304 (25.949**)	58.280 (24.011**)	53.140 (13.095**)	58.830 (30.615**)	53.572 (15.067**)
自由度調整済み決定係数: R^2	0.493	0.445	0.457	0.482	0.389

注1) 括弧内の数値はt値を示す。注2) **: 1%有意, *: 5%有意, 無印: 10%有意

(3) 輸出入コンテナ輸送と道路沿道騒音

以上の分析結果を総合的に判断すると、輸出入コンテナ輸送活動と道路沿道騒音の関係は無視できないと考えられる。さらに、注意すべき道路としては、港湾の至近を通過し、高規格で路線延長が長く、他の多くの道路と交差するような港湾連絡型の道路と考えられる。このような道路は、臨海部にネットワークが存在し、長距離にわたって多数の都市を結ぶ国道が典型的である (例、国道1号, 15号等)。

例えば、横浜市中区の早朝時間帯における騒音の発生状況を見ると、横浜港に隣接する臨海部の幹線道路から、内陸の各方面につながる幹線道路の沿道騒音が顕著になっている (図2-14参照)。また、これらの道路は、上述した輸出入コンテナ輸送に伴う道路沿道騒音発生に注意すべき道路の特性と、よく合致している (図2-10, 図2-14参照)。



図2-14 横浜市中区周辺における道路沿道騒音発生状況
早朝時間帯 (午前6~8時) 計測結果
昭和58年度実績値²⁻¹⁴⁾より作成

2. 4. 5 本節のまとめ

本節は、日本の都市と港湾が地理的に隣接し、その都市内に外生的な輸出入コンテナの道路輸送が生じることに問題意識を持ち、コンテナ車の道路交通量と沿道騒音発生との因果関係という観点から、交通・環境への影響を検討した。

分析の結果、コンテナ車の走行は、大都市臨海部における港湾連絡型道路において顕著となり、それに伴って発生している沿道騒音は、都市の環境に影響を及ぼしていると判断できる。

2. 5 本章のまとめ

本章は、輸出入コンテナの陸上輸送と都市の関連性を明確に示すことを目的とし、日本経済と都市活動との関連性から出発して、交通や環境上の問題点の抽出を試みた。分析の結果、明らかになった諸問題点と関連分野への波及過程は(要約)は、図2-15に示すとおりに考えることができる。

これらの関係から考えると、特に、大都市圏の港湾周辺における輸出入コンテナの道路輸送が、都市の交通や環境に与える影響は多大であると予想される。また、都市と港湾の歴史的な背景から判断すると、今後も輸出入コンテナ輸送は、道路を中心とした都市基盤施設に依存し続けると考えられる。さらに、最近では、ウォーターフロントブームや臨海部再開発によって、港湾周辺に新たな業務機能や住機能の集積が進んでいる。これらの事実も、都市における輸出入コンテナ輸送の、将来的な重要性を示していると考えられる。

このような状況では、都市と港湾の間に輸出入コンテナを効率よく流通させる政策が、港湾周辺の都市計画・交通計画において必要と考えられる。

例えば、本研究が当初に抱いた問題意識に基づけば(図1-1参照)、社会全体としての輸出入コンテナ輸送に対する最適化尺度は、

$$\max \sum_i^{\text{社会}} \{ (\text{輸出入コンテナ輸送利用による産業経済活動への利得}) - (\text{都市への外部不経済}) - (\text{貨物輸送効率の低下}) \} \dots (2-2)$$

と定式化することができる(図2-15参照)。ここで、荷主や生産企業及び海運会社や港湾運送業者等による、輸出入コンテナ輸送の当事者が最適化を目指すのは、主に式(2-2)における第一項の最大化である。しかし、第二項、第三項の存在を評価できなければ、このような尺度の最適化を達成することはできない。この第二項と第三項を評価するためには、

- ① 輸出入コンテナ輸送の交通特性を定量的に把握すること
- ② コンテナ車による道路交通需要を理論的に推定すること

の2点が必要である(1.1節参照)。このようなアプローチの確立は、都市への外部不経済の顕在化による社会的責任の追求や、貨物輸送効率の低下に伴う経済的損失などを考えれば、輸出入コンテナの輸送業界や貨物の荷主・生産企業等においても、今後は無視することのできない極めて重要な検討事項と考えられよう(図2-15参照)。

このような観点から、本研究では、次の第3章において①を検討し、また、②については第4章において検討を行う。

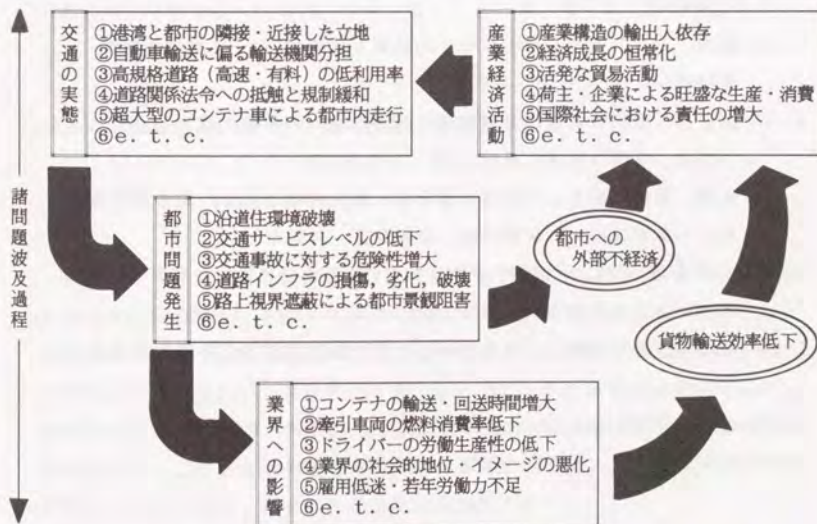


図2-15 輸出入コンテナの陸上輸送における諸問題

2章の参考文献

- 2- 1) 渡辺、「都市交通における輸出入コンテナ陸上輸送に関する諸問題」、
道路交通経済、No.51、p64～p71、1990年
- 2- 2) 渡辺、苦瀬、「海上輸出入コンテナ貨物の国内流動分布に関する研究」、
土木学会、土木計画学研究講演集No11、p141～p148、1988年
- 2- 3) 運輸省港湾局、「昭和61年度全国輸出入コンテナ貨物流動実態調査報告
書・資料集」、1987年
- 2- 4) 自治省行政局、「住民基本台帳に基づく全国の人口、世帯数票」、1988年
- 2- 5) 経済企画庁経済研究所国民所得部、「県民経済計算」、1988年
- 2- 6) (社)日本海上コンテナ協会、「コンテナリゼーション総覧」、成山堂、1978年
- 2- 7) (社)日本海上コンテナ協会、「国際大型コンテナ流動実態調査報告書」、
1984年、1987年、1990年
- 2- 8) 土屋、他、「欧州コンテナ輸送事業調査団に参加して」、Containerization
No.213、p4～p24、1989年
- 2- 9) 漆原、「海上コンテナの鉄道輸送について」、港湾荷役、第35巻第5号、
1990年9月
- 2-10) 榎本、「コンテナリゼーションの回顧と展望{2-1}」、運輸と経済、
第49巻6号、p54～p63、1989年
- 2-11) 渡辺、「輸出入貨物の道路輸送に伴う環境への影響に関する研究」、土
木学会、環境システム研究Vol20、1992年8月
- 2-12) 首野、高山、坂本、「港湾物流機能と都市機能の效果的融合に関する研
究」、東京商船大学商船学部、卒業論文、1992年3月
- 2-13) 渡辺、苦瀬、新谷、「国際大型コンテナの道路輸送に関する基礎的研究」、
第18回日本道路会議一般論文集、p1220～p1221、1989年
- 2-14) 横浜市公害対策局、「横浜市幹線道路交通騒音振動実態調査報告書」、
1985年
- 2-15) 交通工学研究協会、「道路の交通容量」、コロナ社、1985年
- 2-16) 安全工学協会、「騒音・振動」、海文堂、1982年

第3章 都市における輸出入コンテナ輸送の交通特性

3. 1 はじめに

前章の分析から、輸出入コンテナ輸送は、都市計画や交通計画において重要であることが指摘された。しかし、1章の分析で明らかなように、日本では輸出入コンテナ輸送の歴史が浅く、加えて海運や港運業界の問題としての認識が強かったため、その社会的な現象としての特性は、まだ把握されていない。

このような状況を踏まえて、本章は、都市における輸出入コンテナ輸送の交通特性を分析する。ここで、輸出入コンテナ輸送を、都市における交通現象として考えた場合には、以下の3点に留意する必要がある。

- ① 港湾から内陸にかけての地理学的な流動現象
- ② 企業行動における輸送の経済性が反映する現象
- ③ 国際間における貨物流通のニーズが関与する現象

そこで、本章では、①を3. 2節、②を3. 3節、③を3. 4節において、それぞれ議論を行うことにする。

3. 2 輸出入コンテナの国内流動分布特性

3. 2. 1 はじめに

輸出入コンテナ輸送を交通問題として捉える場合には、まず、現象の空間的な規模や範囲を知ることが、分析の出発点である。これによって、重要となる地域の割り出しや、現象の地域的な相違の有無、地域間相互の関係などが明らかになる。この視点は、本研究の理論的なアプローチの方向性を見出すためにも重要である。そこで、本節では、輸出入コンテナの国内輸送量を都道府県単位に集計し、これを港湾と地域間における流動量と定義する。そして、その空間的な分布の特性を、地理学的な見地から分析する²⁻¹⁾。

さて、今までに輸出入コンテナ貨物の流動実態を調査したものには、運輸省の調査³⁻⁷⁾がある。しかし、この調査では貨物が対象となっており、輸出入コンテナそのものの流動分布は把握されていない。

次に、輸出入コンテナ貨物の港湾選択については、企業行動レベルから分析した木村、山口や³⁻³⁾、港湾選択モデルを検討した松本、堀川³⁻⁴⁾の研究がある。また、港湾の背後圏の設定という視点から港湾貨物の内陸流動を分析したものに稲村、山田、金子³⁻⁵⁾の研究があり、船会社の経営サイドからのコンテナの運用を議論したものには、三木、今井³⁻⁶⁾の研究がある。しかし、上記の研究は、貨物流動や船舶の運航を分析の対象としたものであり、輸出入コンテナそのものに対する、国内の地域間流動に関する情報を与えていない。

そこで、本節では、輸出入コンテナの国内流動について、輸出入コンテナを積載したトラックの輸送実態調査³⁻⁷⁾をもとに、空間的な流動分布の構造を定量的に分析し、その特徴を明らかにすることを目的とする。^{3-8, 9, 10, 11)}

3. 2. 2 輸出入コンテナ国内流動の種類と現状

(1) 分析の対象とする輸出入コンテナの国内流動

輸出入コンテナの道路輸送は、そのODの両端が存在する場所から、3種類に分類されている(2. 3. 5項参照)。その中で、港湾から内陸諸地域にかけての流動となるのは、コンテナ埠頭と都市の流動である。

そこで、本章では、このような輸送パターンを持つ輸出入コンテナを集計し、その流動特性を分析する。

(2) 輸出入コンテナ国内流動の現状

(a) 輸出入コンテナ国内流動の分布

まず、日本の主要外貿コンテナ港湾と各地域間の、輸出入コンテナ流動の現状³⁻⁷⁾を表3-1に示す。この表は港湾を東から西への順とし、地域を都道府

表3-1 都道府県別輸出入コンテナ流動表
昭和61年実績値³⁻⁷⁾より作成
コンテナ個数/2日

地域ゾーン	都道府県	外 貿 コ ン テ ナ 港 湾							計		
		東京	横浜	清水	名古屋	四日市	大阪	神戸		北九州	博多
北海道	北海道										8
北東北	青森		8								4
	岩手	4									20
表東北	宮城	8	12								16
	福島	2	13	1							6
裏東北	秋田										236
	山形	2	4								138
東関東	茨城	236	96								76
	栃木	138	76								76
北関東	群馬	76	50								385
	埼玉	385	154								275
	千葉	275	133								2123
京浜葉	東京	2123	623								467
	神奈川	467	1653	18							5
新潟	新潟	5	2								4
甲信	山梨	4	2	8				4			65
	長野	65	42	6	1						23
静岡	静岡	23	87	1372	15						2
	愛知		2	3	1656	16	60	245			32
中京	岐阜				32	12	2	8			1
	三重			1	206	119	10	11			4
北陸	富山				4			4			2
	石川							4			2
	福井	2					5	1			62
近畿	滋賀				2		62	31			51
	京都						51	90			54
	奈良						54	43			55
	和歌山						55	12			1
阪神	大阪	1					1149	934			72
	兵庫						72	1050			4
山陰	鳥取							4			5
	島根							5			1
山陽	岡山						1	72			3
	広島							3			2
北四国	香川							2			
	愛媛										
南四国	徳島						4				
	高知										
山口	山口									134	134
北九州	福岡							4	269	24	297
	佐賀								6	2	6
	長崎								6		4
中九州	熊本								4	14	18
	大分								10		36
南九州	宮崎								36		2
	鹿児島								2	16	18
沖縄	沖縄										
計		3816	2957	1409	1916	147	1525	2527	467	56	14820

(注) 表中のデータはサンプル調査で得られたものであり、国内流動量の母数はこれを上回っている(付録参照)。

県と23分類（運輸省の分類）で配列したものである。この表からわかる流動の傾向は、産業規模の大きな地域（京浜葉，阪神等）への流動量が多くなっており、港湾からの距離が大きな地域（東北，北陸，四国等）への流動量は少なくなっている点である（図3-1参照）。

この原因は、日本の外貿コンテナ港湾の多くが、大都市圏や諸産業の集中する地域に立地しているためと考えられる（図2-2参照）。しかし、貨物量の都道府県分布と比較すると（図2-1参照）、輸出入コンテナの流動分布は、港湾の存在する都府県に著しく偏っている（表3-1参照）。この事実は、輸出入コンテナに積載されている貨物の流動と、コンテナ自体の流動は、必ずしも一致しないことを意味する。つまり、一般トラック等による輸出入コンテナ貨物の輸送も存在していると考えられる。

(b) 輸出入コンテナ国内流動の構成圏と港湾の背後圏

輸出入コンテナの国内流動の地域的な特徴としては、静岡県と愛知県、山口

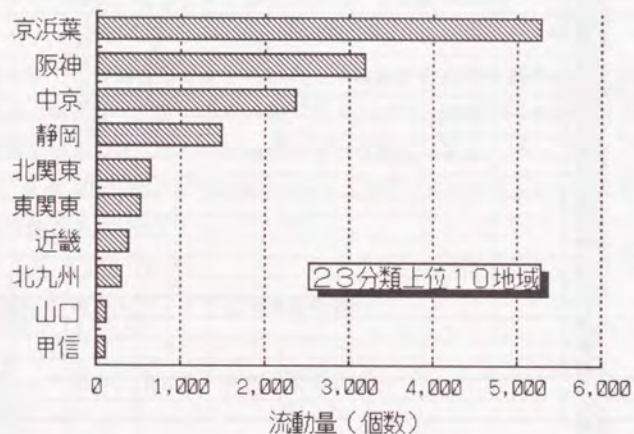


図3-1 地域別（23分類）輸出入コンテナの流動量順位
昭和61年実績値³⁻⁷⁾より作成
コンテナ個数/2日

県と四国（高知県）をそれぞれ境界とした、

- ① 東京港，横浜港，清水港を中心とするグループ（東日本）
- ② 名古屋港，四日市港，大阪港，神戸港を中心とするグループ（西日本）
- ③ 門司港，博多港を中心としたグループ（山口・九州）

の3つに分かれている（表3-1参照）。

これは、輸出入コンテナ輸送が、産業や経済活動の地理的な分布に対応するために形成された、国内流動の構成圏と考えられる。さらに、各港湾は、それぞれの構成圏の中で、かなり明確で独立した背後圏を有している（表3-1，3-2参照）。

表3-2 輸出入コンテナの国内流動における構成圏

流動構成圏	外貿港湾	主要背後圏（23分類）
東日本	東京，横浜 清水	北東北，表東北，裏東北，東関東， 北関東，京浜葉，新潟，甲信，静岡
西日本	名古屋，四日市 大阪，神戸	中京，北陸，近畿，阪神， 山陰，山陽，北四国，南四国
山口・九州	門司，博多	山口，北九州，中九州，南九州

表3-3 輸出入コンテナの国内平均流動距離
昭和61年実績値³⁻⁷⁾より作成
2日間集計の圏域別平均

	全国	東日本	西日本	山口・九州
平均距離	4.7 km	4.6 km	4.4 km	8.4 km

(c) 輸出入コンテナ流動の距離特性

輸出入コンテナ1個あたりの平均流動距離を調べると、表3-3となる。これを見ると、輸出入コンテナの流動距離は、全国平均で47kmである。これは、構成圏別で最大の山口・九州においても84kmと、短距離にとどまっている。(表3-3参照)

同様に、コンテナ埠頭からの距離に対する流動量の累積比率では、東日本と西日本において、50km圏内で総量の70%、100km圏で総量の90%に達している。平均流動距離の大きい山口・九州においても、100km圏では総量の70%に達している。(図3-2参照)

この事実から、輸出入コンテナ輸送にとって重要な地域は、ほぼ全国的に港湾から近距離にある地域に集中していると考えられる(2.3.5項参照)。

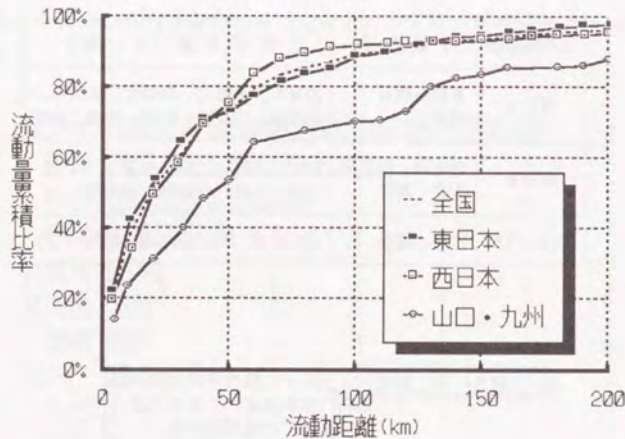


図3-2 輸出入コンテナの流動距離に対する流動量の累積比率
昭和61年実績値³⁻⁷⁾より作成
2日間集計の距離帯別平均

3. 2. 3 輸出入コンテナの国内流動分布の定量的把握

(1) グラビティモデルの適用

輸出入コンテナの国内流動量は、コンテナ埠頭からの距離の増加に対して、減少傾向となっている(図3-3参照)。さらに、両者の関係は、その対数において、規則的な傾向を示している(図3-3参照)。これは、輸出入コンテナの国内流動分布が、港湾からの距離に対して乗数型の関係(対数線形)であることを意味している。

そこで、本節では、輸出入コンテナの国内流動量に対して、次式に示すグラビティモデルの適用を考える³⁻¹²⁻¹⁴⁾(図3-4参照)。

$$F_{ij} = \alpha \frac{P_i^\beta A_j^\gamma}{D_{ij}^\delta} \quad (3-1)$$

ただし、各記号の意味は、以下の通りである。

- F_{ij} : 輸出入コンテナ流動量
- P_i : 地域 i の影響要素
- A_j : 港湾 j の影響要素
- D_{ij} : 地域 i と港湾 j 間の距離
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$: 係数 (非負)
- i : 各都道府県を示す (表3-1参照)。
- j : 各港湾を示す (表3-1参照)。

(2) 流動に影響を与える要素と適用データ

輸出入コンテナの流動に影響を与える要素としては、次の2つが考えられる。

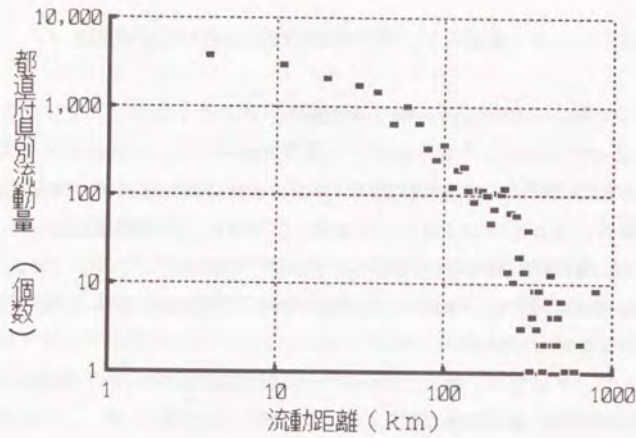


図3-3 輸出入コンテナの国内流動量と流動距離の関係
昭和61年実績値³⁻⁷⁾より作成
2日間集計の都道府県別流動量

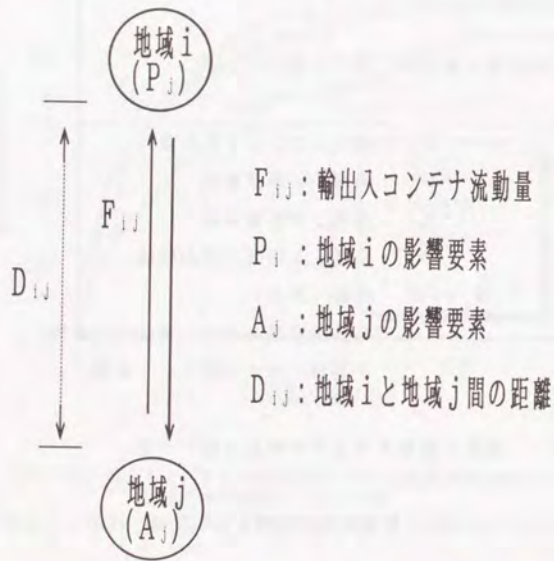


図3-4 グラビティモデル適用の考え方

- ① 地域における輸出入コンテナ輸送の発生・集中施設
- ② 外貿コンテナ港湾の規模

まず、輸出入コンテナ輸送を行うためには、コンテナへ貨物の積み込み・取り出しを行う施設が必要である。そこで、輸出入コンテナ内の貨物の積み込み・取り出しが行なわれている場所を調べると、図3-5となる。これを見ると、メーカーと倉庫で全体の90%以上を占めている(①)。

次に、輸出入コンテナは、必ずどこかの外貿コンテナ港湾を経由することになる。しかし、港湾によって、貨物の取り扱い規模や周辺の物流施設の集積状況等が、異なっている。したがって、港湾の規模も、輸出入コンテナの流動に影響を与えていると考えられる(②)。

以上により、本節では、グラビティモデルに適用するデータとして、地域における工業事業所数及び倉庫事業所数、港湾における輸出入コンテナ取扱総数、そして、地域と港湾間の距離を考える(表3-4参照)。

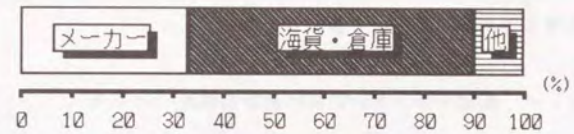


図3-5 輸出入コンテナに積載される貨物の積み降ろし場所
昭和61年実績値³⁻⁷⁾より作成
2日間集計の全国平均

表3-4 適用データ

変数	適用データの内容(単位)
目的変数	輸出入コンテナの国内流動量 ³⁻⁷⁾ (個数/2日)
説明変数	地域要素 工業事業所数 ³⁻¹⁵⁾ 及び倉庫事業所数 ³⁻¹⁶⁾
	港湾要素 輸出入コンテナの総取扱量 ³⁻⁷⁾ (個数/2日)
	距離抵抗 地域と港湾のトラック実走行距離 ³⁻⁷⁾ (km)
注1) 地域と港湾は都道府県分類と主要港湾(9港湾)に基づく。 注2) データは昭和61年実績値に基づく。	

(3) 分析結果

表3-4のデータを式(3-1)のグラビティモデルに適用し、最小自乗法によりパラメータを推定した結果、表3-5、表3-6となった。ここで、表3-5は、構成圏別モデルの適用結果であり、表3-6は、港湾別モデルの適用結果である。なお、港湾別モデルでは、港湾の規模の変数は、定数項として分析した(表3-6参照)。

分析の結果、各モデルの説明力(自由度調整済み決定係数)は良好であり、標準偏回帰係数の大きさから判断しても、本節で仮定した輸出入コンテナの国内流動に対する、グラビティモデルの適用は妥当であったと考えられる。

なお、構成圏別モデルの山口・九州については、サンプル数が少ないため妥当な結果を得ることができなかった(表3-5参照)。同様に、港湾別モデルの四日市港と博多港は、サンプル数が少ないため分析から除外した(表3-6参照)。四日市港と博多港のサンプル数が少ない理由は、両港における輸出入コンテナ輸送の歴史が浅いため、貨物需要の安定した背後圏が形成されていないためと考えられる(表3-1参照)。

3.2.4 輸出入コンテナの国内流動の特性

(1) 各要素の影響

表3-5、表3-6における、各モデルに共通しているのは、距離のパラメータ(δ')が一番大きいことである。これは、輸出入コンテナの国内流動が、距離抵抗の大きな現象であることを意味している。

また、地域の影響力(β')は、港湾の影響力(γ')に劣らず大きいことが示されている。今回の分析では、地域の要素として、貨物の積み込み・取り出しを行う施設を想定した(表3-4)。一般に、このような作業を実施できるのは、営業か自営を問わず、貨物保管施設を有する物流施設である。

したがって、輸出入コンテナ輸送における内陸側ODは、物流施設の立地に関連性が深いと考えられる。

表3-5 構成圏別モデルのパラメータ推定結果

分析内容		全 国	東日本	西日本	山口・九州
偏 回 帰 係 数	α	1.186 $\times 10^{2**}$	2.926 $\times 10^{-3**}$	5.185 $\times 10^{2**}$	3.004 $\times 10^0$
	β	0.504**	0.818*	0.403*	0.675
	γ	0.430**	1.545**	0.564*	0.121
	δ	1.508**	1.432**	2.002**	0.445
係 標 準 偏 回 帰	β'	0.216	0.283	0.189	0.334
	γ'	0.214	0.236	0.199	0.097
	δ'	0.677	0.623	0.810	0.331
自由度調整済決定係数		0.593	0.738	0.648	0.000
サンプル数		93	38	42	13

注) **, * は t 検定による 1%, 5% 有意を意味する。

表3-6 港湾別モデルのパラメータ推定結果

分析内容		東 京	横 浜	清 水	名古屋	四日市	大 阪	神 戸	北九州	博 多
偏 回 帰 係 数	α	1.180 $\times 10^{4**}$	3.784 $\times 10^{4**}$	9.044 $\times 10^{5**}$	2.160 $\times 10^{5**}$	—	2.516 $\times 10^{4**}$	1.791 $\times 10^{3**}$	8.170 $\times 10^1$	—
	β	0.576	0.296	0.209	0.316	—	0.460	0.947**	0.980	—
	δ	1.783**	1.665**	2.559**	2.494**	—	2.023**	1.735**	1.137	—
係 標 準 偏 回 帰	β'	0.197	0.114	0.076	0.083	—	0.230	0.453	0.360	—
	δ'	0.762	0.744	0.906	0.876	—	0.766	0.667	0.526	—
自由度調整済決定係数		0.712	0.601	0.262	0.296	—	0.647	0.784	0.505	—
サンプル数		17	16	7	7	—	12	19	8	—

注1) 港湾別に分析を行うので、式(3-1)における港湾の要素は定数と仮定した。
注2) **, * : t 検定による 1% 有意を意味する。* : t 検定による 5% 有意を意味する。

(2) 地域別相違

まず、構成県別の比較では、東日本と比較して西日本の距離抵抗(δ')が大きくなっている。これは、各構成圏内の港湾数の相違と対象地域の広さの相違と考えられる。例えば、東日本では、港湾は3つであるが、西日本では4つ存在している。さらに、東日本では、東京・横浜港以北に外貿コンテナ港湾が存在しないため、関東から東北にかけての全域をカバーしている。これに対して、西日本では、各港湾の距離が比較的近いことに加えて、大阪・神戸港以南には、別の構成圏(山口・九州)が存在するため、東日本より対象範囲は比較的狭い。以上が西日本で距離抵抗が大きくなる理由と考えられる。

次に、港湾別の比較では、まず、東京港と横浜港、そして、大阪港と神戸港の傾向がそれぞれ似通っている(表3-6参照)。これは、これらの港が相互に隣接しているため、互いに港湾物流機能を補い合い、かつ背後圏も共有しているためと考えられる(表3-1参照)。特に、東京港と横浜港は、ほとんど一つの港に等しい特性を有している(表3-1, 表3-6参照)。

3.2.5 本節のまとめ

本節は、輸出入コンテナの国内流動を交通現象の一つとしてとらえ、その現状を定量的に把握することを試みた。その結果、次の点が明らかになった。

- ① 輸出入コンテナの国内流動には、東京港・横浜港、清水港、名古屋港・四日市港、大阪港・神戸港、門司港・博多港の港湾グループを中心とした背後圏が存在する。
- ② これらの背後圏は、相互に独立性が強く、各港湾グループに出入する輸出入コンテナのほとんどは、それぞれの背後圏の主要な地域から輸送されている。
- ③ 輸出入コンテナの平均流動距離は短く(全国平均47km)、その流動範囲も、港湾から100km以下が大部分である。
- ④ グラビティモデルの適用結果にも、上記①, ②, ③の特性(背後圏の

独立性が強く、距離抵抗が大きい現象)が定量的に示される。

- ⑤ 内陸地域においては、輸出入コンテナへの貨物の積み込み・取り出しを行う施設(物流施設)の立地の影響が大きい。

これら事実は、輸出入コンテナ輸送が、港湾と隣接する大都市圏の経済活動と、密接に関連していることを裏付けるものである(2章参照)。さらに、輸出入コンテナの輸送距離が港湾から近距離に集中することは、道路交通や沿道環境への影響という視点にたてば(2章参照)、重要な地域は大都市臨海部である。このような本節の結論は、2章において定性的に示された問題点と一致する。

3.3 輸出入コンテナ貨物の積み替え輸送現象

3.3.1 はじめに

貿易に依存する日本においては、全国各地において輸出入貨物の生産と消費が行われている。したがって、港湾の存在しない都市においても、輸出入貨物の物流活動は生じていると考えられる。実際に、2章の分析においては、すべての都道府県において、輸出入コンテナ貨物の生産と消費が確認されている(図2-1参照)。

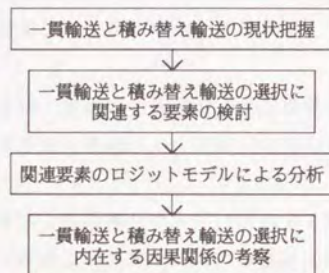
しかし、前節の分析に示された、輸出入コンテナの国内流動範囲は、あまりにも港湾から近距離に偏っている³⁻¹⁾(表3-1参照)。このような相違が生じるのは、

- ① 輸出入貨物がコンテナによって一貫輸送されるタイプ
- ② 輸出入貨物が一般のトラックに積載されて積み替え輸送されるタイプ

が存在すると考えれば理解できる³⁻¹⁷⁾(3.2.2項(2)の(a)参照)。

そこで、本節は、輸出入コンテナ貨物の陸上輸送において、上述した異なるタイプ(①, ②)が存在することを実証し、この2つの輸送タイプがどのように選択されているかについて、輸送の経済性という視点から因果関係の現状分析を行う³⁻¹⁸⁾(図3-6参照)。

なお、分析にあたっては、昭和61年に運輸省によって実施された輸出入コンテナ貨物流動調査³⁻²⁾のデータを用い、地域の区分は、都道府県単位とする(以後、図3-6 積み替え輸送現象の分析手順必要のない限り県別と記す)。



3.3.2 輸出入コンテナ貨物の一貫輸送と積み替え輸送

(1) 一貫輸送と積み替え輸送の分類

一般に、輸出入コンテナ貨物の陸上輸送のタイプは、①貨物の生産地でコンテナに詰められる貨物および貨物の消費地でコンテナから取り出される貨物と、②生産地・消費地以外の他地域においてコンテナに詰められたりコンテナから取り出される貨物に大別できる^{3-17, 18)}。①は、コンテナ埠頭と生産地・消費地の間をコンテナによって一貫輸送されるタイプであり、②は、一般トラック輸送等を用いることにより途中で積み替え作業を伴うタイプ(積み替え輸送)である(図3-7参照)。

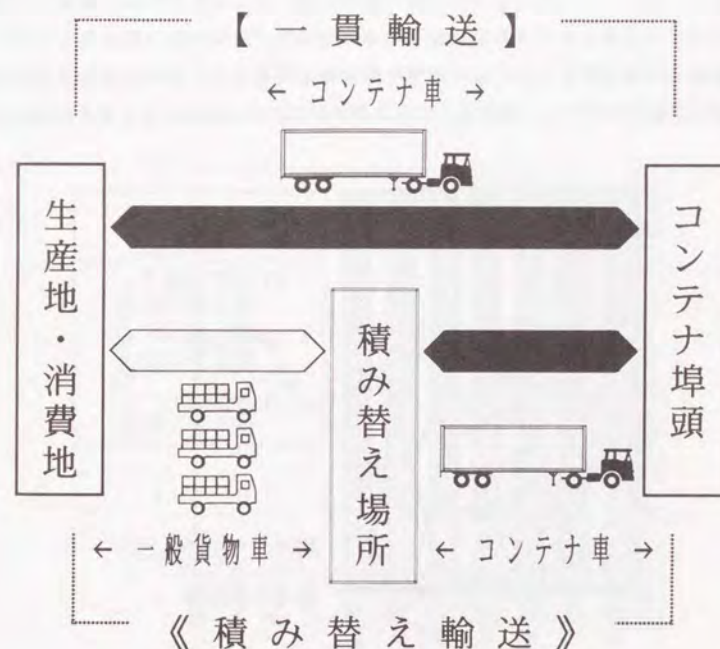


図3-7 一貫輸送と積み替え輸送の相違
 ■矢印はコンテナ車による輸送部分
 □矢印は一般貨物車による輸送部分

(2) 輸出入貨物のコンテナ詰め・取出場所

貨物のコンテナへの積み込み・取り出し場所は、一貫輸送の場合には生産地ないしは消費地であり、積み替え輸送の場合には積み替え場所である(図3-7参照)。例えば、関東の各県で生産・消費された貨物の、コンテナへの積み込み・取り出し場所は、生産・消費の各都県自身に次いで、港湾の存在する東京、神奈川の比率が高い(図3-8参照)。輸出入貨物のコンテナへの積み込み・取り出し場所の多くは、倉庫やCFS(Container Freight Station)であり^{2)・17)・18)}、これらの施設は一般的に港湾近辺に集中している。したがって、積み替え輸送される貨物の多くは、比較的港湾から近い積み替え場所で、コンテナへの積み込み・取り出しが行なわれていると考えられる。

また、図3-8の事実から積み替え場所の選択は、貨物の生産・消費地と港湾を結ぶ延長線上にとられる傾向がある。これは、貨物の積み替えによって一貫輸送の機能が損なわれる分、輸送の経済性を重視して、港湾に対してなるべく最短距離になるよう、積み替え場所の選択がなされているためと考えられる。

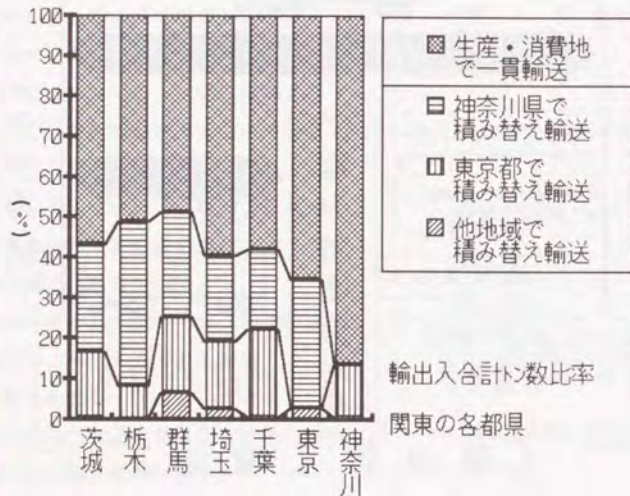


図3-8 輸出入貨物のコンテナへの積み込み・取り出し場所
昭和61年実績値^{2)・2)}より作成、1ヶ月集計値

(3) 輸出入コンテナ貨物の積み替え輸送率

(a) 積み替え輸送率の定義

県別の一貫輸送と積み替え輸送の特徴を示すために、3.2.1項の分類に基づいて、①の貨物量を一貫輸送量、②の貨物量を積み替え輸送量とし、次に示す積み替え輸送率を考える。ある県において、

$$\text{積み替え輸送率} = \frac{\text{積み替え輸送量}}{\text{輸出入コンテナ貨物の総量}} \quad \dots (3-2)$$

(輸出入コンテナ貨物の総量 = 一貫輸送量 + 積み替え輸送量)

この(3-2)式に基づけば、積み替え輸送率が大きい地域では貨物の積み替え輸送を選択することが多く、積み替え輸送率が小さい地域では一貫輸送を選択することが多いことになる。

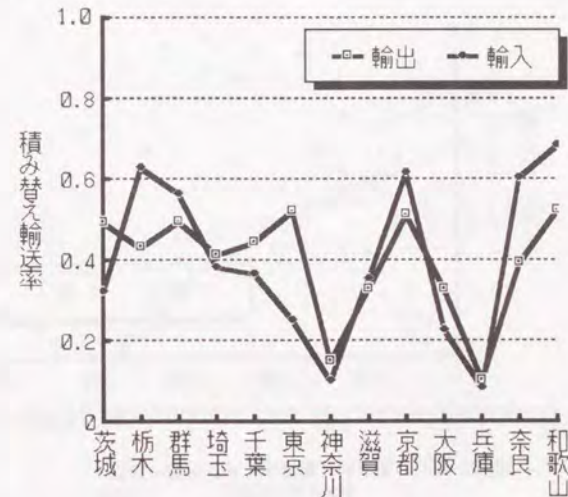


図3-9 積み替え輸送率の現状(関東・近畿の各都府県)
昭和61年実績値^{2)・2)}より作成
1ヶ月集計値、トン数比率

(b) 積み替え輸送率の現状

関東及び近畿の各県の積み替え輸送率では、各県の間かなりの相違が見られ、輸出と輸入によっても異なっている。また、神奈川と兵庫は積み替え輸送率が小さく傾向も類似しているが、これは、両県にそれぞれ横浜港と神戸港が存在しているため、一貫輸送によるサービスが有利になっていると考えられる(図3-9参照)。

また、積み替え輸送率は、各県と港湾の距離によっても異なっており、港湾から近い県では小さく、遠い県では大きくなる傾向がある。これより、一貫輸送と積み替え輸送のサービス水準は、輸送距離によっても異なると考えられる。しかし、その分布のばらつきは大きいため、輸送距離以外の要素も積み替え輸送率に関与していると考えられる(図3-10参照)。

以上のように各地域の積み替え輸送率には、港湾の存在や輸送距離に関連性を見出すことができる。しかし、この2つで積み替え輸送率を説明することは難しく、各県固有の要素も考慮する必要がある。

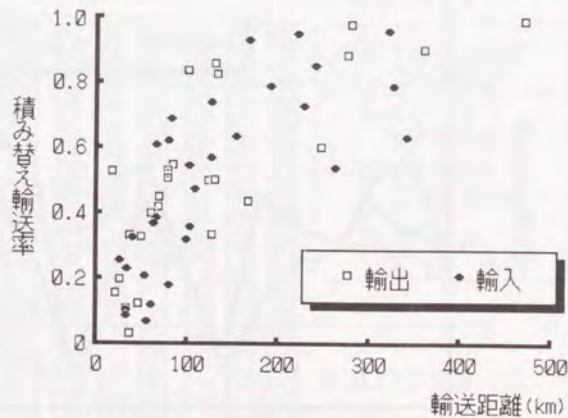


図3-10 積み替え輸送率と輸送距離の関係
昭和61年実績値^{3-2,7)}より作成
1ヶ月集計値の都道府県別トン数比率、
輸送距離は実走行距離³⁻⁷⁾の平均値

3.3.3 一貫輸送と積み替え輸送の選択に関する要素

輸出入コンテナ貨物における一貫輸送と積み替え輸送の選択に関する要素としては、積み替え輸送率の現状から、両者の輸送サービスの特性と地域や港湾の属性を考えることができる。

(1) 輸送サービスの特性

貨物輸送におけるサービス水準として最も基本的には、①輸送料金と②輸送時間が考えられる。

(a) 輸送料金の相違

各県と港湾の間で輸出入コンテナ貨物を陸上輸送する場合、一貫輸送の料金には原則として国際大型コンテナ陸上輸送運賃³⁻¹⁹⁾(運輸省届出、全国一律)

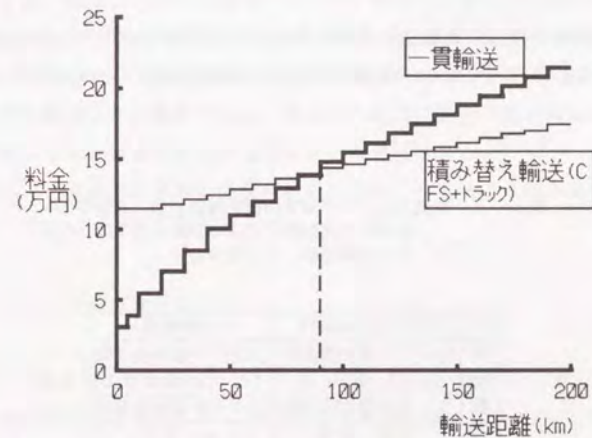


図3-11 一貫輸送と積み替え輸送の輸送料金
24トンの貨物(40ftコンテナで満載率90%)で試算
文献3-19)より作成

が適用される。これに対して積み替え輸送では、①生産・消費地と積み替え場所間の一般トラック等による輸送運賃、②積み替え場所における荷役料金、③積み替え場所とコンテナ埠頭の間のコンテナによる輸送運賃を考慮する必要がある。しかし、3.3.2項に示したように、積み替え場所のほとんどが港湾近傍に存在するため^{3-17, 18}（図3-8参照）、重要となるのは①と②である。

以上の条件に基づいて、一貫輸送と積み替え輸送の料金を、24トンの貨物（40ftのコンテナで満載率90%）を例にとり、試算すると図3-11となる。なお、積み替え輸送料金には区域トラック運賃³⁻¹⁹（運輸省届出、関東運輸局対象運賃）とCFSにおける荷役料金³⁻¹⁹（運輸省届出、全国一律）を適用した（図3-11参照）。この分析では、両者の料金の分岐点は約90km付近であり、分岐点より短距離では積み替え輸送の料金が高く、分岐点より長距離では一貫輸送の料金が高くなっている。図3-10では輸送距離の増加に伴って積み替え輸送率が大きくなる傾向が示されたが、このような料金差との関連が考えられる。

(b) 輸送時間の相違

積み替え輸送は、一貫輸送と異なり積み替え作業が存在するため、総輸送時間が長くなると考えられる。両者の時間差を直接に示すデータは明らかではな

表3-7 輸出入コンテナ貨物の国内流動日数（全国平均）
昭和61年実績値³⁻²¹より作成
1ヶ月集計値、トン数単位

	(積み替え輸送)	(一貫輸送)
輸出	コンテナ詰め前通関 7.9日	コンテナ詰め後通関 5.6日
輸入	コンテナ取出後通関 10.9日	コンテナ取出前通関 6.5日

いが、積み替え輸送においては、港湾近傍での積み替え作業が多いことから（3.3.2項参照）³⁻¹⁹、①コンテナ詰め前通関貨物（輸出）とコンテナ取出後通関貨物（輸入）を積み替え輸送貨物、②コンテナ詰め後通関貨物（輸出）とコンテナ取出前通関（輸入）を一貫輸送貨物と仮定し、この両者の貨物の流動日数³⁻²²を比較すると、輸出入ともに①の方が長い（表3-7参照）。

以上のように、輸送時間の相違も一貫輸送と積み替え輸送の選択に影響を与えると考えられる。

(2) 地域の属性

一貫輸送と積み替え輸送の選択に影響を与える、地域に固有の属性としては、①各地域で生産・消費される貨物の品目の特性、②各地域の倉庫事業所数、③各地域の貨物を取り扱っている港湾の特性が考えられる。

(a) 貨物の品目の特性

国内で生産・消費されている輸出入コンテナ貨物には様々な品目が存在しており、地域ごとにこれらの品目のシェアは異なっている（図3-12参照）。

貨物は、品目によって輸送形態に与える影響が異なる。例えば、低単価の品目は一般的に輸送料金に敏感であり、輸送中の環境の変化に弱い品目は積み替え作業を嫌って一貫輸送を選択することなども考えられる。

したがって、各地域の貨物の品目特性の相違は、一貫輸送と積み替え輸送の選択にとって重要な要素と考えられる。

(b) 倉庫事業所数

倉庫は、貨物の積み替え場所やコンテナへの積み込み・取り出し場所として、重要な役割を果たしている³⁻²⁰。例えば、各地域の倉庫事業所数³⁻¹⁰は、輸出入コンテナ貨物の生産量と消費量に相関があり、倉庫は各県の貨物の受け皿としても機能していると考えられる（図3-13参照）。また、港湾近傍の倉

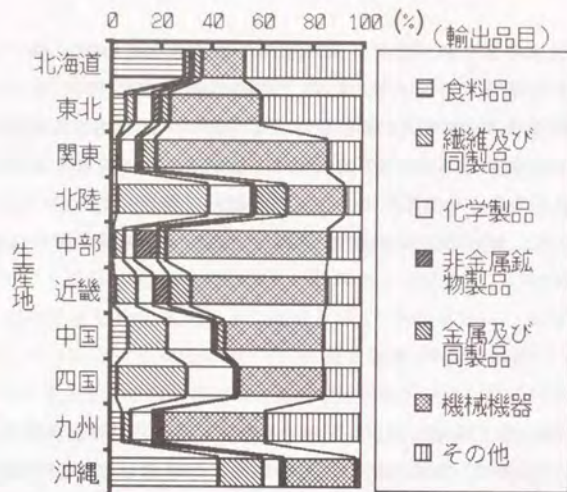


図3-12 地域別輸出コンテナ貨物の品目シェア
昭和61年実績値³⁻²⁾より作成
1ヶ月集計値、トン数比率
外国貿易概況品目分類別

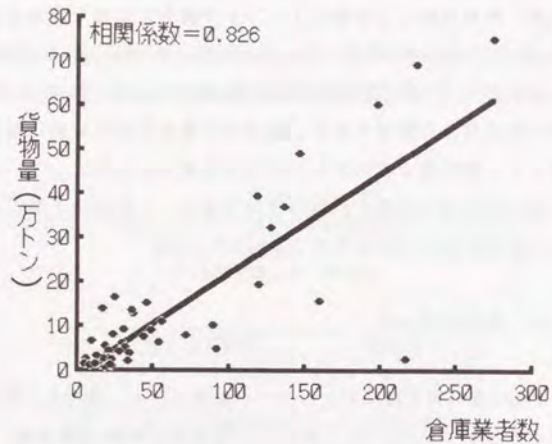


図3-13 輸出入コンテナ貨物量と倉庫事業所数
昭和61年実績値^{3-2), 10)}より作成
1ヶ月集計値、都道府県別トン数
実線は回帰直線

庫はCFSとともに貨物のコンテナへの積み込み・取り出し場所となっている。

このように、倉庫は、輸出入コンテナ貨物輸送の様々な面に関与するために、各県の倉庫事業所数は、一貫輸送と積み替え輸送の状態を示すと考えられる。

なお、図3-13では、右下方に回帰直線の傾向から大幅にはずれる点が一つ存在するが、これは、北海道のデータである。北海道の場合は、輸出入コンテナ貨物量が少なく（図2-1参照）、さらに、倉庫の利用が北海道の特産物である、農林水産物に特化しているためと考えられる。

(c) 港湾の特性

輸出入コンテナ貨物を取り扱っている港湾はいくつか存在するが、その取扱量には大きな相違がある（図3-14参照）。港湾の規模は、周辺の倉庫数や背後圏の大きさに関係するため、一貫輸送と積み替え輸送の選択にもなんらかの影響を及ぼすと考えられる。

また、各地域と各港湾との距離は個々に異なっているので、地理的な影響の存在も考慮すべきであろう。

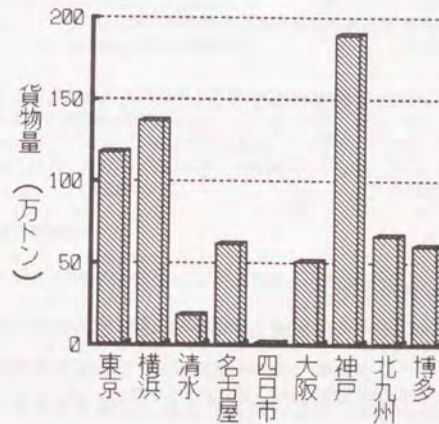


図3-14 港湾別輸出入コンテナ貨物の取扱量
昭和61年実績値³⁻²⁾より作成
1ヶ月集計値、トン数
全国主要外貿港湾による比較

3. 3. 4 一貫輸送と積み替え輸送の選択における因果関係の分析

(1) 積み替え輸送率へのロジットモデルの適用

輸出入コンテナ貨物の積み替え輸送率が、前項で検討した輸送サービス（輸送料金、輸送時間）と地域の属性（貨物の特性、倉庫業者数、港湾の特性）などに因果関係があると仮定すれば、一貫輸送と積み替え輸送の選択は、これらを要素とした効用平均値を最大化する行動と考えることができる。

そこで、積み替え輸送率に対して次に示すロジットモデルの適用を考える^{3-14, 21, 22}。

$$P = \frac{e^{V_1}}{e^{V_1} + e^{V_2}} \quad \dots (3-3)$$

ここで、P：積み替え輸送率

V₁：積み替え輸送の効用関数

V₂：一貫輸送の効用関数

Pの値は集計シェアによる確率値であるので、式(3-3)を変形し、

$$\log \left(\frac{P}{1-P} \right) = V_1 - V_2 \quad \dots (3-4)$$

として重回帰分析を適用する。

分析には、輸出コンテナ貨物と輸入コンテナ貨物を区別し、適用したデータは県別港湾別ODペアによる値としている。対応する効用関数(V₁-V₂)のデータには、輸送サービス特性として①輸送料金差と②輸送時間差を、地域属性として③貨物の品目別比率(輸出7品目、輸入8品目)、④倉庫業者数、⑤港湾の貨物取扱量シェア、⑥OD間平均輸送距離³⁻⁷を採用した(表3-8参照)。

(2) 分析結果

以上の条件に基づいて、F検定値5%でのステップワイズ法による重回帰分析を適用した結果、輸出モデルでは重相関係数は0.646となり、取り込まれた変数は分析に適用した12変数の中で、積み替え輸送と一貫輸送の料金差のみであった(表3-9参照)。

表3-8 積み替え輸送率に考慮すべき効用関数

効用関数	V ₁ (積み替え輸送)	V ₂ (一貫輸送)
輸送サービス料金	①一般トラック輸送料金(区域トラック) ³⁻¹⁹⁾ {各運輸局別料金, 県別港湾別輸出入別OD間平均輸送距離基準} +②積み替え時の荷役料金 ³⁻¹⁹⁾ {CFSにおける荷役料金適用}	国際大型コンテナ陸上輸送料金 ³⁻¹⁹⁾ {全国一律料金, 県別港湾別輸出入別OD間平均輸送距離基準}
輸送時間	積み替え輸送による港湾別平均輸送時間 {輸出: コテナ詰め前通関での流動日数 ³⁻²⁾ {輸入: コテナ取出後通関での流動日数}	一貫輸送による港湾別平均輸送時間 ³⁻²⁾ {輸出: コテナ詰め後通関での流動日数} {輸入: コテナ取出前通関での流動日数}
地域目特性	県別輸出入別貨物の品目別比率(各県の各品目の貨物量/各県の全貨物量) ³⁻²³⁾ {品目分類は外国貿易概況品目分類の大分類を採用, 輸出7品目, 輸入8品目} 輸出品目: 食料品, 繊維及び同製品, 化学製品, 非金属, 金属, 機械機器, 他 輸入品目: 食料品, 繊維原料, 金属原料, 原料品, 鉱物, 化学製品, 機械機器, 他 (外国貿易概況品目分類 ³⁻²⁾)	
属性	県別倉庫事業所数 ³⁻¹⁶⁾	
性	港湾	港湾のシェア(各港湾の輸出入別取扱貨物量/全港湾の輸出入別取扱貨物量) ³⁻²⁾ 県別港湾別輸出入別OD間平均輸送距離(トラックによる実走行距離平均値) ³⁻⁷⁾

料金の算出には貨物量を24t(40ftコンテナで満載率約90%)とした。
積み替え場所は港湾の近くにあり、一貫輸送と積み替え輸送の総輸送距離は、ほぼ等しいと仮定する。

表3-9 ロジットモデルによる分析結果1 (輸出コンテナ貨物)

有意となった変数	偏回帰係数	標準 偏回帰係数	t 値	F 値
① 積み替え輸送と一貫輸送 の料金差(単位:10万円)	-4.013	-0.646	5.416*	29.335
定数項	-0.351	-	-	-

重相関係数=0.646, 決定係数=0.417, サンプル数=43(県別港湾別ODペア数)
F検定値5%でのステップワイズ法による重回帰分析の適用, (*:5%有意)
注) 効用関数は $V_1 - V_2$ を1つの関数として扱う。

表3-10 ロジットモデルによる分析結果2 (輸入コンテナ貨物)

有意となった変数	偏回帰係数	標準 偏回帰係数	t 値	F 値
① 積み替え輸送と一貫輸送 の料金差(単位:10万円)	-1.813	-0.283	2.532*	6.413
② 食料品の比率	2.040	0.213	1.636	2.677
③ 繊維原料の比率	3.914	0.356	3.098*	9.594
④ 原料品の比率	-4.488	-0.387	3.046*	9.276
⑤ 倉庫業者数	-0.712	-0.282	2.513*	6.313
定数項	0.409	-	-	-

重相関係数=0.808, 決定係数=0.653, サンプル数=41(県別港湾別ODペア数)
F検定値5%でのステップワイズ法による重回帰分析の適用, (*:5%有意)
注) 効用関数は $V_1 - V_2$ を1つの関数として扱う。

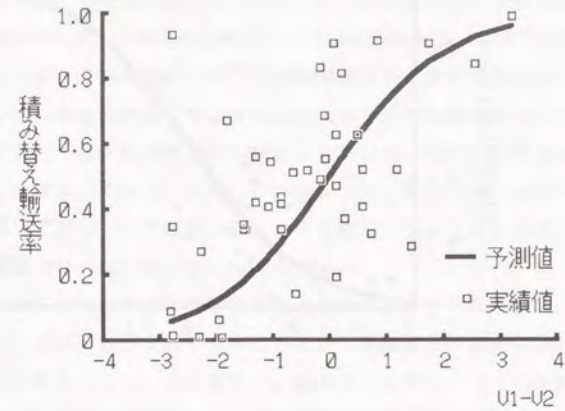


図3-15 輸出モデルの実績値と予測値

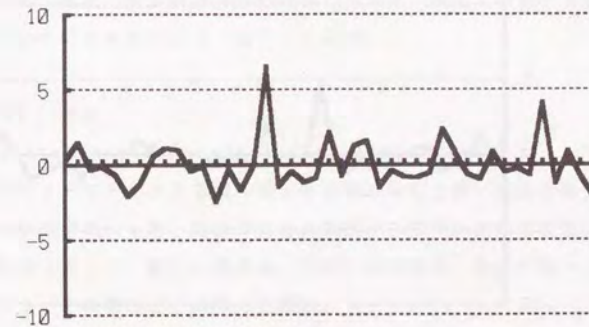


図3-16 輸出モデルの誤差分布
横軸はデータの各サンプルに対応
縦軸は $\log(p/(1-p))$ による実績値
と予測値の差

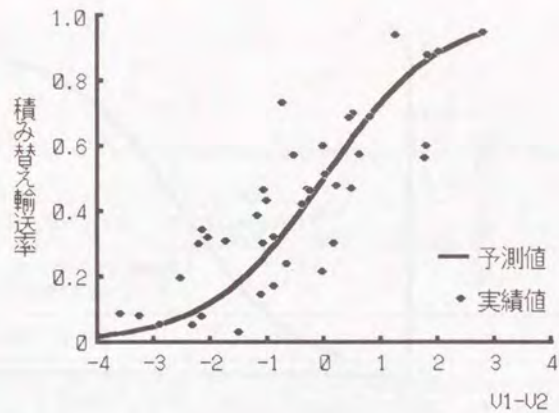


図3-17 輸入モデルの実績値と予測値

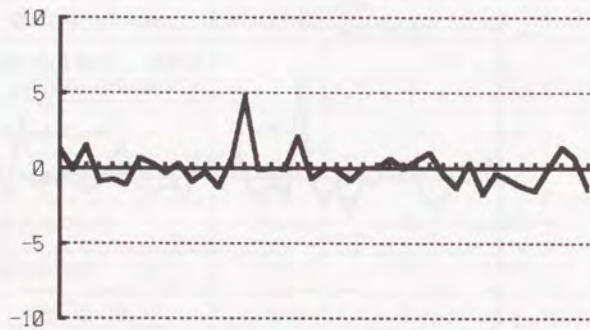


図3-18 輸入モデルの誤差分布
横軸はデータの各サンプルに対応
縦軸は $\log(p/(1-p))$ による実績値
と予測値の差

輸入モデルでは、重相関係数は0.808となり、取り込まれた変数は分析に適用した13変数の中で、①積み替え輸送と一貫輸送の料金差、②食料品の比率、③繊維原料の比率、④原料品の比率、⑤倉庫業者数の5変数であった(表3-10参照)。これらの変数のうち、食料品の比率以外は検定値5%で有意となっている。また、積み替え輸送と一貫輸送の料金差(①)の符号条件は、輸出・輸入ともに満足している。なお、この分析では、輸送時間の変数が有意にならなかった。これは、一貫輸送の選択が内陸輸送においては、必ずしも時間的に有利とは言えないことを示すと考えられる。

この2つのモデルの誤差分布及び実績値と予測値の分布では、変数が1つの輸出モデルは、ばらつきが大きくなっているが、実績値と予測値には対応関係が認められる(図3-15、16参照)。輸入モデルでは、5つの変数が取りこめたことによりばらつきも少なくなっており、実績値と予測値はかなりよい対応を示している(図3-17、18参照)。よって、本節でロジットモデルを仮定したこと及び採用した変数は、妥当なものであったと考えられる。

なお、図3-16、18の誤差分布においては、どちらの図にも共通して誤差の大きな点が存在する。これは、北海道のデータである。このような結果になるのは、3.3.3項にも述べたように、北海道の経済が農林水産業に依存しているため、製品・加工品系貨物の貿易に適する、輸出入コンテナ輸送への需要が少ないためと考えられる(図2-1参照)。

(3) 考察

今回のロジットモデルによる積み替え輸送率の分析では、輸出と輸入が明らかに異なった結果を示した。輸出の場合、モデルに取り込まれた変数は料金だけであったのに対して、輸入の場合は、料金、貨物特性、倉庫が取り入れられた。これについては次のことが考えられる。

(a) 輸出モデル

貨物を輸出する場合は、海上運賃にF O B運賃³⁻²⁰⁾(Free On Board)が適用

されることが多い。この場合、貨物は荷主や生産企業の責任で港湾まで輸送されることになる。したがって、企業の経済合理性優先による物流コスト軽減のニーズが、輸出コンテナ貨物の陸上輸送にも反映されると考えられる。

今回の分析において、輸出モデルに輸送料金だけが取り込まれたことには、このような背景を考えることができる。しかし、輸出モデルの説明力は十分とは言えないので、今回の分析で対象としなかった要素（例えば、企業別の行動パターンの相違等）も関連していると考えられる。

(b) 輸入モデル

貨物を輸入する場合は、海上運賃にC I F 運賃²⁻²⁰⁾ (Cost Insurance and Freight) が適用されることが多い。この場合、荷受人は貨物輸送に関与せず、貨物は輸送会社の責任で荷受人まで運ばれる。したがって、輸送中の貨物のダメージ等はすべて輸送会社の責任となる。よって、輸送会社は物流コスト軽減の他に、貨物の損傷防止に対しても敏感になると考えられる。

今回の分析において、輸入モデルに貨物の特性が取り込まれたのは、このような理由と考えられる。また、倉庫は輸送会社のネットワーク上重要となるので、一貫輸送と積み替え輸送の選択に影響していると考えられる。

3.3.5 本節のまとめ

本節では、輸出入コンテナ貨物の陸上輸送における一貫輸送タイプと積み替え輸送タイプの選択について、都道府県単位というマクロ的な分析によって、基本的に重要な要素の検討を行なった。

その結果、輸出の場合と輸入の場合の選択には明らかな相違が見られ、

- ① 輸出の場合は、輸送料金の影響が強い。
- ② 輸入の場合は、輸送料金、貨物の品目特性、倉庫事業所数が影響する。

の2点が確認された。これらの結果から、輸出入コンテナ貨物の陸上輸送には、

その行動主体（荷主や輸送会社）による輸送の経済性に対する意志決定が、反映すると考えられる。2章で述べたように、輸出入コンテナ輸送は、社会・公共性が強い性格を持つ輸送システムである。しかし、本節のこのような結論から明らかなように、一般の物流活動と同様な企業行動も反映する現象と言える。

特に、積み替え輸送が存在することは、輸出入コンテナ貨物の陸上輸送の一部が、一般のトラックによる国内輸送によって分担されていることを示す。これは、積み替え輸送を行う物流施設等において、輸出入コンテナを積載した車両に加えて、一般のトラック等の車両によるトリップも同時に発生することを意味する。また、この積み替え輸送の存在は、内貿貨物流動と外貿貨物流動を厳密には区別できないことを意味し、内貿貨物を対象とした純流動調査等にとっては、大きな課題と考えられる。

3.4 輸出入コンテナの大型化

3.4.1 はじめに

輸出入コンテナ輸送に伴う現象には、空間的な流動や積み替え輸送の発生といった、輸送システムの利用の結果として生じる現象の他に、ハードウェアの変化を考えなければならない。例えば、都市の交通や環境への影響が大きいとされる、輸出入コンテナのサイズは(2.3節参照)、当初、シーランドによって導入された35ftコンテナが衰退し、現在は、20ftコンテナと40ftコンテナが全世界で主流となっている。さらに、近年では、40ftコンテナの利用が増加している(図2-3参照)。

このように、輸出入コンテナ輸送は、社会のニーズや国際情勢の変化によって、ハードウェアそのものも影響を受けると考えられる。特に、上述した輸出入コンテナサイズの大型化は、輸送車両の大型化を意味するので、都市や交通という観点では、無視することのできない現象である³⁻²³⁾。そこで、本節では、輸出入コンテナの大型化に影響を及ぼす要因についての考察を行う³⁻²⁴⁾。

3.4.2 輸出入コンテナの大型化の現状

(1) 輸出入コンテナの大型化の指標

国内に流通する輸出入コンテナの主流は、ISO規格の国際大型コンテナであり、長さ20ftと40ftのコンテナが主に利用されている(2.3.1項参照)。

そこで、本節では、コンテナの大型化への指標として、以下に示す40ftコンテナの比率を考え、この比率の増加をコンテナ大型化の目安とする。

$$40\text{ftコンテナの比率} = \frac{40\text{ftコンテナ個数}}{20\text{ftコンテナ個数} + 40\text{ftコンテナ個数}} \quad \dots (3-5)$$

(2) 輸出入コンテナの大型化の傾向

式(3-5)を用いて、最近の数年間において日本の港湾で取り扱われた、輸出入コンテナにおける40ftコンテナの比率を調べると、図3-19となる。これを見ると、港湾別、輸出入別にその傾向は異なっているものの、国内全体としては、輸出入コンテナの大型化が進行していることを確認できる。

これは、日本が保有するコンテナ(国内登録コンテナ)において、40ftコンテナが増加している事実(図2-3参照)とも一致する。

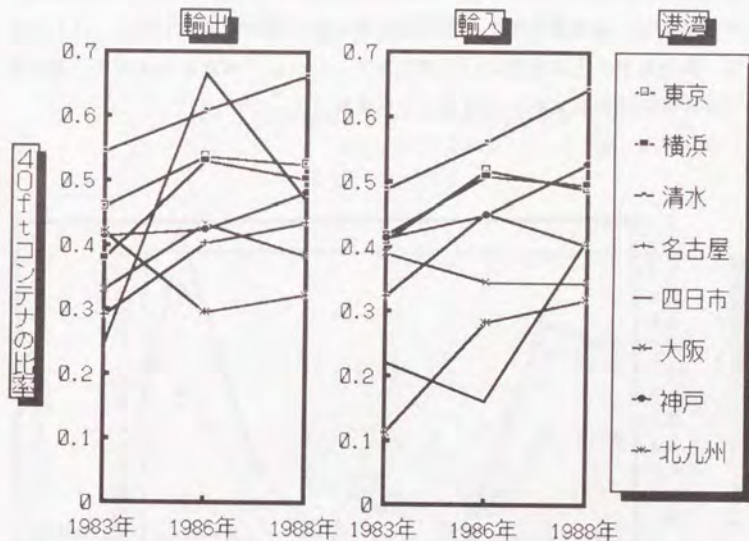


図3-19 輸出入コンテナの大型化の現状
1983, 1986, 1988年実績値³⁻⁷⁾より作成
2日間の港湾別集計

3.4.3 輸出入コンテナ貨物の質的变化

輸出入コンテナの大型化の影響要素としては、まず第一に貨物の質的な変化を考える必要がある。しかし、それらの変化は、構成圏や背後圏における地域経済の状態や輸出入の別によって、相違していると考えられる。

そこで、以下の3つの基本的な要素について、港湾別、輸出入別及び経年的な傾向を検討する。

(1) 総貨物量の増加

港湾別に、輸出入コンテナ貨物の総取扱量を調べると、図3-20となる。これを見ると、各港湾ともに、特に輸入貨物量の増加が顕著である。これに対して、輸出貨物は比較的横ばい状態にある。しかし、東京港では若干、名古屋港では大幅に増加している(図3-20参照)。

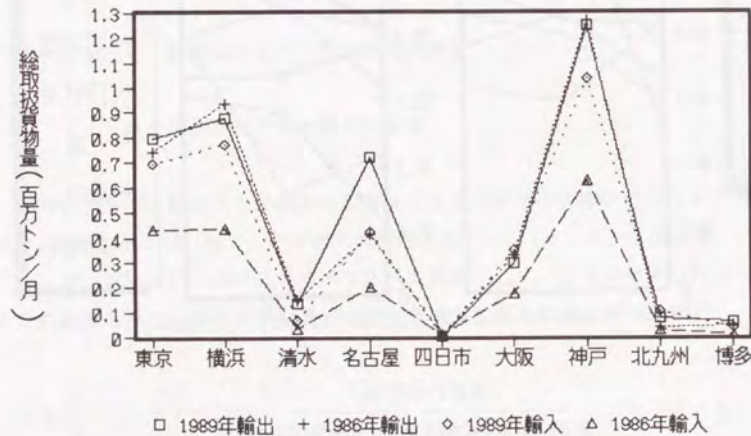


図3-20 最近の輸出入コンテナ貨物量
1986,1989年実績値³⁻²⁾より作成、1ヶ月集計

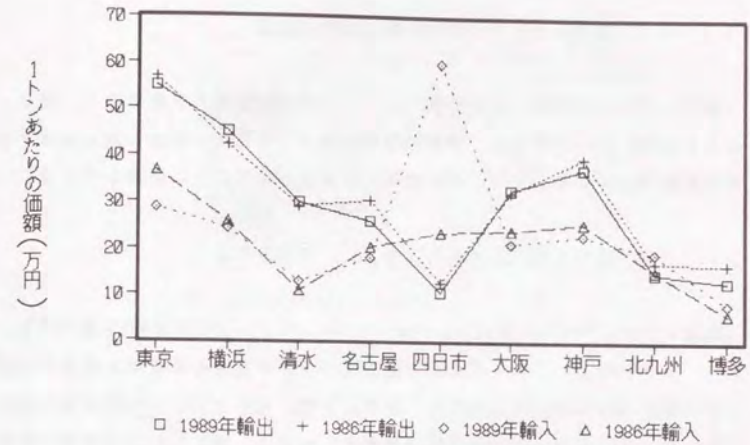


図3-21 輸出入コンテナ貨物の単価額 (万円/トン)
1986,1989年実績値³⁻²⁾より作成、1ヶ月集計

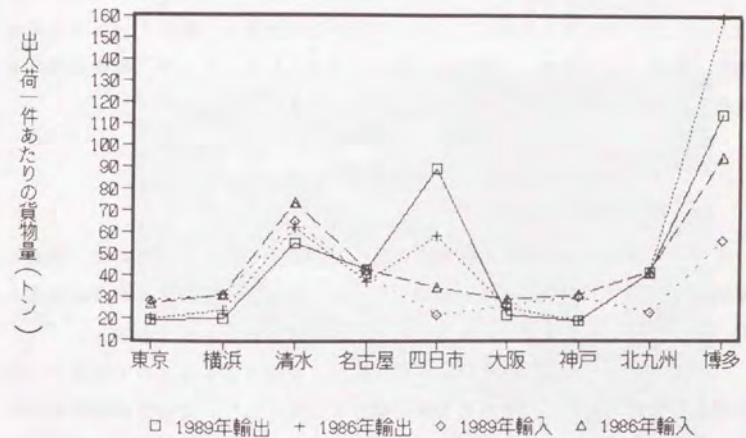


図3-22 輸出入コンテナ貨物の単位出入荷量 (トン/件)
1986,1989年実績値³⁻²⁾より作成、1ヶ月集計

(2) 輸出入コンテナ貨物の単位価額の相違

輸出入コンテナ貨物の単位価額(1トンあたりの価額)を調べると、図3-21となる。これを見ると、貨物の単位価額は、港湾別、輸出入別によってそれぞれ異なっている。また、その経年的な変化も港湾ごとに相違している。

(3) 輸出入コンテナ貨物の単位出入荷量の相違

輸出入コンテナ貨物の単位出入荷量(出入荷1件あたりの貨物量)を調べると、図3-22となる。これを見ると、輸出入コンテナ貨物の単位出入荷量は港湾ごとに異なっており、特に、東京、横浜、大阪、神戸といった大都市圏の港湾において、その値が小さくなる傾向がある。しかし、輸出入による相違は明確ではなく、経年的変化も各港湾に依存している。

3.4.4 輸出入コンテナの大型化の要因

以上のように、輸出入コンテナ貨物には質的な相違が存在し、経年的にも変化が生じていると考えられる。このような相違や変化が、輸出入コンテナの大型化(図3-19参照)に関連していると考えられる。そこで、両者の関係を明確に判断するために、統計的要因分析を行なった。

(1) 40ftコンテナの比率における変動要素

まず、40ftコンテナの比率における変動要素を検討するために、港湾と輸出入を因子とした分散分析を適用した。その結果、港湾による相違は有意となったが、輸出入による相違は認められなかった(表3-11参照)。

これより、コンテナの大型化は、単に輸出入の相違によるものではなく、各港湾の背後圏における産業特性や経済構造を背景とした、貨物の状態に依存すると考えられる。

表3-11 港湾と輸出入の相違による経年変動の分散分析結果
1983,1986,1988年の40ftコンテナの比率

	平方和	自由度	不偏分散	分散比 (5%F値)
全変動	0.6772	47		
港湾の相違による変動	0.3535	7	0.0505	6.680* (2.313)
輸出・輸入による変動	0.02454	1	0.02454	3.246 (4.149)
交互作用による変動	0.05733	7	0.00819	1.083 (2.313)
残差	0.2418	32	0.00756	

(港湾別,輸出入別,37年実績値による487⁹-⁹、*:5%有意)

表3-12 貨物の質的变化とコンテナの大型化に関する正準相関分析結果
1989年と1986年を比較分析

		変数群	変数1(1989年)	変数2(1986年)
パラメータ	目的変数(Y)	40ftコンテナの比率*	-3.065	8.581
	説明変数(X)	貨物1トあたりの価額	-0.04349	0.08197
		出入荷1件あたりの貨物量	0.04608	-0.01052
		総貨物量	-5.430×10 ⁻⁷	6.699×10 ⁻⁷
正準相関係数=0.919				
正準変量: Y=0.340+0.919X (寄与率=0.845)				
目的変数群: 港湾別輸出入別2変数367 ⁹ - ⁹				
説明変数群: 港湾別輸出入別6変数1087 ⁹ - ⁹				
推定パラメータは規準化値				
*:40ftコンテナの比率は1989年実績値がないため,1988年実績値を代用した。				



写真3-1 米国に流通する超大型コンテナ(48ft,53ftの例)
1992年11月、嶋野崇文氏(著者の指導学生)撮影

(2) 貨物の質的变化とコンテナの大型化

以上の分析結果に基づいて、輸出入コンテナ貨物の質的变化とコンテナサイズの大型化の関係を判断するために、40ftコンテナの比率を目的変数群、前項の3要素を説明変数群にとった、2時系列変数(1989年, 1986年)による正準相関分析を適用した。その結果、推定されたパラメータは、表3-12に示すとおりである。この分析では、正準相関係数及び寄与率は、双方ともに良好であり、推定されたパラメータは妥当なものと考えられる。

ここで、1986年から1989年にかけてコンテナサイズ(目的変数)が大型化したと仮定したとき、正準変数の関係式に従う説明変数の変化を考えると、次のような状況を考えることができる(表3-12参照)。

まず、貨物1トンあたりの価額が上昇し、総貨物量が増加するほど、40ftコンテナの比率が高まる。さらに、出入荷1件あたりの貨物量が減少するほど、40ftコンテナの比率が高まると考えられる。これは、経済活動に伴う貨物需要が増加すると同時に、貨物が高付加価値化し多頻度小量化するほど、コンテナが大型化することを意味する。これは、2.3節に示した事実と一致する。

3.4.5 本節のまとめ

本節における分析の結果、輸出入コンテナの大型化の要因には、世界的な経済の進展に伴う貿易貨物需要の増大に加えて、近年の国内における物流構造変化の方向性(多品種小量化、高付加価値化)との関連性が示された。これに基づけば、輸出入コンテナの大型化は、社会的ニーズの反映であり避けがたい。

例えば、2章の分析では、40ftコンテナのシェアが年々増加していることを指摘している(図2-3参照)。さらに、欧米においては、日本ではまだ認可されていない45ft, 48ft, 53ft, 60ftコンテナといった、超大型のコンテナが流通し始めている(写真3-1参照)。

したがって、輸出入コンテナ輸送に伴う道路交通量を検討する場合には、このようなコンテナサイズ別需要の変化を、把握することが必要と考えられる。

3.5 本章のまとめ

本章は、輸出入コンテナ輸送を都市における交通現象として分析し、その特性についての検討を行った。各節における分析結果を総合すると、次のような重要な点が明らかになった。

- ① 輸出入コンテナの輸送は、港湾からの距離抵抗が大きい現象である。
- ② 輸出入コンテナの輸送に対する各港湾の背後圏は、独立性が強い。
- ③ 輸出入コンテナ貨物の生産・消費地域と、輸出入コンテナ輸送の分布する地域は、必ずしも一致しない(積み替え輸送が存在する)。
- ④ 輸出入コンテナ貨物の積み替え作業は、倉庫等の物流施設で行われている。
- ⑤ 積み替え場所は、港湾から比較的近い地域に立地する傾向がある。
- ⑥ 経済活動の発展にともない輸出入コンテナのサイズは大型化する傾向がある。
- ⑦ 輸出入コンテナのサイズの大型化は、世界的な傾向となっているが、国内の物流構造の変化にも対応する。

これらの中で、積み替え輸送の存在(③, ④, ⑤)は、特に注意を要する。積み替え拠点が存在すれば、その周辺には、コンテナ車による交通量に加えて、積み替え輸送のための一般車両による交通量も同時に発生することになる(図3-11参照)。したがって、過密化した都市内に積み替え拠点が立地すれば、周辺の交通や環境に影響を及ぼすことは十分に考えられる。

さて、本章の分析は、すべて都道府県単位もしくは港湾単位のマクロな検討であった。しかし、これらの特性は、2章において示唆された、輸出入コンテナ輸送が港湾周辺の交通や環境に影響を与えるという可能性を、裏付ける結果となった。このようなマクロな特性は、短期的には変化が少ないと考えられるので、輸出入コンテナ輸送に対する都市サイド面からの対策の有無は、今後の港湾周辺における交通や環境問題には、大きな意味を持つと考えられる。

3章の参考文献

- 3-1) 渡辺、苦瀬、「海上輸出入コンテナ貨物の国内流動分布に関する研究」、土木学会、土木計画学研究・講演集No11、p141～p148、1988年
- 3-2) 運輸省港湾局、「全国輸出入コンテナ貨物流動調査」、1986年、1989年
- 3-3) 木村、山口、「ミクロ企業行動に基づく外貿コンテナ貨物需要予測手法に関する研究」、第38回土木学会全国大会年次学術講演概要集IV-69、p137～p138、1983年
- 3-4) 松本、堀川、「輸送在庫費用を考慮したコンテナ貨物の港湾選択モデルについて」、第37回土木学会全国大会年次学術講演概要集IV-3、p3～p4、1982年
- 3-5) 稲村、山田、金子、「港湾貨物の背後圏の合理的設定法に関する統計的研究」、運輸省港湾技術研究所報告、16巻2号、p63～p111、
- 3-6) 三木、今井、「国際海上コンテナの運用計画に関する考察」、日本航海学会論文集第78号、p103～p112、1988年
- 3-7) 日本海上コンテナ協会、「国際大型コンテナ流動実態調査報告書」、1984年、1987年、1989年
- 3-8) 渡辺、山田、苦瀬、「海上輸出入コンテナの陸上輸送の特性に関する研究」、第43回土木学会全国大会年次学術講演概要集、1988年
- 3-9) 渡辺、「外貿コンテナの国内流動に関する考察-I。九州地区の特性について」、日本航海学会論文集第78号、p113～p120、1987年
- 3-10) 渡辺、「外貿コンテナの国内流動に関する考察-II。東日本地区の特性について」、日本航海学会論文集第79号、1988年
- 3-11) 渡辺、「東京湾岸における海上輸出入コンテナ貨物の流動構造に関する考察」、東京商船大学第36回学術講演論文集p17～p20、1988年
- 3-12) 鈴木、「物資輸送の計測と予測」、交通日本社、1969年
- 3-13) 伊吹山、「交通量の予測」、技術書院、1986年
- 3-14) 太田、「交通システム計画」、技術書院、1988年
- 3-15) 通商産業省、「昭和60年工業統計表(市区町村編)」、1987年
- 3-16) (社)日本倉庫協会、「昭和61年会員名簿」、1986年

- 3-17) 渡辺、苦瀬、山田、「輸出入コンテナ貨物の陸上輸送における一貫輸送と積み替え輸送の分担に関する基礎的研究」、土木学会第44回年次学術講演会、1989年
- 3-18) 渡辺、苦瀬、新谷、「輸出入コンテナ貨物の陸上輸送における一貫輸送と積み替え輸送の選択に関する研究」、土木学会、土木計画学研究講演集No12、p473～p480、1989年
- 3-19) 交通日本の社、「貨物運賃と各種料金表」、1985年
- 3-20) (社)日本海上コンテナ協会、「コンテナリゼーション総覧」、成山堂、1978年
- 3-21) 東京大学工学部都市工学科太田研究室、「非集計行動モデルの交通計画への適用に関する研究」、1981年
- 3-22) 浅野、武政、原田、「総合都市交通体系調査における非集計行動モデルの適用性」、建築研究報告、建設省建築研究所、1988年
- 3-23) 渡辺、「都市交通における輸出入コンテナ陸上輸送に関する諸問題」、経済調査会、道路交通経済No.51、p64～p71、1990年4月
- 3-24) 渡辺、「輸出入コンテナの大型化に関する基礎的研究」、土木学会、第46回年次学術講演会、講演概要集p282～p283、1991年

4.1 はじめに

本章は、前章で得られたマクロ的な特性を基礎として、輸出入コンテナ輸送に伴う道路交通需要推計の理論的体系化を考える。前章の現象分析の場合と同様に、この問題も、詳細に分析がなされた研究は報告されていない⁴⁻¹⁾。

さて、一般の物流活動に対する需要予測の理論的体系化としては、現在2つの方向性が示されている⁴⁻²⁾。一つは、地域や産業を特定したネットワークモデルとして記述する方法であり⁴⁻³⁾、これは、Patrick.T.Harker(1986)によって提唱された。彼は、米国内陸における石炭の都市間鉄道輸送を、ネットワーク理論に基づいて、精密にモデル化している。

もう一つは、物流活動における諸要素を多段階にシーケンシャルで連携して行く方法である⁴⁻⁴⁾。これは、1983年にパリで開催された、運輸・交通国際会議(ECTMT)によって提唱されたアプローチである。この会議では、この方法に基づくオランダの分析事例が紹介されている。

一般に、前者の方法は、詳細で精密な予測が可能となるが、膨大な計算量が必要となり、現在のところ限られた対象(品目・モード)への適用以外は実用的でない⁴⁻⁵⁾。そのため、多品目で社会全体の経済活動の変化が影響する、広域的な分析には不向きである。これに対して、後者の方法は、都市や経済活動の要素を取り入れやすく、段階的に推定するのでモデルの構造を理解しやすい。しかし、モデルの数が増えることによって誤差が大きくなるため、詳細でミクロな予測には不向きである⁴⁻⁶⁾。

ところで、輸出入コンテナ輸送によって輸送される品目は、多種多様な製品・加工品である(2章参照)。さらに、輸出入コンテナ輸送の交通特性(3章参照)を考えると、重要となるのは、港湾周辺の大都市臨海部である。

したがって、本論文の観点では、輸出入コンテナ輸送に伴う道路交通需要を、内陸における詳細なネットワークで議論するよりも、むしろ、最終的に港湾に集まってくるコンテナ車の総数で把握することの方が大切である。

このような理由から、本章では、輸出入コンテナ輸送による道路交通需要の

推計方法に、多段階推定法を適用する。

4.2 輸出入コンテナ輸送への道路交通需要予測体系

4.2.1 道路交通需要予測体系とモデルのキャリブレーション

輸出入コンテナ輸送に伴う道路交通需要を、多段階推定⁴⁻³⁾により厳密に行うためには、図4-1に示す8段階の体系を考える必要がある。

しかし、ここで、大都市圏内において独立した背後圏を持つ港湾を対象とし、短期的な予測を前提とするのであれば、これらのすべての段階を詳細にモデル化する必要はない。まず、経済活動の規模は、オイルショック等の劇的な変化を考えなければ、関連する諸変数を外生変数として入力すれば十分である。さらに、独立した背後圏を持つ港湾であれば、その港湾を利用する荷主のほとんどは、港湾選択に対してキャプティブであり、荷主の港湾選択によって短期的に貨物需要や交通量に変動が生じるとは考えにくい。これは、3.2節及び3.3節の分析結果及び、公表されている諸統計の数値(2,3章参照)からも明らかである。また、2章の分析で明らかのように、日本における輸出入コンテナの陸上輸送は、ほぼ完全に道路交通に依存しきっており、当分の間、機関分担モデルを考える余地はないであろう。

以上の観点により、本節では、

- ① 輸出入コンテナ貨物の生産・消費モデル
- ② 輸出入貨物のコンテナ積載量換算係数
- ③ 輸出入コンテナ積載車両のOD交通量分布モデル
- ④ コンテナサイズを選択モデル

の4つについて(図4-1参照)、以後の各節で議論し、実際に各モデルのキャリブレーション(パラメータの推定)を行うことにする。

なお、経路選択・配分の予測は、地域を限定したミクロな交通量の推定に必要となる。この点に関しては、5章において検討する。

さて、本論文は、短期予測を前提とするが、長期予測を前提とした場合には、図4-1におけるすべての段階を考慮する必要がある。この場合、例えば、経

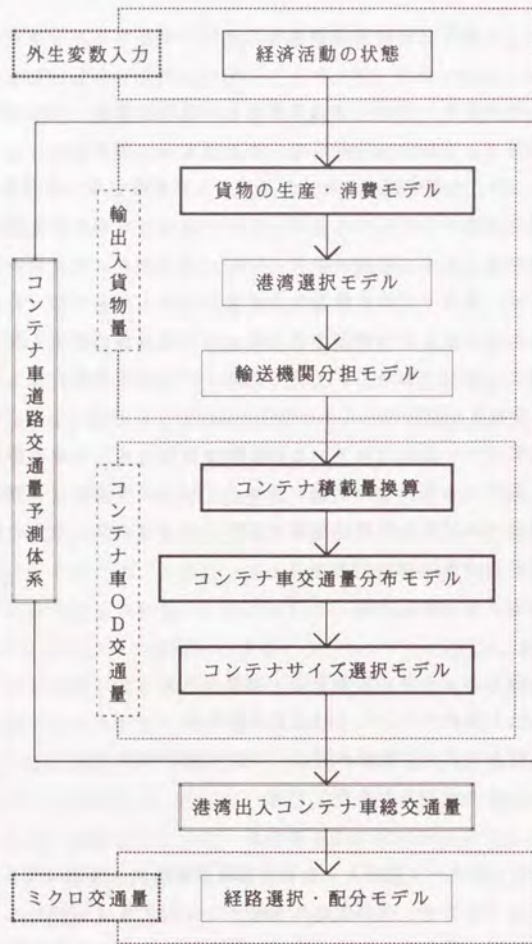


図4-1 輸出入コンテナ輸送への道路交通需要予測体系

済活動の状態や規模の予測には、稲村らの研究⁴⁻⁴⁾が有益な情報を与えるだろう。彼等は、SNA型産業連関分析によって、地域間物資流動に与える経済活動の影響を評価している。また、港湾選択モデルについては、松本・堀川ら⁴⁻⁵⁾の研究が数少ない例である。彼等は、内陸輸送時間分布と配船スケジュールの関係から、荷主による港湾選択問題を議論している。なお、輸出入コンテナ貨物の輸送機関分担モデルについては、研究例が今のところ存在しない。この点に関しては、6章において、輸出入コンテナの鉄道輸送に対する将来的な可能性について、今後の展望として検討する。

以上の諸点の他、長期予測には3.4節で指摘したような、輸出入コンテナ輸送のハードウェアの変化に伴う、交通特性への影響を考える必要がある。本章の需要予測体系は、あくまでも現状の構造を再現するモデルシステムとなっているが、コンテナサイズの規制変更の影響については4.6節にて検討する。

4.2.2 分析データの環境

上述した4つのモデルのキャリブレーションを行うためには、基本的に以下の2つのデータ群が必要となる。

- ① 輸出入コンテナで輸送される貨物の地域別需要統計（貨物データ）
- ② 輸出入コンテナ積載車両によるOD分布交通量統計（コンテナデータ）

これらのデータ群が具備すべき条件としては、輸出入別、品目別、荷主別、OD別、港湾別、コンテナサイズ別等によって分類され、貨物データ（①）とコンテナデータ（②）が連携されて同時に調査されることが望ましい。しかし、輸出入コンテナ輸送は、大小様々な荷主や企業が利用する広域的な輸送活動であるため、貨物とコンテナの双方に対して詳細な分類を行って調査を実施することは困難である。さらに、貨物の流れとコンテナの流れを同時に示すことは、荷主・企業と輸送会社の契約関係を公表することを意味し（企業秘密に抵触）、事実上不可能に近い。

しかし、このような制約があるにも関わらず、輸出入コンテナ輸送に対する

調査は、行政と輸送業界の努力により、全国的なレベルで実施されている。

まず、輸出入コンテナの貨物データ(①)については、運輸省と税関がタイアップして実施した調査データが存在する(巻末付録2参照)。このデータは、調査期間一ヶ月の全数調査で詳細な品目分類がなされているが、貨物流動のODは都道府県・港湾単位で粗いものとなっている。加えて、このデータは、貨物の通関書類に対する調査から得られたので、利用されたコンテナに対する情報が一切含まれていない。ただし、港湾に出入するコンテナの総数と貨物の総量は、この調査(①;巻末付録2参照)とは別に各港湾の港湾局及び税関において、両者の連携したデータが蓄積されている。これらは、運輸省の港湾統計にまとめられるほか、関係諸団体にも公表されている(巻末付録2参照)。

次に、コンテナデータ(②)については、(社)海上コンテナ協会が、輸出入コンテナを内陸輸送する輸送会社(海貨・港運業者等)を対象に実施した、アンケート調査データが存在する(巻末付録2参照)。このデータは、輸送会社単位の非集計データであり、車両のODは市区町村・埠頭単位と細かく、OD間の実走行距離等も詳細に記されている。しかし、このアンケートはサンプル調査であり、実施期間も2日間とわずかであるため、データ総数は実際の母数よりもかなり小規模である。また、またこの調査では、品目分類の情報も示されているが、内容不明サンプルも多く、有効サンプルを非集計単位として分析する場合以外(5.2節参照)は、品目情報の有効利用は期待できない。なお、このデータは、上述した運輸省・税関の調査データとは逆に、貨物そのもののODに対する情報は、皆無である。

以上に述べてきたこれら調査データ群が、国内において輸出入コンテナとその貨物の輸送について分析するための、唯一定量的な情報源である。上述のとおり、個々のデータ群から得られる情報には限界があるが、この2つのデータ群によって、日本における輸出入コンテナ輸送の主要な部分は、現象として正確に把握されていると考えられる。例えば、本研究における2,3章の分析においてもこれらのデータ群を利用し、多くの有益な知識を得るに到った。

したがって、各データ群の相互の情報を組み合わせれば、本章のモデルのキャリブレーションにも十分に適用できると考えられる。

4.2.3 データの適用と各モデル構築への仮説

さて、図4-1に示した4つのモデルのキャリブレーションにおいては、上述したデータの制約から以下に示す3つの問題点が生じる。

- ① 貨物の品目分類は貨物データのみが有効(集計レベル)
- ② ODの単位が貨物とコンテナの間で不整合(別々に調査実施)
- ③ コンテナデータは短期間のサンプル調査結果

このような問題点に対しては、次のような仮説に基づいて各モデルを連携すれば、現実的な予測モデルの体系化が可能と考えられる。

まず、貨物の品目は、貨物量の多少と荷姿(包装形態)に強く影響を及ぼすと考えられる。前項で述べたように、運輸省の調査による貨物データ(巻末付録2参照)は、全数調査で品目分類がなされているので、貨物の生産・消費モデルの分析では、この貨物データをそのまま用いて、品目別モデルを構築することができると考えられる。問題は、荷姿による影響である。品目によって荷姿が異なるのは明らかであり、これは、同じ貨物量であっても品目によって必要となるコンテナの個数(車両台数に対応)が異なることを意味する。現状において、品目別に貨物量とコンテナの個数の関係を示すデータは得られていないので(前項参照)、品目別のコンテナ積載量換算モデルを構築することはできない。しかし、2章の分析で明らかのように、日本の外貿コンテナ港湾は、産業特性の異なる独立した背後圏を持っている。輸出入コンテナ貨物の品目構成が、このような各背後圏の産業特性に強く支配されていることは明らかである。ところで、各背後圏の産業特性は、短期間に大きく変化し得るものではなく、安定していると考えられる(例えば、首都圏や京阪神圏の産業構成等)。したがって、コンテナ積載量換算を港湾別、輸出入別等によってモデル化すれば、品目による影響を内包させた形でキャリブレーションを実施できると考えられる。このようなモデル化が妥当であれば、それ以後のモデルにおいても品目を議論する必要はなくなる(問題点①への対処)。

次に、分析データにおいて、貨物データとコンテナデータのOD単位が異な

る点であるが、幸いなことに後者は、市区町村単位と詳細であり（前項参照）、コンテナ車交通量分布モデル作成においては、このコンテナデータを利用することに支障はないと考えられる。これに対して、貨物の生産と消費モデルは、都道府県単位ODでまとめられた貨物データを利用することになるが、このモデルの目標は、個々のODにおける貨物量ではなく、背後圏全体の総貨物量を得ることである。したがって、背後圏の経済活動の指標となる変数を取り入れて、品目別に精密なモデルを構築すれば、ODが比較的大きな単位であっても妥当な結果を得ることができると考えられる（問題点②への対処）。

最後に、コンテナデータが短期間におけるサンプルデータである点については（前項参照）、このデータを分析に利用することになる、コンテナ車の交通量分布モデルのキャリブレーションにおいて、2つの注意を要すると考えられる。

まず一つは、調査期間中に観測されなかった潜在的なデータの存在である。物流活動の場合、コンテナの発送や貨物の出荷は、パーソントリップのように毎日規則正しく生じる保障はない。したがって、モデルに適用する手法には、観測値には表われないが潜在的な可能性を仮定するような理論の適用が必要である。そこで、本章では、このようなサンプルにバイアスがかかった状態の分析に有効な、トビットモデルを適用して対処する（4.5節参照）。

もう一つは、サンプルデータに対するキャリブレーションであるために、構築されたモデルの推定値はそのまま母数に対する推定値として用いることはできない点である。ところで、コンテナ車のOD分布交通は、貨物需要に対する派生需要と考えられる。したがって、母数に対する推定値が得られなくても、OD分布交通量の空間的構造が把握できれば、あらかじめ予測された貨物需要に対するコンテナ総数を、その構造にしたがって各ODへ振り分けることができる。以上のように、本章で構築するコンテナ車の交通量分布モデルは、単体で実数量の予測をするには問題があるが、上位モデルからの出力を各ODに分配するためには十分に活用できると考えられる。

以上のような仮説に基づいて、本章では前項で述べたデータを用いたキャリブレーションによって、輸出入コンテナ輸送への道路交通需要予測に必要な各モデルを構築する。なお、作成された各モデルを連携して、諸推定量を算出する手順の詳細については、4.7節で述べる。

4.3 輸出入コンテナ貨物の国内需要の把握

4.3.1 はじめに

輸出入コンテナ貨物の国内需要（生産と消費）は、各地域における産業・経済の構造に依存する、複雑なメカニズムを持つと考えられる（2.2節参照）。さらに、貨物需要には、①貨物の価額と②貨物量という2面性があり、両者の関係は、地域によって異なっていると考えられる。例えば、物価や賃金・運賃などは、独立した経済圏ごとに異なるのが一般的である。したがって、大都市圏ごとに港湾の背後圏が形成されている日本においては（3.2節参照）、輸出入貨物の生産と消費も、背後圏の経済状態により影響を受けると考えられる。

このような理由から、輸出入コンテナ貨物の生産と消費における経済性は、港湾の背後圏ごとに異なっていると考えられる。つまり、貨物量と価額の関係や、他産業の規模や構成による間接的な影響は、背後圏ごとに同質ではないと考えるべきである。したがって、貨物需要のモデル化においては、その発生要因となる外生的な変数（諸産業のアウトプット）が既値であったとしても、あらかじめモデルの構造に対する仮説や、その関数形を合理的に仮定することは困難と考えられる。

このような問題に対しては、米国を中心に産業構造の経済分析の分野で、トランスログ関数及びヘドニック関数が効果をあげている。これらの手法を用いる研究は、計量経済学において新古典集計学派と呼ばれ、複雑なメカニズムを持つ産業間の経済的連鎖構造の検証や、その影響を評価することを目的としている。そこで、本節では、これらの理論により輸出入コンテナ貨物の生産・消費モデルを構築するとともに、物流分析における、新古典集計学派理論の有効性も検証することにする⁴⁾。

4.3.2 輸出入コンテナ貨物輸送への計量経済学的アプローチ

(1) 産業構造分析モデルの適用

(a) 輸出入コンテナ貨物の需要特性

輸出入貨物のコンテナ輸送は、日本においては昭和42年以前には存在していなかった。それが、現在では、欧米との製品・加工品系輸出入貨物のほとんどがコンテナ輸送されるようになった。また、オイルショック以降、国内貨物量は“GNPと貨物量の乖離現象”が生じて伸び悩んだが、輸出入コンテナ貨物量はオイルショック以降も順調に伸び続けている⁴⁻⁷⁾。最近では、NIES諸国の活躍やグルメブーム等により、特に輸入コンテナ貨物量の伸びが顕著である。このように輸出入コンテナ貨物の需要は、わずか20年余りのうちに急激に変化し、現在も成長し続けている。

輸出入コンテナ貨物の生産と消費は、基本的には国内諸地域における産業・経済活動の規模が基盤となっている。例えば、渡辺の研究⁴⁻⁷⁾によれば、輸出入コンテナ貨物の生産と消費には、国内諸地域におけるGNPや人口との対応が示されている。しかし、渡辺、苦瀬、新谷⁴⁻⁸⁾の研究によれば、輸出入コンテナ貨物の品目特性は地域によってかなり異なっており、それが輸送活動に影響を及ぼしていることも指摘されている。さらに、渡辺、苦瀬⁴⁻⁹⁾の研究では、輸出入コンテナの国内流動分布特性に、地域間の相違が存在することも報告されている。このような事実から、輸出入コンテナ貨物の生産と消費は、地域における産業と経済の構造にも依存していると考えられる。

以上の観点から、輸出入コンテナ貨物の需要特性としては、

- ① コンテナ輸送システムの機能が独自に経済性を発揮して動的に変化している。
- ② 貨物の生産・消費地域における産業と経済の構造(質的な要素)が密接に関与している。

の2点が重要と考えられる。

よって、輸出入コンテナ貨物需要のモデル化には、これらの特性を反映できることが、前提条件となる。

(b) モデルの関数形

輸出入コンテナ貨物の生産と消費は、産業・経済がベースの活動であり、そのモデル化に必要な変数は、経済的諸変量の中から選ぶことができる⁴⁻⁸⁾。しかし、上述した①の理由から、輸出入コンテナ貨物の需要は、動的な状態にある社会現象であり、あらかじめ適用するモデルの関数形を仮定することは困難である。例えば、盲目的に線形関数を仮定することが成り立つ保証はなにもない。

このような問題に対して米国では、産業構造分析の分野において積極的な試みがなされている。例えば、輸送産業への規制緩和に伴う経済的影響を予測する場合、産業構造の変化を前提とするため、モデルの関数形をあらかじめ仮定できない。そこで、関連する変数のみを定めて関数形は未知のまま分析する方法の適用がなされている。これはトランスログ関数と呼ばれており、Christensenら⁴⁻¹⁰⁾(1973)により提案された。それ以後、多くの研究でその有効性が実証されている。例えば、Spadyら⁴⁻¹¹⁾(1978)の研究では、規制下におけるトラック輸送産業の経済性分析に用いており、また、Daughetyら⁴⁻¹²⁾(1984)の例では、自動車輸送産業界のコストと生産の構造に関する経済性分析に適用している。その他、トランスログ関数の適用例は多数にのぼっている。

そこで、本論文においてもモデルの関数形の表現に、トランスログ関数の適用を考えることにする。

(c) 産業構造の経済的連続性

上述した②の理由から、例えば、同じ物理的貨物量(トン数等)を生産・消費する地域があったとしても、各地域の産業構造が異なれば、それぞれの地域における貨物の生産・消費にかかわる経済性は同質ではない。

このような問題点の解決を初めて試みたのが、Friedlaenderら⁴⁻¹³⁾(1978)の研究である。彼等は、トラック輸送産業の経済性評価において、過去から盲目的に用いられてきたトンマイル数が、各企業の持つ輸送技術の相違により、同質ではないことに注目した。そこで、個々の輸送技術を一つの関数で連続的

に取り扱うとともに、トンマイル数による同次関数を導いて、トラック輸送産業の本質的な生産性を示すことに成功している。このような概念はヘドニック関数と呼ばれ、それ以後も様々な研究により、その有効性が確認されている。例えば、Chiangら⁴⁻¹³⁾(1984)の研究では、ヘドニック関数の考え方をネットワーク問題へ応用している。

以上により、本論文では、産業構造の経済的連続性(章末補注4-①参照)に対して、ヘドニック関数の適用を考える。

(2) トランスログ関数

(a) トランスログ関数の概念

将来の構造変化等を予測する場合には、あらかじめモデルの関数形を仮定することが困難な場合が多い。そこで、このような問題に対して、米国を中心に広く普及しているのがトランスログ関数である。この方法は、関連する変数のみを定めてその関数形は仮定せず、テイラー展開の2次近似までを用いるというものである。近似という形で表現することになるが、実績値から未知のモデルのパラメータが得られるという点で、実用性が高い。また、2次形式となる部分のパラメータから、現象の構造に対するより現実に近い解釈が可能となる。

(b) トランスログ関数の導出

例として2変数の場合を考える。ある目的変数Yに対して

$$Y = f(\phi_i, \omega_s) \quad \dots (4-1)$$

Y: 目的変数

f: 未知関数

ϕ_i, ω_s : 説明変数

i: ϕ の観測数(i=1, ..., n)

s: ω の観測数(s=1, ..., m)

を考える。ここで、未知関数fを ϕ_i, ω_s によるベクトル関数として、定数 a_i と b_s の近傍でテイラー展開し、2次近似まで求めると、

$$\begin{aligned} f(\phi_i, \omega_s) &= f(a, b) \\ &+ \sum_i^n \frac{\partial f}{\partial \phi_i} (\phi_i - a_i) + \sum_s^m \frac{\partial f}{\partial \omega_s} (\omega_s - b_s) \\ &+ 1/2 \sum_i^n \sum_j^n \frac{\partial^2 f}{\partial \phi_i \partial \phi_j} (\phi_i - a_i)(\phi_j - a_j) \\ &+ 1/2 \sum_s^m \sum_t^m \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_s \partial \omega_t} (\omega_s - b_s)(\omega_t - b_t) \\ &+ \sum_i^n \sum_s^m \frac{\partial^2 f}{\partial \phi_i \partial \omega_s} (\phi_i - a_i)(\omega_s - b_s) \quad \dots (4-2) \end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= f(a, b), & \alpha_i &= \frac{\partial f}{\partial \phi_i}, \\ \beta_s &= \frac{\partial f}{\partial \omega_s}, & A_{ij} &= 1/2 \frac{\partial^2 f}{\partial \phi_i \partial \phi_j}, \\ B_{st} &= 1/2 \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_s \partial \omega_t}, & C_{is} &= \frac{\partial^2 f}{\partial \phi_i \partial \omega_s} \end{aligned}$$

と置けば、式(4-2)は

$$\begin{aligned} f(\phi_i, \omega_s) &= \alpha_0 + \sum_i^n \alpha_i (\phi_i - a_i) + \sum_s^m \beta_s (\omega_s - b_s) \\ &+ \sum_i^n \sum_j^n A_{ij} (\phi_i - a_i)(\phi_j - a_j) \\ &+ \sum_s^m \sum_t^m B_{st} (\omega_s - b_s)(\omega_t - b_t) \end{aligned}$$

$$+\sum_{i=1}^n \sum_{s=1}^m C_{is}(\phi_i - a_s)(\omega_s - b_s) \quad \dots (4-3)$$

という形に表記できる。また、ここで関数 f を対数化し、説明変数を指数表記すると

$$\begin{aligned} \ln f(\phi, \omega) &= \ln f(e^{\ln \phi}, e^{\ln \omega}) \\ &= g(\ln \phi, \ln \omega) \end{aligned}$$

となる。よって、関数 f に対応する、説明変数を $\ln \phi, \ln \omega$ とした新たな関数 g を考えることができる。

これより、関数 g に式 (4-3) と同様な展開を考え、さらに、 ϕ と ω の平均 ($\bar{\phi}$ と $\bar{\omega}$) の近傍で議論を行うとすれば、最終的に

$$\begin{aligned} \ln f(\phi_i, \omega_s) &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i (\ln \phi_i - \ln \bar{\phi}_i) + \sum_{s=1}^m \beta_s (\ln \omega_s - \ln \bar{\omega}_s) \\ &\quad + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n A_{ij} (\ln \phi_i - \ln \bar{\phi}_i) (\ln \phi_j - \ln \bar{\phi}_j) \\ &\quad + \sum_{s=1}^m \sum_{t=1}^m B_{st} (\ln \omega_s - \ln \bar{\omega}_s) (\ln \omega_t - \ln \bar{\omega}_t) \\ &\quad + \sum_{i=1}^n \sum_{s=1}^m C_{is} (\ln \phi_i - \ln \bar{\phi}_i) (\ln \omega_s - \ln \bar{\omega}_s) \quad \dots (4-4) \end{aligned}$$

を得る。これがトランスログ関数である。説明変数が3変数以上の場合も、上記と同様な展開により導出することができる。

米国においては、この式にコスト関数を適用して、各種輸送産業の構造や経済性を分析した事例が数多く報告されている。トランスログ関数は、2次形式となっている部分〔式 (4-4) における第4項以下〕を省略すると、それはちょうど古典的なコブダグラス型のコスト関数と同形となる⁴⁻¹²。コスト関

数にトランスログ関数が適用されるもう一つの利点はこのような理由による。

(3) ヘドニック関数

(a) ヘドニック関数の概念

貨物輸送分析に用いられる実績値の中には、盲目的に集計されたデータの場合、その数値が同じでも個々の主体においてはその実態が異なる場合（例えば、トラック輸送会社のトンキロ）や、非集計に集められたデータにおいても、その非集計単位が理論的裏付けのないもの（例えば、過去の慣例に基づく品目分類）などが存在する。

そこで、このような分析データに存在する矛盾や限界を、より現実即した形に表現しようとするのがヘドニック関数の概念である。この考え方は、集計と非集計の中間的な立場であり、離散的に観測されるデータを用いて連続的である現実を表現する場合に適している。

(b) ヘドニック関数の導出

ヘドニック関数は、米国M.I.T.におけるFriedlaenderを中心とする研究グループ^{4-11, 13}により考案された。彼等は、トラック輸送産業の経済分析におけるコスト関数に、ヘドニック関数を適用している。彼等の研究を例に、ヘドニック関数を説明すると以下のようになる。

米国におけるトラック輸送産業の出力としては、伝統的にトンマイル数が用いられてきた。しかし、同じトンマイル数を示す輸送会社においても、取扱品目、車両のサイズ、労働力、資本規模等などが個々の企業ごとに異なっている。したがって、その経済性も同じとは限らない。このように個々の輸送企業の経済性は、トンマイルといった物理的な出力のみならず、保持する輸送技術の質的な要素をともに評価する必要が生じる。

そこで、輸送企業の本質的な出力は、物理的出力と輸送技術の質的な要素の双方によって連続的に表現されると仮定すれば、

$$Q = \psi(y, q) \quad \dots (4-5)$$

と表現できる。ただし、上式において、

- Q : 輸送企業の本質的な出力
- ψ : 関数
- y : 輸送企業の物理的な出力
- q : 輸送技術の質的な要素

である。ここで、y が同じで q がそれぞれ異なるような場合を考えると、Q は y を定数とした変数 q で説明される。さらに、 ψ が y の k 次同次関数と仮定できれば（章末補注 4-②参照）、式（4-5）は、

$$Q = y^k \phi(q_1, \dots, q_r) \quad \dots (4-6)$$

r : q の要素数

となる。上式において、特に $\phi(q_1, \dots, q_r)$ をヘドニック関数と呼んでいる。ここで $\phi(q_1, \dots, q_r) = 1$ とすれば、それは、輸送企業の本質的な出力を輸送企業の物理的出力のみで表わすことを意味する。したがって、この $\phi(q_1, \dots, q_r)$ の存在を議論することがヘドニック関数の基本的な考え方である。

一般に、 $\phi(q_1, \dots, q_r)$ の関数形は未知であるので前述したトランスログ関数を用いて表現する。ここで、式（4-6）の両辺を対数化すると、

$$\ln Q = k \ln y + \ln \phi(q_1, \dots, q_r) \quad \dots (4-7)$$

となる。上式第 2 項に式（4-4）と同様な展開を適用して実際の分析に用いている。以上がヘドニック関数の概念である。

Friedlaender^{4-11, 13)} の例では、ヘドニック関数は輸送技術の連続性を表わすものとして用いられているが、このような考え方は、その他多くの社会現象に適用が可能と考えられる。

4. 3. 3 輸出入コンテナ貨物の生産・消費モデル

(1) モデル化における条件

本節が、最終的に目標とするものは、港湾周辺の道路交通量に影響を及ぼす結果となる、物理的な輸出入コンテナ貨物量である。しかし、輸出入コンテナ貨物量の生産・消費活動のモデル化には、以下のような条件が存在する（4. 3. 2 項参照）。

- ① 計量経済学的にアプローチすること
- ② モデルの未知な関数形を定式化すること
- ③ 産業構造の経済的連続性を反映すること

よって、本論文においては、このような条件を考慮するために、次に示す 2 段階のモデル化による推定を行うことにする。

(2) モデルの定式化

(a) 産業品目別貨物価額モデル

上述した条件①から、まず、目的変数、説明変数の双方を価額ベースとした、産業品目別貨物価額モデルを作成する。ある地域において

$$q_i = f(p^1_i, \dots, p^l_i, \dots, p^m_i) \quad \dots (4-8)$$

q_i : 産業品目別貨物の生産・消費価額

i : 各品目 (i = 1, ..., n)

p^l_i : 輸出入コンテナ貨物の生産・消費にかかわる経済的諸変数
(価額^l-ス)

l : 各変数 (l = 1, ..., m)

とおく。ただし、各 p の観測数は 1 とする。次に条件②から、関数 f をトランスログ関数で表現する。この場合、もし 2 次形式の項を考えなければ、古典的なコブダグラス型の生産関数に一致する。

(b) 価額貨物量変換モデル

式 (4-8) により推定された貨物価額を、物理的な貨物量に変換するとともに、条件③をヘドニック関数により表現する。ここで、ある地域における品目 i の物理的貨物量は、その産業の活動 (直接的要因) と他の産業の状態 (間接的要因) の双方により、連続的に表現されると考えれば、

$$Q_i = \phi(q_1, \dots, q_i, \dots, q_n) \quad \dots (4-9)$$

ここで、 Q_i は品目 i の物理的貨物量である。また、式 (4-9) において異なる地域間で q_i が等しくその他の q がそれぞれ異なっているような場合を考えると、 Q_i は、 q_i を定数とし、その他の q を変数とした関数で説明される。さらに、 ϕ を q_i の k 次同次関数と仮定すると、

$$Q_i = q_i^k \phi(q'_1, \dots, q'_i, \dots, q'_n) \quad \dots (4-10)$$

$$q'_j = q_j / q_i$$

となる。上式の両辺を対数化すれば、

$$\ln Q_i = k \ln q_i + \ln \phi(q'_1, \dots, q'_i, \dots, q'_n) \quad \dots (4-11)$$

となる。よって、関数 ϕ にはトランスログ関数の適用が可能となる。

ここで、式 (4-10) における ϕ の値には、当該品目の需要に対する他品目の需要の影響が示され、 k の値には、貨物の価額と物理的貨物量の経済的特性 (弾力性) が示されることになる。

4.3.4 パラメータの推定

(1) 適用データと推定方法

分析には昭和 61 年実績値⁴⁻¹⁴⁾を用い、分析単位として地域別港湾別産業品目別サンプルを考える (表 4-1 参照)。また、輸出入コンテナ貨物の生産と

表 4-1 適用データ

		輸出貨物生産モデル	輸入貨物消費モデル
目的変数	貨物量	輸出貨物量(単位:トン)	輸入貨物量(単位:トン)
	価額	輸出貨物価額(単位:百万円)	輸入貨物価額(単位:百万円)
説明	貨物の生産・消費に係わる基本的要因	都道府県別産業品目別工業製品出荷付加価値額 ⁴⁻¹⁵⁾ (単位:百万円)	都道府県別産業品目別卸売業販売額 ⁴⁻¹⁶⁾ (単位:百万円)
	変数	利便性の正要因	利用港湾の規模 ⁴⁻¹⁴⁾ (品目別総取扱貨物価額, 単位:百万円)
		負要因	利用港湾への輸送費用 ^{4-17, 18)} (40ftコンテナ運賃, 単位:百万円)
分析単位	O 地域	47 都道府県	
	D 港湾	東京, 横浜, 清水, 名古屋, 四日市, 大阪, 神戸, 北九州, 博多港	
産業品目	輸出	① 食料品 ② 繊維及び同製品 ③ 化学製品 ④ 非金属鉱物製品 ⑤ 金属及び同製品 ⑥ 機械機器 ⑦ その他	① 食料品 ② 原料品 ③ 化学製品 ④ 鉱物性燃料 ⑤ 機械機器 ⑥ その他
	輸入	6 品目	6 品目
総サンプル		2961	2538

消費に係わる基本的要因として、工業製品出荷付加価値額⁴⁻¹⁵⁾(輸出)と卸売業販売額⁴⁻¹⁶⁾(輸入)を考え、さらに、貨物輸送の利便性を考慮して、利用する港湾の規模及びその港湾までの輸送費用も変数とした⁴⁻¹⁷⁾(表4-1参照)。

パラメータの推定には、ヘドニック関数の有意性を尤度比検定により確認する目的から、最尤推定法⁴⁻¹⁸⁾を適用した。分析は、まず、変数間の相関分析により相互に相関の低い変数を選んでパラメータの推定を行ない、t値の有意性及び係数の大きさから変数を絞って推定を繰り返し、最終的に有意なモデルを導いた。

(2) 推定結果

(a) 産業品目別貨物価額モデルの推定パラメータ

式(4-8)にトランスログ関数を適用した、産業品目別価額モデルの推定パラメータを表4-2に示す。分析の結果、ほとんどのモデルにおいて、2次形式となっている変数(2次項の変数)の有意性が確認された。また、各モデルの2次項の変数の組み合わせはそれぞれ異なっており、産業間の経済構造の違いがトランスログ関数により効果的に表現されていると考えられる。

さて、表4-2における2次項の変数の中では、工業製品出荷付加価値額及び卸売業販売額自身による組み合わせ($\alpha \times \alpha$)の符号が負であり、また、港湾の規模と輸送費用の組み合わせ($\beta \times \gamma$)の符号は輸出と輸入で異なっている。これは、次のように解釈することができる。まず、地域における工業製品出荷付加価値額や卸売業販売額は、国内貨物需要にも対応している。これらは、輸出入コンテナ貨物の生産と消費にとってはマイナスな要因であり、 $\alpha \times \alpha$ はこれに対応する要素と考えられる。また、輸出貨物は一般に製品を主体とした高付加価値品であり⁴⁻¹⁹⁾、比較的輸送の運賃負担力が高い。したがって、輸送サービスの行き届いた大規模な港湾の周辺では、輸送費用の影響は輸出と輸入で異なると考えられる。

表4-2 産業品目別貨物価格モデルの推定パラメータ

輸出貨物生産価額モデル				輸入貨物消費価額モデル				
説明変数	推定パラメータ	t値	説明変数	推定パラメータ	t値	説明変数	推定パラメータ	t値
① 1次項 変数名	工業製品出荷付加価値額(α)	0.36221	1.7362	① 1次項 変数名	卸売業販売額(α)	0.36034	2.6291**	
2次項 変数名	港湾の規模(β)	0.93320	6.8615**	2次項 変数名	港湾の規模(β)	0.64370	10.6823**	
2次項 変数組	輸送費用(γ)	-1.28686	-4.6477**	2次項 変数組	輸送費用(γ)	-1.82846	-6.1706**	
2次項 変数組	$\alpha \times \beta$	0.37125	2.3878*	2次項 変数組	$\alpha \times \gamma$	-0.77365	-3.1793**	
定数項		4.37920	26.9043**	定数項		5.69176	38.0305**	
② 1次項 変数名	工業製品出荷付加価値額(α)	0.84736	3.6088**	② 1次項 変数名	卸売業販売額(α)	0.28683	2.3121*	
2次項 変数名	港湾の規模(β)	0.78999	7.9377**	2次項 変数名	港湾の規模(β)	0.84011	7.7584**	
2次項 変数組	輸送費用(γ)	-0.99158	-2.9498**	2次項 変数組	輸送費用(γ)	-2.24277	-8.8032**	
2次項 変数組	$\alpha \times \beta$	0.19923	1.7248	2次項 変数組	$\alpha \times \gamma$	-0.43105	-2.0377*	
定数項		5.83482	30.4668**	定数項		5.83345	39.0344**	
③ 1次項 変数名	工業製品出荷付加価値額(α)	-	-	③ 1次項 変数名	卸売業販売額(α)	0.46118	3.3935**	
2次項 変数名	港湾の規模(β)	1.16703	9.0609**	2次項 変数名	港湾の規模(β)	-	-	
2次項 変数組	輸送費用(γ)	-1.08082	-3.7963**	2次項 変数組	輸送費用(γ)	-1.53177	-4.5105**	
2次項 変数組	$\alpha \times \alpha$	-0.52961	-6.7307**	2次項 変数組	$\beta \times \gamma$	-0.57263	-2.3221*	
2次項 変数組	$\alpha \times \beta$	0.47660	4.8229**	2次項 変数組	$\beta \times \gamma$	-0.57263	-2.3221*	
2次項 変数組	$\alpha \times \gamma$	-1.16123	-4.1082**	2次項 変数組	$\beta \times \gamma$	-0.57263	-2.3221*	
2次項 変数組	$\beta \times \gamma$	0.21021	1.6585	2次項 変数組	$\beta \times \gamma$	-0.57263	-2.3221*	
定数項		6.29586	37.6627**	定数項		1.98068	8.7107**	
④ 1次項 変数名	工業製品出荷付加価値額(α)	1.46257	8.1783**	④ 1次項 変数名	卸売業販売額(α)	0.31151	2.1265*	
2次項 変数名	港湾の規模(β)	0.63669	7.2859**	2次項 変数名	港湾の規模(β)	0.82345	8.1821**	
2次項 変数組	輸送費用(γ)	-1.13993	-4.1485**	2次項 変数組	輸送費用(γ)	-2.36886	-6.0933**	
2次項 変数組	$\alpha \times \beta$	0.44365	3.2112**	2次項 変数組	輸送費用(γ)	-2.36886	-6.0933**	
定数項		4.80558	33.0796**	定数項		5.78901	23.6783**	
⑤ 1次項 変数名	工業製品出荷付加価値額(α)	0.43997	2.9145**	⑤ 1次項 変数名	卸売業販売額(α)	0.28215	1.9750*	
2次項 変数名	港湾の規模(β)	0.65964	6.6757**	2次項 変数名	港湾の規模(β)	0.85827	9.1958**	
2次項 変数組	輸送費用(γ)	-1.41861	-4.5875**	2次項 変数組	輸送費用(γ)	-2.20009	-6.8679**	
2次項 変数組	$\alpha \times \alpha$	-0.46984	-1.7647	2次項 変数組	$\alpha \times \alpha$	-0.13399	-1.7916	
定数項		5.57360	34.2797**	定数項		5.65969	24.7581**	
⑥ 1次項 変数名	工業製品出荷付加価値額(α)	0.34460	2.0443*	⑥ 1次項 変数名	卸売業販売額(α)	0.40446	3.3821**	
2次項 変数名	港湾の規模(β)	1.00002	9.8967**	2次項 変数名	港湾の規模(β)	0.81887	10.9837**	
2次項 変数組	輸送費用(γ)	-1.74609	-5.5185**	2次項 変数組	輸送費用(γ)	-2.13132	-8.6626**	
2次項 変数組	$\alpha \times \alpha$	-0.62965	-4.3344**	2次項 変数組	$\alpha \times \alpha$	-0.10030	-1.8162	
定数項		8.45979	49.3949**	定数項		6.79428	37.7444**	
⑦ 1次項 変数名	工業製品出荷付加価値額(α)	-	-	⑦ 1次項 変数名	卸売業販売額(α)	-	-	
2次項 変数名	港湾の規模(β)	1.11373	6.7044**	2次項 変数名	港湾の規模(β)	1.19090	4.3244**	
2次項 変数組	輸送費用(γ)	-0.62965	-4.3344**	2次項 変数組	輸送費用(γ)	-0.62965	-4.3344**	
2次項 変数組	$\alpha \times \beta$	0.35549	2.7605**	2次項 変数組	$\alpha \times \beta$	0.35549	2.7605**	
2次項 変数組	$\alpha \times \gamma$	-1.36563	-4.8103**	2次項 変数組	$\alpha \times \gamma$	-1.36563	-4.8103**	
2次項 変数組	$\beta \times \gamma$	0.33659	1.8983	2次項 変数組	$\beta \times \gamma$	0.33659	1.8983	
定数項		6.92259	35.2838**	定数項		6.92259	35.2838**	

*: 1%有意, **: 5%有意, 無印: 10%有意

表4-3 価格貨物量変換モデルの推定パラメータ

輸出価額貨物量変換モデル				輸入価額貨物量変換モデル						
説明変数	推定パラメータ	t値		説明変数	推定パラメータ	t値				
① 食料品	ヘドニック	価額次数 (k)	1.34898	40.2288**	① 食料品	ヘドニック	価額次数 (k)	0.98192	11.5652**	
	1次項		-	-		1次項		-	-	
	2次項	機械機器 × 其他	0.30027	4.7469**		2次項	化学製品 × 其他	-0.35260	-2.2100*	
	定数項		-	-		定数項		1.95134	3.9295**	
	R ² =0.564, 対数尤度:-114.655					R ² =0.677, 対数尤度:-84.881				
② 繊維及び同製品	ヘドニック	1次項	化学製品	0.43304	2.6986**	② 原料品	ヘドニック	1次項		
	2次項	機械機器 × 化学製品	0.16910	4.3183**		2次項	化学製品 × 機械機器	-0.28170	-2.6872**	
	3次項	非金属鉱物製品	-0.09793	-1.6776		定数項		1.44199	2.3538*	
	定数項		-	-		R ² =0.625, 対数尤度:-94.434				
	R ² =0.634, 対数尤度:-121.271					価額次数 (k)	0.66567	5.3849**		
③ 化学製品	ヘドニック	1次項			③ 化学製品	ヘドニック	1次項	原料品	0.58462	1.6636
	2次項	非金属鉱物製品 × 機械機器	0.19638	3.3570**		2次項				
	定数項		1.42046	3.9253**		定数項		2.40260	6.1819**	
	R ² =0.776, 対数尤度:-107.331					R ² =0.456, 対数尤度:-53.601				
④ 非金属鉱物製品	ヘドニック	1次項			④ 鉱物性燃料	ヘドニック	1次項			
	2次項	金属及び同製品 × 金属及び同製品	0.14021	2.5719*		2次項	化学製品 × 化学製品	-0.36852	-2.5726*	
	定数項		1.23049	2.7849**		定数項		-	-	
	R ² =0.700, 対数尤度:-107.504					R ² =0.554, 対数尤度:-106.181				
⑤ 金属及び同製品	ヘドニック	1次項			⑤ 機械機器	ヘドニック	1次項			
	2次項	食料品	0.54485	3.2658**		2次項	食料品 × 鉱物性燃料	-0.53132	-2.8231**	
	3次項	化学製品 × 非金属鉱物製品	-0.19985	-2.7257**		定数項		-	-	
	定数項		-	-		R ² =0.626, 対数尤度:-114.340				
	R ² =0.559, 対数尤度:-115.949					価額次数 (k)	0.96368	11.8619**		
⑥ 機械機器	ヘドニック	1次項			⑥ その他	ヘドニック	1次項			
	2次項	其他	0.43252	2.5073*		2次項	化学製品 × 化学製品	-0.38493	-4.1126**	
	3次項		-	-		3次項	食料品 × 化学製品	0.63884	3.4020**	
	定数項		-	-		定数項		1.66526	3.2242**	
	R ² =0.643, 対数尤度:-141.852					R ² =0.821, 対数尤度:-77.743				
⑦ その他	ヘドニック	1次項								
	2次項	機械機器 × 機械機器	0.16603	3.1139**						
	定数項		2.13286	3.6929**						
	R ² =0.558, 対数尤度:-124.041									

R²: 自由度調整済み決定係数
 **: 1%有意, *: 5%有意, 無印: 10%有意
 注) ヘドニック関数における変数は、式(10)に基づき、

$$\frac{(\text{他品目価額})}{(\text{当品目価額})}$$
 を意味し、表中では代表として、それぞれの他品目名を用いて記す。2次項の×印は、変数の組み合わせを意味している。

(b) 価額貨物量変換モデルの推定パラメータ

表4-2のパラメータを用いて推定した産業品目別貨物価額により、式(4-11)による価額貨物量変換モデルのパラメータを推定すると、表4-3となる。分析の結果、各モデルの最終的な説明力は良好であり、さらに、すべてのモデルにおいてヘドニック関数の変数が有意となっている。また、ほとんどのモデルにおいて、ヘドニック関数に2次形式の変数が存在しており、ここでも、トランスログ関数がヘドニック関数を効果的に表現していると考えられる。

本節では、輸出入コンテナ貨物の生産と消費には、産業構造の経済的連続性が存在すると仮定して、ヘドニック関数を適用した。したがって、この分析結果に基づくとすれば、その存在の可能性は十分に考えられる。

表4-3に示されたパラメータには、もう一つ注目すべき点が存在する。貨物価額のパラメータである価額次数(k)は、貨物価額と物理的貨物量の経済的関係を示す重要な要素である。もし、k=1ならば貨物量と価額は一対一に対応するが、今回の分析結果では、kの値は品目によって様々である。特に、k>1のような品目は、経済活動が活発化すれば、物理的貨物量はそれ以上に伸びることを意味する。

(3) トランスログ関数・ヘドニック関数の有効性

ここで、本論文で適用したトランスログ関数とヘドニック関数の有効性を、モデルの説明力及び分布適合度の両面から検証する。

まず、①表4-2, 3で推定したトランスログ関数とヘドニック関数の双方を仮定したモデルに対して、②ヘドニック関数を仮定せずに式(4-8)におけるqを直接Q、とにおいてトランスログ関数のみを仮定したモデル、さらに、③両者とも仮定せずに式(4-8)におけるqを直接Q、とおき対数線形としたモデル、をそれぞれ推定し、この三者のR²を比較すると表4-4となる。これを見ると、全般的にモデルの説明力は、③→②→①の順に向上している。特に、ほとんどの品目において、ヘドニック関数を仮定するか否かによって、モデルの説明力は異なっている。

表4-4 モデルの説明力の相違

比較モデル		自由度調整済み決定係数 (R ²)		
		①ヘッドニック関数と トランスログ関数の 双方を仮定	②トランスログ関数 のみを仮定	③対数線形形式 を仮定
輸出 モデル	食料品	0.564	0.507	0.445
	繊維及び同製品	0.634	0.501	0.479
	化学製品	0.776	0.730	0.588
	非金属鉱物製品	0.700	0.683	0.654
	金属及び同製品	0.559	0.472	0.455
	機械機器	0.643	0.628	0.628
	その他	0.558	0.455	0.399
輸入 モデル	食料品	0.677	0.642	0.612
	原料品	0.625	0.592	0.563
	化学製品	0.456	0.435	0.435
	鉱物性燃料	0.554	0.538	0.538
	機械機器	0.626	0.601	0.571
	その他	0.821	0.698	0.698

注) 比較した各モデルの構造は以下のとおりである。
 モデル①: 貨物と価額の関係及び産業間の連続性を仮定し、ヘッドニック関数とトランスログ関数の双方を適用したモデル(表4-2, 3参照)。
 モデル②: 貨物と価額関係をモデル化せず、産業間の連続性も考慮せず、各品目ごとにトランスログ関数のみを適用したモデル。
 モデル③: モデル②の条件で、関数形を対数線形に制限したモデル。

表4-5 ヘッドニック関数の尤度比検定結果

比較モデル		対数尤度		尤度比 -2(LN-LH)	χ ² 値		自由 度
		ヘッドニック未 仮定(LN)	ヘッドニックを 仮定(LH)		1%	5%	
輸出 モデル	食料品	-124.701	-114.655	20.092**	9.210	5.991	2
	繊維及び同製品	-133.881	-121.271	25.220**	11.345	7.814	3
	化学製品	-118.232	-107.331	21.802**	9.210	5.991	2
	非金属鉱物製品	-113.544	-107.504	12.080**	9.210	5.991	2
	金属及び同製品	-124.244	-115.949	16.590**	9.210	5.991	2
	機械機器	-144.953	-141.852	6.202*	6.635	3.841	1
	その他	-141.745	-124.041	35.408**	9.210	5.991	2
輸入 モデル	食料品	-94.694	-84.881	19.626**	9.210	5.991	2
	原料品	-103.259	-94.434	17.650**	9.210	5.991	2
	化学製品	-67.740	-53.601	28.278**	9.210	5.991	2
	鉱物性燃料	-109.425	-106.181	6.488*	9.210	5.991	2
	機械機器	-118.214	-114.340	7.748**	6.635	3.841	1
	その他	-88.187	-77.743	20.888**	11.345	7.814	3

注1) LH: 表4-4におけるモデル①の対数尤度(表4-2, 3参照)。
 LN: 表4-4におけるモデル①の推定において、価額貨物量変換モデルの関数形を対数線形に制限した対数尤度(ヘッドニック関数を未仮定)。
 注2) **:1%有意, *:5%有意

次に式(4-10)において、ヘッドニック関数を仮定した場合(表4-3参照)とそうでない場合($\phi=1$ として推定)の分布適合度を、尤度比検定により調べると、表4-5となる。これによれば、今回推定したすべてのモデルにおいて、ヘッドニック関数を適用する有意性が示された。

以上のように、トランスログ関数とヘッドニック関数を同時に適用したモデルの説明力が高くなるのは、本節の仮説である、①貨物需要における貨物量と価額の2面性、②港湾背後圏等の独立した経済圏の中での諸産業相互の関連性、の2点の影響に対応できたためと考えられる。この①や②の影響の程度は、経済活動の変化に敏感であると考えられるから、インフラ等を固定した短期貨物需要予測を考えるに当たっても、トランスログ関数とヘッドニック関数を適用したモデルを用いることは、効果が大きいと考えられる。

4.3.5 本節のまとめ

本節は、道路交通量に影響を及ぼす、輸出入コンテナ貨物の需要を把握することが第一の目的であった。分析では、輸出入コンテナ貨物の生産と消費が、地域における産業と経済の活動に関連性を持つことから、計量経済学的な観点からのモデル化を行なった。その結果、

- ① 貨物の需要は地域における諸活動の規模に加えて、産業間の経済的なつながりが間接的に影響している(産業構造の経済的連続性)。
- ② 貨物の価額と貨物量の関係は、一定ではない(価額次数: $k \neq 1$)。

の2点が明らかになった。この結論の導きは、トランスログ関数とヘッドニック関数の適用により可能となった。これらの理論は、米国における計量経済学の分野で普及しているが、その考え方は様々な分野への応用が可能であり、今後の活用が期待される。