

1. 序論

我が国は、世界有数のドライバルク貨物の輸入国である。石炭、鉄鉱石、穀物、原木、チップ等のドライバルク貨物は、産業の基礎素材、食糧原料等であることから、これらの海外からの輸送は、我が国の産業活動や国民生活の生命線であるとさえ言える。

ドライバルク貨物輸送は、コンテナや袋・箱等には詰められず、バルクキャリア（バルカー、撒積貨物船）により、船艙内へ直接積み込むことによって、大量に安く運搬されている。このドライバルク貨物輸送は、特定荷主に対する輸送であり、専用施設での荷揚げとなる場合も多いことから、既往の分析資料は非常に限られていた。そのため、筆者らは、石炭、鉄鉱石及び穀物の三大バルク貨物輸送について、輸送船の船型や、これに対応するパースの諸元等に関して、我が国と、中国・韓国・台湾の北東アジア主要国との比較を試みた^{1), 2)}。その結果、石炭及び鉄鉱石輸送については、全船満載との仮定では、我が国の荷揚港のパース水深が、北東アジア主要国に比べて不足していること、穀物輸送については、北東アジア主要国に比べて、我が国への輸送船の船型が非常に小さいことが明らかになった。また、中国等におけるバルク貨物需要の増大を背景に、輸送船の大型化、世界の積出港や中国の荷揚港における旺盛な能力拡張が進んでいることも判った。このような状況の中で、我が国の産業の国際競争力や、国民生活の安定性を維持・強化していくためには、世界の動向に対応し、輸送効率を改善するための施策の展開が急務であると考えられる。

本資料では、以上の状況を踏まえ、まず、我が国へのドライバルク貨物輸入における一次輸送と二次輸送の関係を整理する。次に、ドライバルク貨物輸送の輸送コスト算定手法を構築する。さらに、最新の船型動向を分析し、輸送船の大型化等に関する輸送コスト試算結果も踏まえ、我が国への輸送の効率化に向けた可能性について考察する。本資料は、これらの分析・考察により、もって、我が国のバルク貨物輸送にかかわる港湾施策の企画・立案に資することを目的としている。

以下、2章では、我が国港湾におけるバルク貨物の輸入量、国内での海上輸送量を整理し、国内での積み換えについて分析する。ここでは、三大バルク貨物以外のマイナーバルク貨物も対象とする。また、我が国への輸入における海外港湾での積み換えについても、石炭及び鉄鉱石の事例について、分析を加える。

3章では、輸送の効率性の比較分析を可能とするため、ドライバルク貨物の、主要荷揚港から我が国への輸送コ

スト算定手法を構築する。

4章では、三大バルク貨物について、品種別に、最新の船型動向を分析した上で、我が国への輸送の効率化方策について、輸送コストの比較等により考察を行う。また、マイナーバルク貨物に対応した考察も行う。

以下に、本資料で用いる用語について、整理を行っておく。

「バルク貨物」 船艙にばら積み（撒積）される貨物のこと。液体ではないドライバルク貨物と、原油、石油製品、液化ガス（LNG、LPG）、液体化学薬品等のリキッドバルク貨物とに分類される。

「三大バルク貨物」 ドライバルク貨物の中で太宗を占める石炭、鉄鉱石及び穀物のこと。メジャーバルク貨物とも言われる。

「マイナーバルク貨物」 ドライバルク貨物の中で、三大バルク貨物以外の貨物のこと。原木、チップ、非鉄金属、セメント等。

「バルクキャリア」 ばら積み貨物を大量に輸送する船舶。鉱石専用船や兼用船（OB：鉱石／撒兼用船、OO：鉱石／油兼用船等）も含む。

「船舶諸元」 船舶の大きさや主要寸法のこと。本資料では、主に以下を用いる。

DWT：載貨重量トン（Dead Weight Tonnage）

GT：総トン（Gross Tonnage）

L：全長（Length Over All）

B：型幅（Breadth Moulded）

d：満載喫水（draft Maximum）

「MT」「FT」「DWT」 トン単位の種類のこと。MT（メトリック・トン）とFT（フレート・トン）は、貨物のトン数であり、MTは重量1,000kg、FTは重量1,000kg、もしくは、容積1.133m³のうち、大きい値である。DWTは、前述したとおり、船舶の積貨重量トン数である。それぞれのトン単位を明確にするために、本資料では、トン単位を、MT、FT及びDWTと表記する。

また、本資料の分析では、船舶諸元データとしては、Clarkson Bulkcarrier Fleet Database / Shipbuilding Order-book Database、Lloyd's Registry - Fairplay（LR-F）及び日本船舶明細の各データを、船舶動静データとしてはLloyd's Marine Intelligence Unit（LMIU）データ、貨物量データとしては、港湾統計データをそれぞれ基本として用いる。

2. 一次輸送と二次輸送（海上）の関係

2.1 概要

ドライバルク貨物の輸入は、図-2.1 に示すように、拠点港が最終の荷揚港になる場合と、拠点港から、さらに、小型船により二次輸送される場合がある。拠点港は、国内だけでなく、海外の港湾である場合もある。

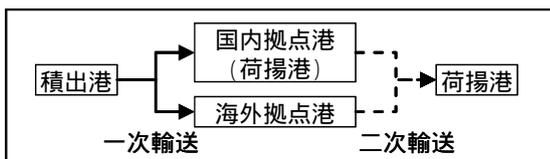


図-2.1 一次輸送と二次輸送

この輸送体系を踏まえると、我が国へのドライバルク貨物輸送の効率化を検討する際には、積出港から拠点港への一次輸送だけでなく、国内もしくは近隣諸国の拠点港から、最終の荷揚港までの二次輸送についても考慮しなければならない。なぜなら、輸送効率化として、輸送船型や拠点港の変更がなされた場合には、この二次輸送にも変化が生じる可能性が高いからである。なお、後に詳しく示すが、我が国では、国内拠点港同士の二次輸送も多く見られる。

そこで、本章では、国内二次輸送について、港湾統計を用い、我が国に輸入されたドライバルク貨物が、どの程度、国内で二次輸送されているのかについて、品種別に整理する。対象品種と、対応する港湾統計品種コードは、表-2.1 のとおり。マイナーバルク貨物のうち、コンテナでも多く輸送される製材や動物性飼肥料は含めていない。また、海外からの二次輸送については、韓国からの石炭輸送及びフィリピンからの鉄鉱石輸送を対象に、港湾統計だけでなく、寄港実績データを用いて整理する。

2.2 国内二次輸送の分析

(1) 輸入量と移出量の関係

港湾統計を用いて、品種別の港湾別輸入量（一次輸送）及び国内における港湾間輸送量（二次輸送）を整理した。荷姿がコンテナの貨物は控除した。ここで、国内での産出が全くない品種については、国内輸送は全て輸入貨物の二次輸送となるが、国内での産出がある品種については、国内産の輸送か、輸入貨物の輸送かは特定できない。そこで、近似的な方法として、輸入港湾における移出量は、輸入貨物の二次輸送と考えて、その輸送量を整理し

表-2.1 対象品種と港湾統計品種 Code

品種名	港湾統計Code
石炭	131 (石炭)
鉄鉱石	141 (鉄鉱石)
穀物	011 (麦), 022 (とうもろこし), 023 (豆類)
原木	091 (原木)
チップ	111 (木材チップ)
金属鉱	151 (金属鉱)
セメント	281 (セメント)

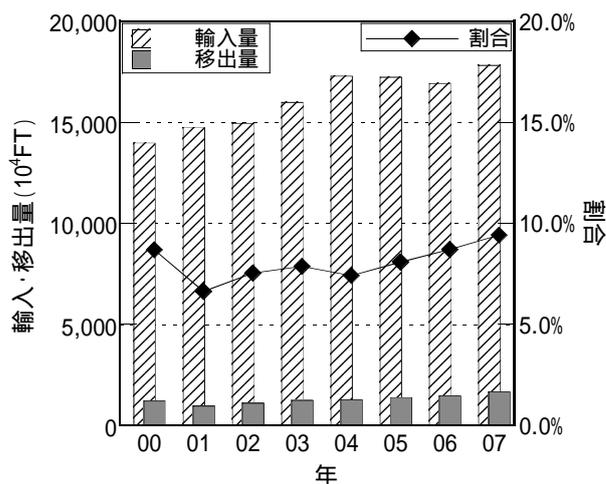


図-2.2 輸入量・移出量及び移出割合（石炭）

た。まず、石炭の結果を示したのが、図-2.2 である。左縦軸が輸入量及び移出量（FT）、右縦軸が移出量の輸入量に対する割合である。2000年から2007年にかけて、輸入量は増加傾向、移出量は、2000年から2001年に一旦減少したが、その後継続して増加傾向であり、2007年には1,676万FTに達していた。2007年の輸入港湾における輸入量に対する移出量の割合は、9.4%であった。なお、この移出量は、先に述べたとおり、輸入実績のある港湾だけに限定したものである。ほとんどは、輸入石炭の移出であるが、一部、釧路港のように、国産石炭の移出が含まれている場合がある。

鉄鉱石の結果を示したのが、図-2.3 である。輸入量は1億3千万FT前後で推移していたが、移出量は、2000年に約600万FTを記録した後は、200万FT強で推移しており、2007年の輸入港湾における輸入量に対する移出量の比率は、1.6%と低かった。

穀物の結果を示したのが、図-2.4 である。輸入量は、2003年の3,092万FTがピークであり、その後微減傾向であった。移出量は、300～350万FT程度の間で推移してきており、2007年の輸入港湾における輸入量に対する移出量の比率は、12.6%と高かった。ただし、この穀物に

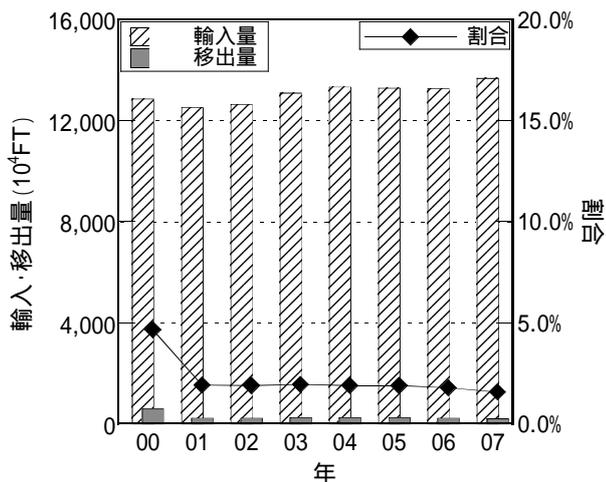


図-2.3 輸入量・移出量及び移出割合（鉄鉱石）

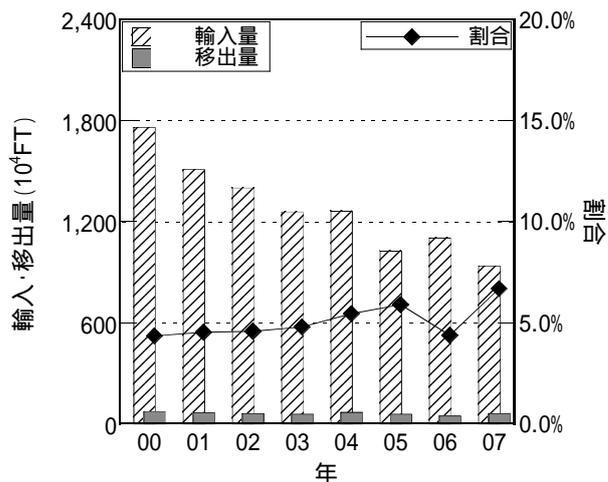


図-2.5 輸入量・移出量及び移出割合（原木）

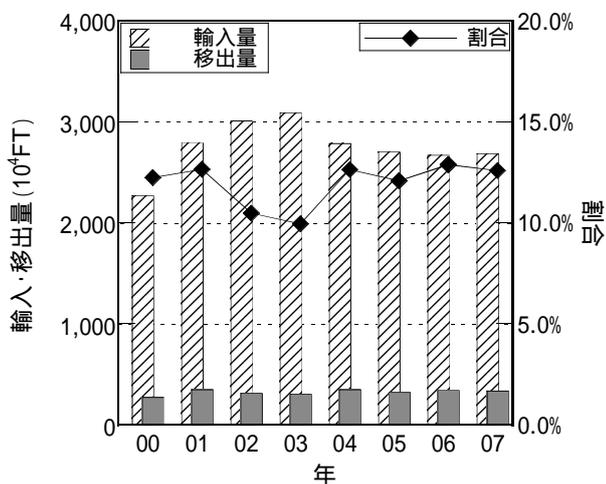


図-2.4 輸入量・移出量及び移出割合（穀物）

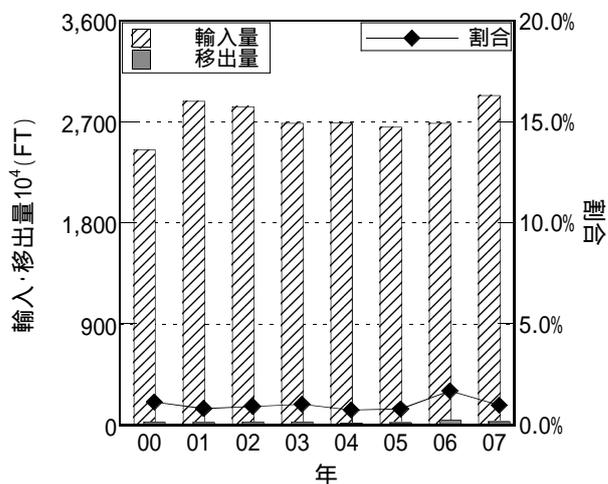


図-2.6 輸入量・移出量及び移出割合（チップ）

については、複数品種を一括して扱っており、例えば、麦類を輸入し、とうもろこしを移出しているような港湾であっても、この割合には含まれている。

原木の結果を示したのが、図-2.5である。輸入量は2000年の1,700万FTから継続的に減少傾向であり、2007年には、1,000万FTを切っていた。移出量は、概ね50～70万FTの間で増減しており、2007年の輸入港湾における輸入量に対する移出量の割合は、6.7%であった。

チップの結果を示したのが、図-2.6である。輸入量は、概ね2,600～2,900万FTの間で推移、移出量は、2006年を除けば、20万FT台であり、2007年の輸入港湾における輸入量に対する移出量の割合は、1.0%と低かった。

金属鉱の結果を示したのが、図-2.7である。輸入量は、1,400万FT程度で横ばい傾向であった。移出量は、概ね80～90万FTで、2007年の輸入港湾における輸入量に対

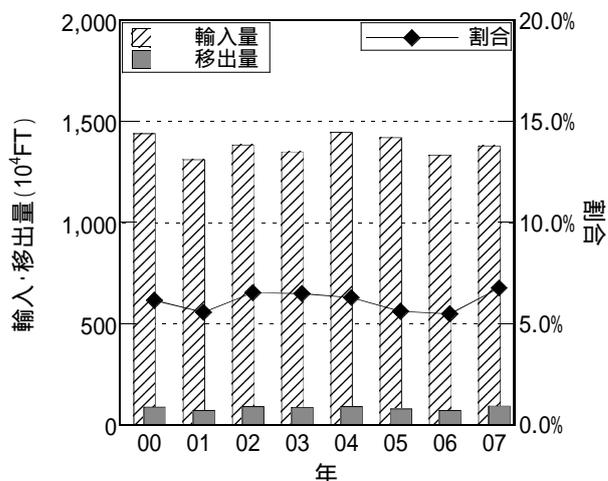


図-2.7 輸入量・移出量及び移出割合（金属鉱）

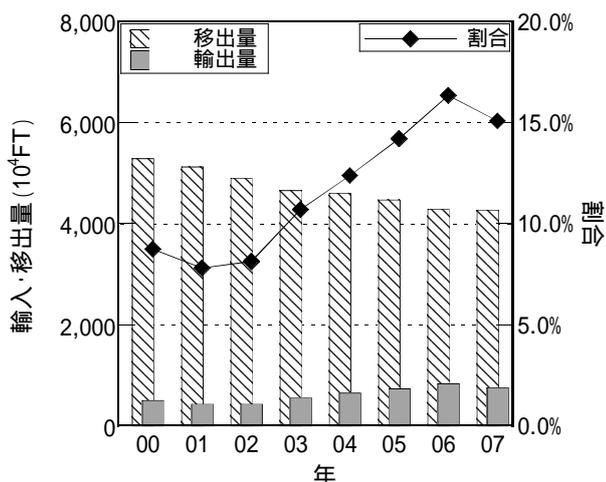


図-2.8 輸出货量・移出货量及び輸出割合（セメント）

する移出货量の割合は、6.8%であった。

セメントの結果を示したのが、図-2.8 である。セメントは、これまでの品種と異なり、主たる原材料である石灰石が国内で多く産出されることから、輸入より輸出が主となる品種である。そこで、参考として、輸出港湾における輸出货量と移出货量を比較した。移出货量が 2000 年の 5,292 万 FT から継続的に減少傾向であったのに対し、輸

出货量は 2002 年：433 万 FT から 2006 年：838 万 FT に増加してきていた。2007 年の輸出港湾における輸出货量に占める輸出货量の割合は、15.1%であった。

以上、港湾統計データを、品種別に整理し・分析した。その結果、品種全体として、一次輸送に対する二次輸送の概ねの割合が明らかになった。そこで、次項からは、品種別港湾別にデータ整理を行い、輸送特性を分析する。

(2) 石炭の二次輸送

まず、2007 年の石炭輸入量上位 20 港について、輸入量と移出货量を整理したのが、図-2.9 である。宇部、徳山下松、福山、北九州、小名浜といった港湾では、多くの移出货量が見られた。これらの港湾の多くは、石炭を大量に輸入し、移出するコールセンター（中継基地）である。現在、日本には、苫東コールセンター（苫小牧）、室蘭コールセンター（室蘭）、出光バルクターミナル（千葉）、中部コールセンター（四日市）、JFE 物流コールセンター（福山）、下松石炭中継基地（徳山下松）、宇部興産沖の山コールセンター（宇部）、新居浜コールセンター（新居浜）及びびびきコールセンター（北九州）の 9 つが存在している³⁾。

石炭輸入量上位港であり、かつ、海上移出货量の多い 9

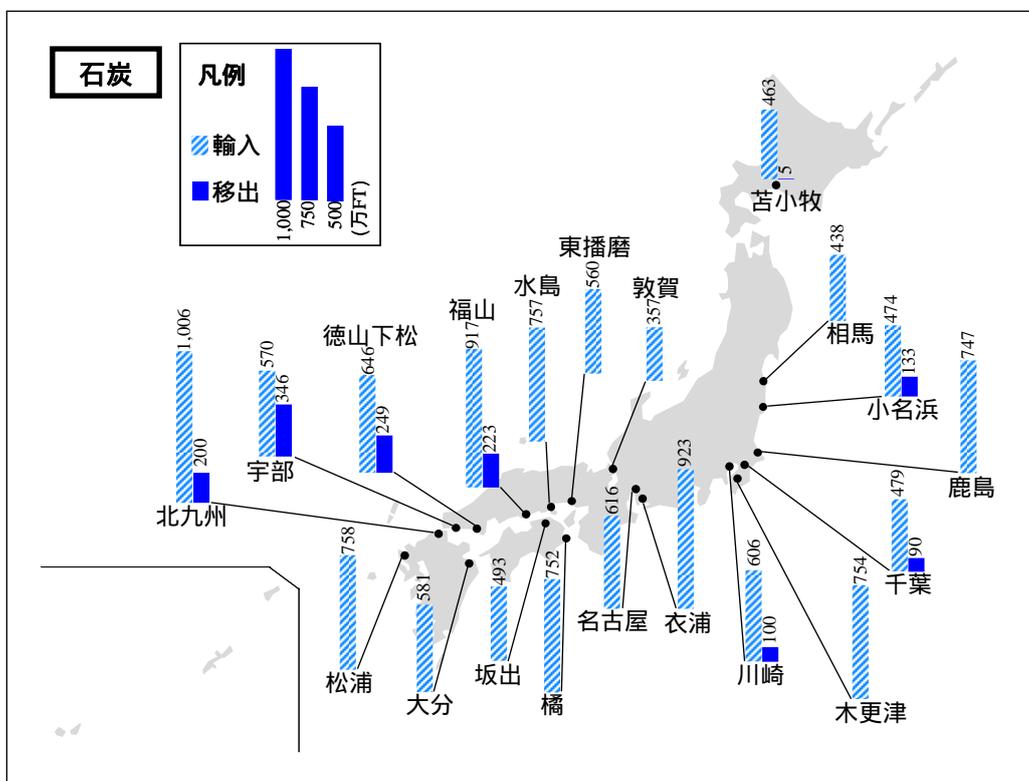


図-2.9 石炭輸入港湾における輸入量と移出货量

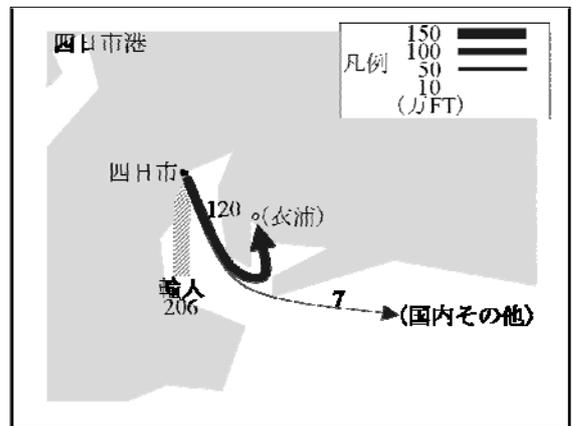
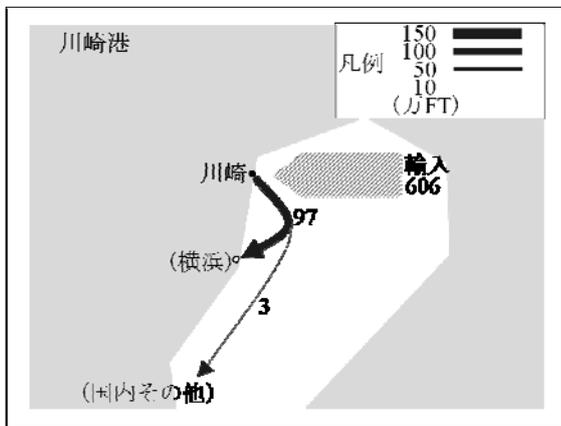
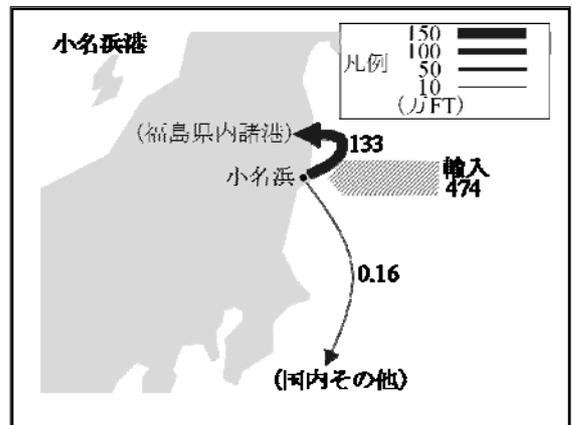
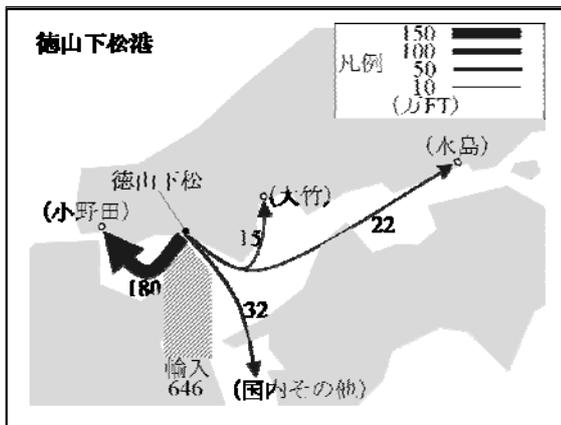
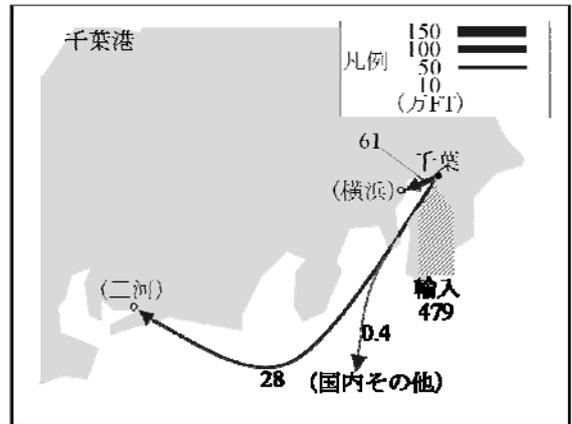
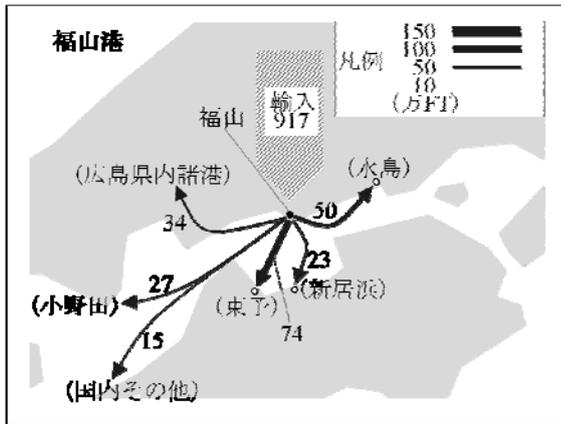
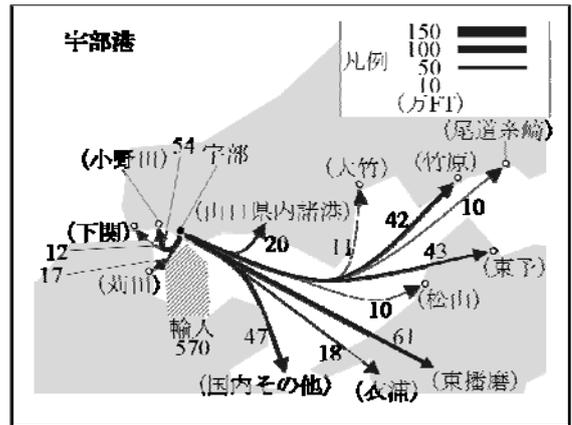
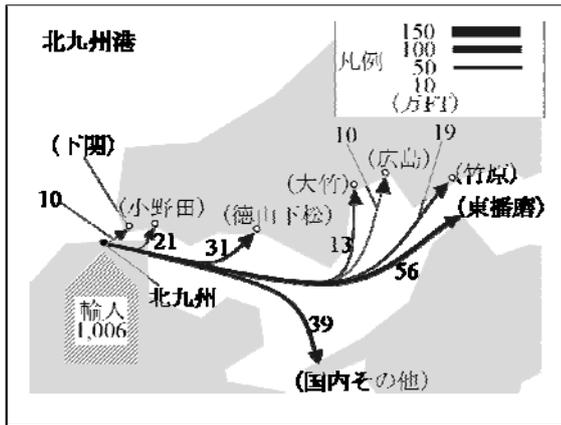


図-2.10 移出量の多い石炭輸入港湾の国内流動図

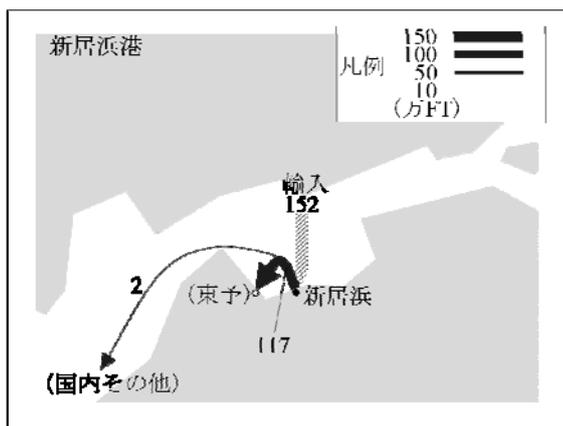


図-2.10 移出量の多い石炭輸入港湾の国内流動図(続)

港について、国内の流動図を整理したのが、図-2.10である。北九州や宇部のように、多くの周辺諸港へ広く移出している港湾もあれば、四日市や新居浜のように、特定の港湾へ多く移出している港湾も見られた。これらは、コールセンターの機能から考えて、概ね輸入した石炭の移出と推察される。

ここで、図-2.10に示した9港について、輸入及び移出バースの諸元、貯炭能力等を整理したのが、表-2.2である。いずれも、荷揚バースの対応船型は、積出バースの対応船型より非常に大きく、大型船で輸入し、小型内航船で移出するシステムとなっていた。福山と川崎は、製鉄所のバースを利用しているので、自前の鉄原料確保と共に、コールセンターとしても機能しており、鉄鉱石共用の荷揚バースの対応船型は非常に大きい。宇部も、セメント等の製造に必要な石炭の確保に加えて、コールセンターとして稼働していた。これらに対し、残りの6港は、自らの原材料調達の意味合いはそれほど強くなく、中継基地として、例えば、小名浜は東京電力広野火力発電所へ、四日市は中部電力碧南火力発電所への移出等、特に石炭火力発電所への供給が大きな割合を占めていた。

北九州は、製鉄用コークスの生産とコールセンターの機能があり、荷揚バースの対応船型は、鉄鉱石共用バースに準じる規模であった。また、貯炭能力と、参考値であるが、荷揚量とを比較すると、貯炭能力は荷揚量の1/3～1/8程度となっており、単純に計算すると、平均の貯炭期間は、約1.5～4ヶ月となっていた。なお、荷揚量の単位はFT、貯炭能力の単位はMTで、両者は異なっているが、比重の比較的大きい石炭では、FTは、MTと同等とみなして大きな問題はないと思われる。二次輸送を担う内航船は、2,000DWT程度の貨物船や2,000～3,000MT積みプッシャーバージが主流であるとされており⁵⁾、積出バースの対応船型とは一致しているが、一部10,000DWTを超える内航石炭船も就航している⁶⁾。

以上、石炭輸送については、自前の使用に必要な石炭のみを輸入する港湾に加え、輸入(一次輸送)・貯炭・移出(二次輸送)するコールセンターが存在し、石炭の供給において一定の役割を果たしているものと推察された。

(3) 鉄鉱石の二次輸送

2007年の鉄鉱石輸入量が100万FTを超える上位13港について、輸入量と移出量を整理したのが、図-2.11である。これらのうち、鉄鉱石の移出が記録されていたのは6港で、移出量が10万トンを超えていたのは東播磨のみであった。鉄鉱石は、二次輸送が少ない品種である。

鉄鉱石輸入港の中で、唯一、多くの二次輸送がなされていた東播磨について、国内流動を図示したのが図-2.12である。約1千3百万FTの輸入に対し、その16%に当たる約2百万FTを神戸に移出していた。また、逆に、神戸から東播磨への鉄鉱石移出も記録されていた。東播磨に製鉄所がある神戸製鋼は、神戸にも製鉄所を保有している。同社の神戸製鉄所のバースは、対応船型：65,000DWT、最大水深：-13.0mとなっており⁴⁾、CapesizeやVLOCの利用は困難である。そのため、東播磨の古加

表-2.2 移出量の多い石炭輸入港湾の施設諸元等

港湾		北九州	福山	徳山下松	川崎	宇部	千葉	小名浜	四日市	新居浜
コールセンター		ひびき	JFE	下松	JFE	宇部興産	出光バルク	小名浜	中部	新居浜
荷揚	対応船型(DWT)	150,000	200,000	100,000	200,000	90,000	80,000	40,000	60,000	77,000
	バース長(m)	550	315	420	360	325	317	540	280	200
	バース水深(m)	-17.0	-17.0	-19.0	-22.0	-14.0	-14.0	-13.0	-14.0	-14.0
	荷揚量(2007, 10 ⁴ FT)	-	256	233	477	612	129	320	285	245
貯炭能力(10 ⁴ MT)	50	50	30	-	200	35	-	100	47	
積出	対応船型(DWT)	5,000	20,000	5,000	-	3,000	7,000	10,000	5,000	3,000
	バース長(m)	165	180	135	-	50	212	185	130	58
	バース水深(m)	-7.5	-11.0	-10.0	-	-6.0	-7.5	-10.0	-7.5	-6.1
	積出量(2007, 10 ⁴ FT)	-	207	224	43	184	90	151	102	37

注) - は、データが入手出来なかったもの。荷揚量及び積出量は港湾統計に依っており、500GT以上の船舶による集計で、他の品種や他のバースで扱われた量が含まれている場合もある参考値である。各コールセンター等資料、文献3)、4)等より作成

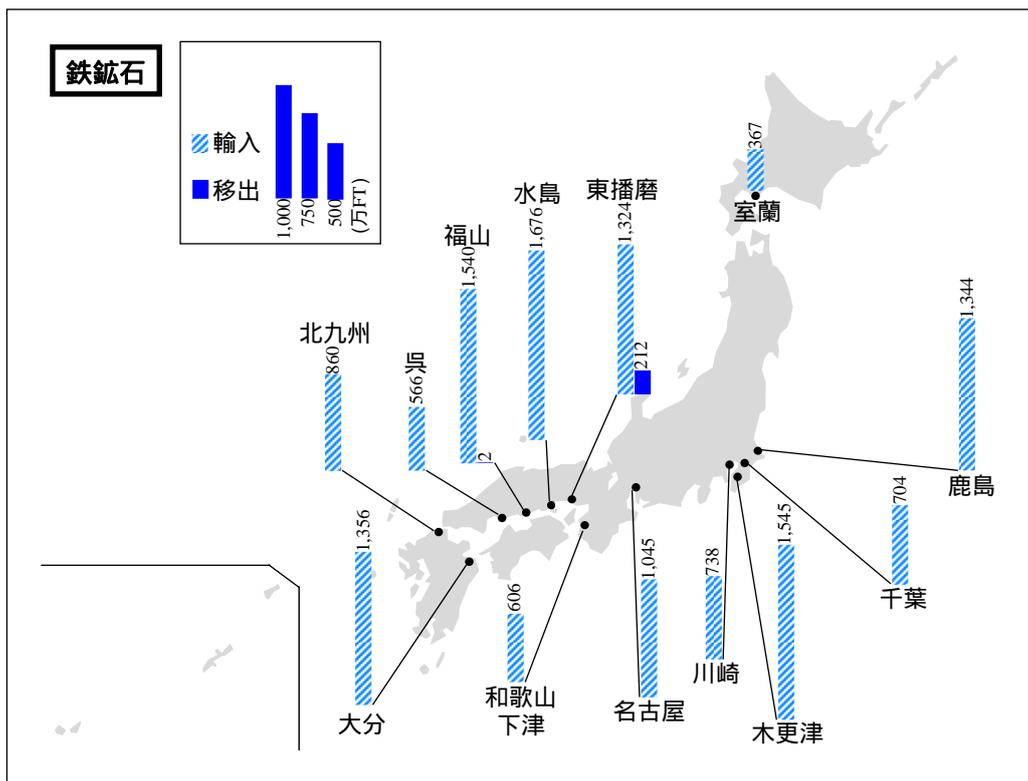


図-2.11 鉄鉱石輸入港湾における輸入量と移出量

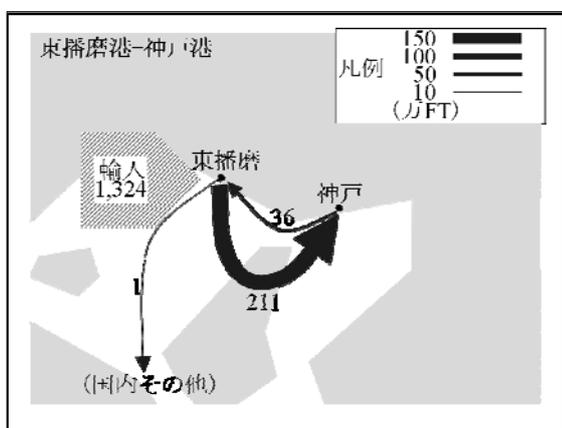


図-2.12 東播磨港の国内流動図

川製鉄所のバース(対応船型:160,000DWT,最大水深:-17.0m)⁴⁾で一元的に輸入し,神戸製鉄所へ移出しているものと推察される。2001年以降,鉄鉱石の大規模な移出は,この東播磨-神戸間のみであった(2000年には,木更津から名古屋,北九州等への移出が見られた)。

以上,鉄鉱石輸送については,現時点では,二次輸送は限定的と推察された。

(4) 穀物の二次輸送

2007年の穀物輸入量上位20港について,輸入量と移

出量を整理したのが,図-2.13である。穀物の場合,輸入だけでなく,国内産も流通している。2007年度の小麦の自給率(カロリーベース)は14%,大麦・裸麦は9%,大豆は5%となっており⁷⁾,一定の移出量があるものと見込まれる。そのため,輸入港湾,あるいは,輸入バースにおける移出が,輸入穀物の移出なのか,それとも,国産穀物の移出なのかを,統計データから厳密に判別するのは困難である。一方で,図-2.13では,名古屋,神戸,志布志,鹿島等において,港湾統計データ上,ある程度の移出が記録されていた。文献5)で,輸入飼料(とうもろこし,マイロ(こうりゃん)等)は,大まかには,サイロ保管が50%,内航二次輸送が40%,製油・搾油向けが10%であることも踏まえると,輸入穀物のうち,一定割合は,内航で二次輸送されているものと想定される。

ここで,穀物の中で,特殊な輸入制度となっている麦の輸入について,少し触れておく。「主要食糧の需給及び価格の安定に関する法律(2004年法律第113号)」においては,主要な食糧の一つである麦について,政府は,供給が不足する事態に備えた備蓄の円滑な運営を図るとともに,麦の適切な輸入及び売り渡しを行うこととされている。すなわち,麦は,とうもろこしや大豆等他の穀物と異なり,国家貿易となっている。この国家貿易には一般国貿とSBS(Simultaneous Buy and Sell:売買同時契

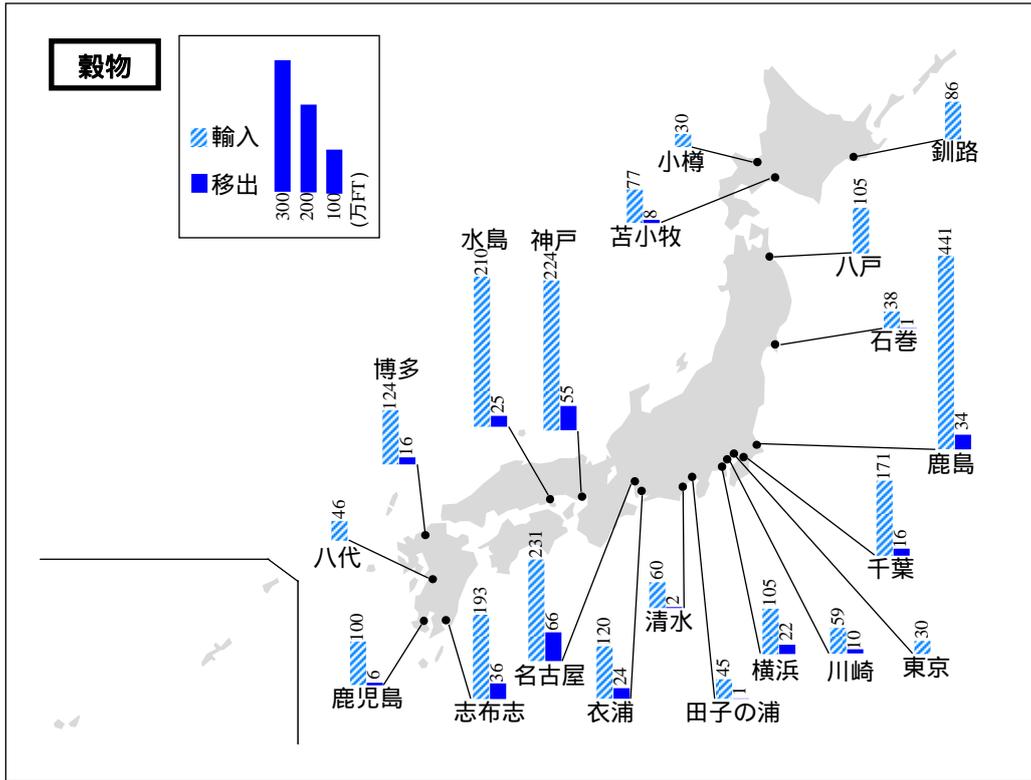


図-2.13 穀物輸入港湾における輸入量と移出量

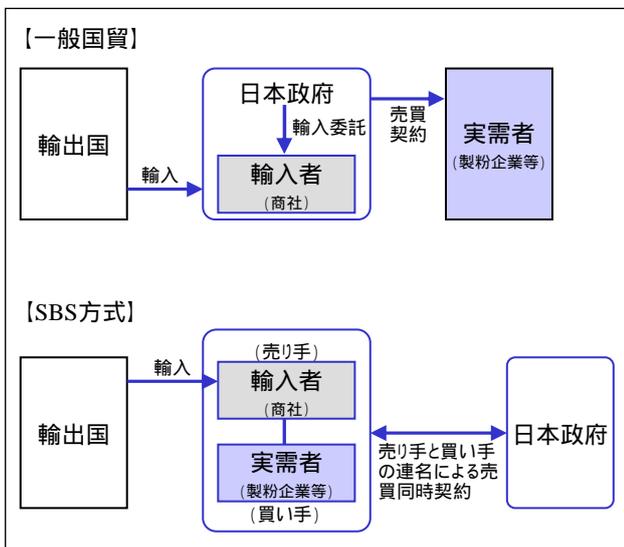


図-2.14 麦の貿易制度⁸⁾

約)方式の2つの種類があり、これを模式化したのが、図-2.14である。従来から実施されてきた一般国貿は、国が輸入量を決め、商社等に輸入委託し、国が製粉企業等と売買契約を結ぶ方式である。輸入に際しては、一般単位で入札し、国が配船を決定するため、他の穀物との積み合わせは無い。一方、SBS方式は、売り手である商社と買い手である製粉企業等の連名による同時売買契約で

あり、国は、買い入れ・売り渡し予定価格を設定する。このSBS方式では、買い付ける麦の銘柄や時期、利用港湾、数量等を製粉企業等が選択できるため、多様なニーズに対応が可能である。そのため、飼料用麦では、1999年より同方式が導入され、順次増加してきており、飼料用小麦は2002年度から、飼料用大麦は2007年度から、全量SBS方式に移行している⁹⁾。また、主食用麦についても「今後の麦政策のあり方(2005年10月、麦政策小委員会)」に従い導入されてきている。SBS方式の場合、他の穀物との積み合わせは可能である。この中で、現在のところ、主食用小麦は一般国貿が中心であるが、その輸送船はHandy(輸送量:2万~2万5千L/T(ロングトン=1.016MT))が中心となっており、国内の多くの港湾に寄港することにより、一次輸送において大半の需要に対応することとなっている。さらに、一部の需要が少ない地域へは、二次輸送として、輸入港湾からの回送が行われている。このように、麦については、二次輸送も含め、国の制度により決定されている部分がある。なお、その他に、純民間~民間ベースの輸入や、加工貿易輸入(国内製粉企業等が、輸出用小麦粉等を製造するために麦等を輸入する場合、関税相当量が免除となる制度)も存在する¹⁰⁾が、国家貿易に比べれば、限定的で少ない。

穀物輸入量上位港であり、かつ、海上移出量の多い9

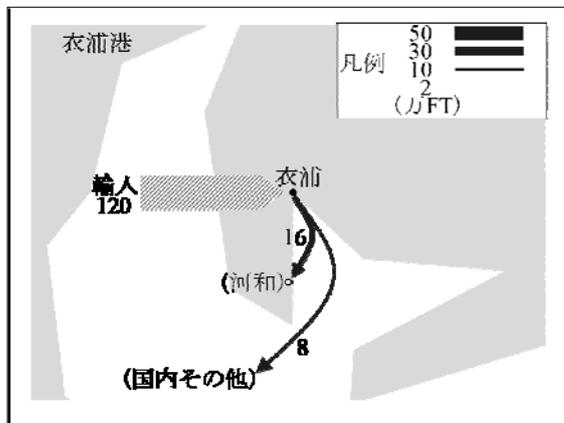
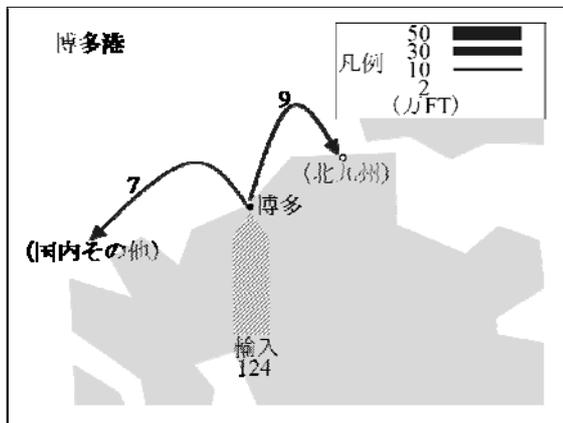
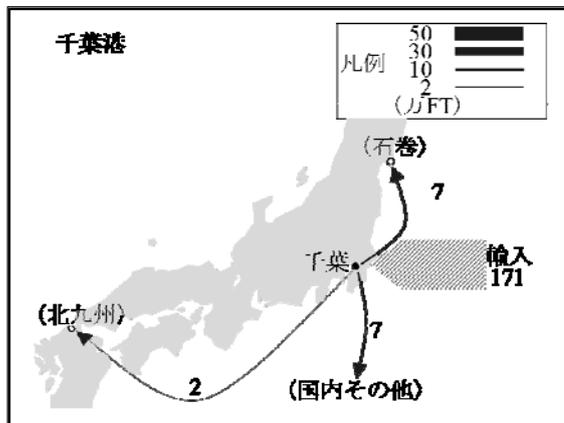
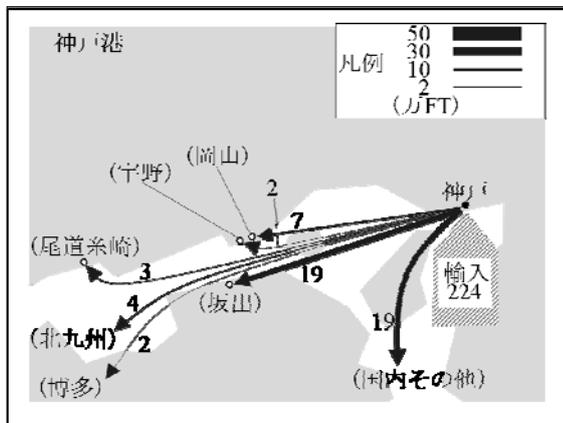
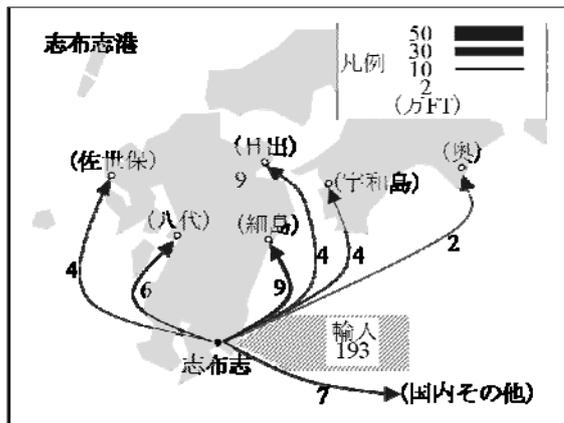
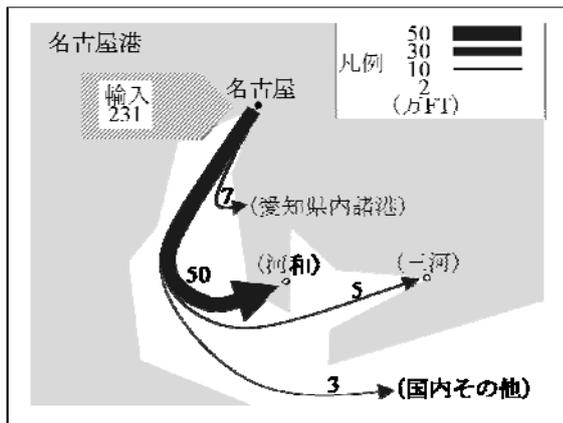
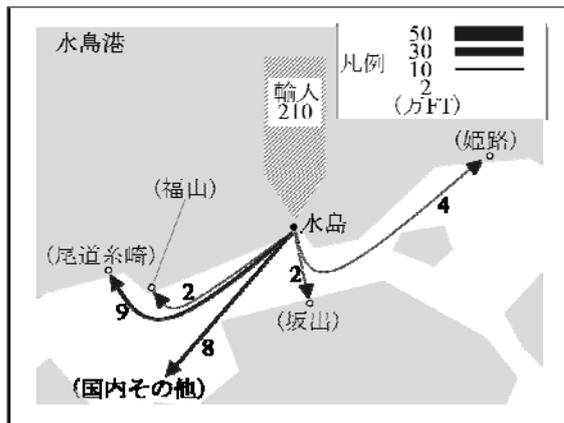
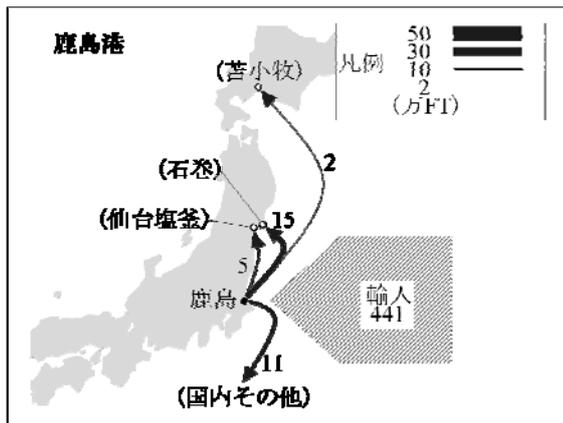


図-2.15 移出量の多い穀物輸入港湾の国内流動

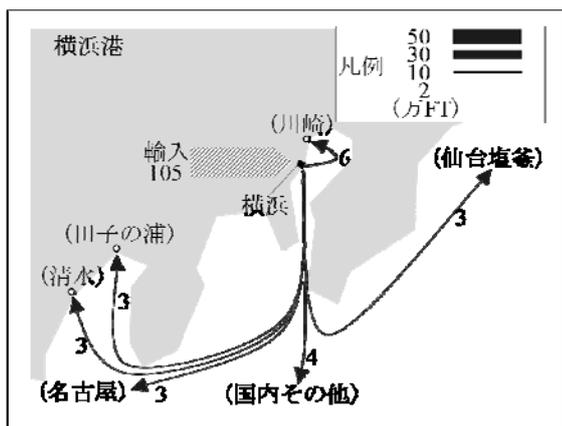


図-2.15 移出量の多い穀物輸入港湾の国内流動図 (続)

港について、国内の流動図を整理したのが、図-2.15である。志布志から九州全域～南四国へ、神戸から瀬戸内海沿岸全域への移出が見られる等広く拠点として機能している輸入港が存在していた。また、名古屋及び衣浦から河和、博多から北九州、横浜から川崎等の近距離での移出も見られた。近距離での国産穀物の輸送は、輸送コスト面では、トラックの方が有利であると見られることから、少なくともこれらの輸送については、輸入穀物の移出と推察される。

ここで、図-2.15に示した9港について、輸入及び移出バースの諸元、サイロ容量等を整理したのが、表-2.3である。表-2.2で見た石炭の場合と同じく、いずれも、荷揚バースの対応船型は、積出バースの対応船型より非常に大きく、大型船で輸入し、小型内航船で移出するシステムとなっている。荷揚バースの水深は、最低でも-12mが確保されていた。また、ほとんどのバースでは、輸入船から、直接、移出船に積み換えが可能な構造となっていた。サイロ容量については、当該地区に位置するサイロ収容量の合計となっており、文献11)を基に、各会社資料で数値のある部分については修正をして算定した。参

表-2.3 移出量の多い穀物輸入港湾の施設諸元等

港湾地区		鹿島 神之池西	名古屋 北浜 ^J	神戸 東部2~4	水島 水島A'・C	志布志 若浜	千葉 中央ふ頭	博多 須崎・箱崎	衣浦 東ふ頭	横浜 国際埠頭
荷揚	対応船型(DWT)	65,000	65,000	60,000	76,000	65,000	73,939	30,000	50,000	150,000
	バース長(m)	246	255	214	350	205	180	240	195	348
	バース水深(m)	-13.2	-12.0	-12.5	-14.0	-13.0	-12.0	-12.0	-12.0	-17.5
	荷揚量(2007, 10 ⁴ FT)	-	448	150	319	151	211	128	-	-
サイロ容量(10 ⁴ MT)		86	50	54	20	39	42	39	13	14
積出	対応船型(DWT)	3,000	2,000	1,500	1,500	3,000	3,000	5,000	-	6,600
	バース長(m)	119	-	-	190	-	-	130	-	90
	バース水深(m)	-6.3	-	-	-6.0	-8.0	-5.0	-7.5	-	-8.5
	積出量(2007, 10 ⁴ FT)	-	145	36	-	-	-	44	-	-

注) -は、データが入手出来なかったもの。荷揚量及び積出量は港湾統計に依っており、500GT以上の船舶による集計で、他の品種や他のバースで扱われた量が含まれている場合もある参考値である。各会社資料、文献4)、11)等より作成

考値である荷揚量とサイロ容量とを比較すると、サイロ容量は、荷揚量の1/3～1/16程度であった。この荷揚量は、同埠頭内の他品種の扱いも入っていることから、少し大きめと見ると、サイロでの保管期間は、1～3ヶ月程度と算定された。また、サイロには、製粉会社が保有するサイロと、港運会社等のハンドリング用のサイロがあるが、両者が同港内に存在しているケースがほとんどであった。ただし、埠頭(地区)毎に見ると、ハンドリング会社が一括して荷揚・積出を行っている場合と、製粉会社等の専用施設となっている場合に分かれていた。

また、二次輸送については、文献5)では、飼料穀物の二次輸送の主要航路として、鹿島・京浜葉～三陸・秋田・酒田・北海道、神戸・水島～四国、門司・博多・鹿児島～九州各地が挙げられている。図-2.15では、鹿島・千葉・横浜からは、北日本への輸送が見られ、さらには、東海その他の地方への輸送も見られた。神戸・水島からは、中四国への輸送が、博多・志布志からは、九州内への輸送が見られ、いずれも文献5)の航路と一致していた。また、その船型は、関東からは499GT(1,500MT積み)と699GT(2,000MT積み)が大部分、阪神及び九州からは、199GT(700MT積み)が大部分を占めているとされている⁵⁾が、各港の積出バースは、これらの船型に対応可能となっていた。

以上、穀物輸送については、国が配船を決定する一般国貿とSBS方式が併用されている国家貿易の麦類と、商業ベースで輸入船の船型が決まるその他の穀物が存在し、前者の場合回送としての二次輸送が、後者の場合ある程度定まった航路での国内輸送があるものと推察された。

(5) 原木の二次輸送

2007年の原木輸入量上位20港について、輸入量と移出量を整理したのが、図-2.16である。半数を超える11港において、移出実績が全くなく、10万FTを超える移

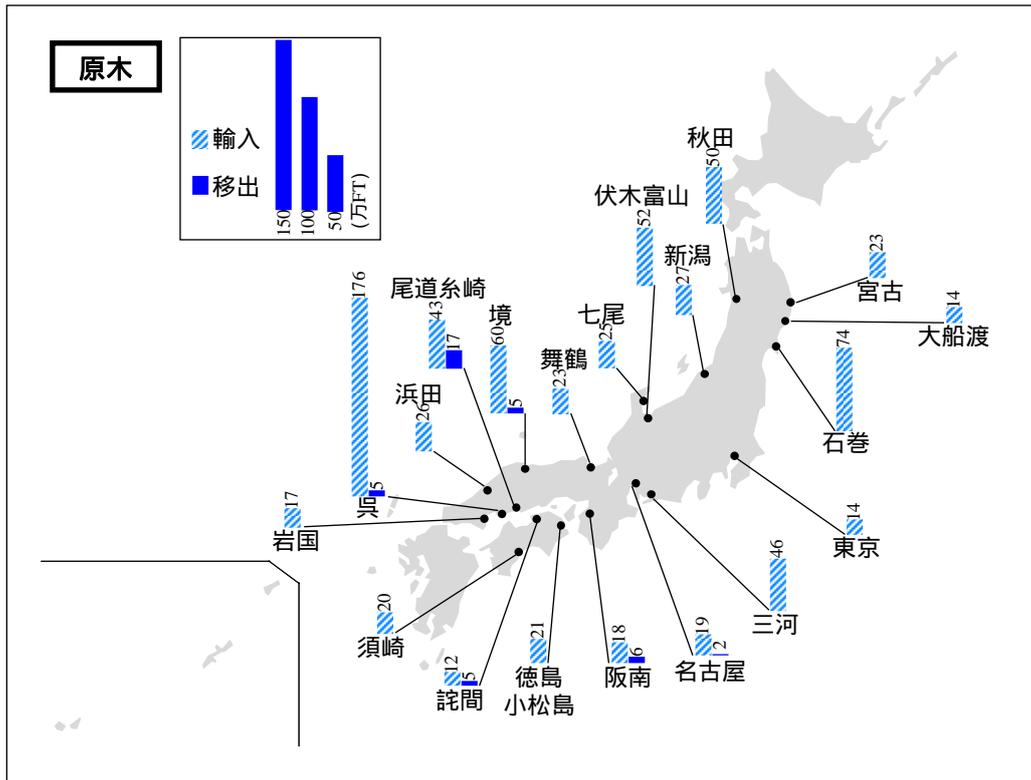


図-2.16 原木輸入港湾における輸入量と移出量

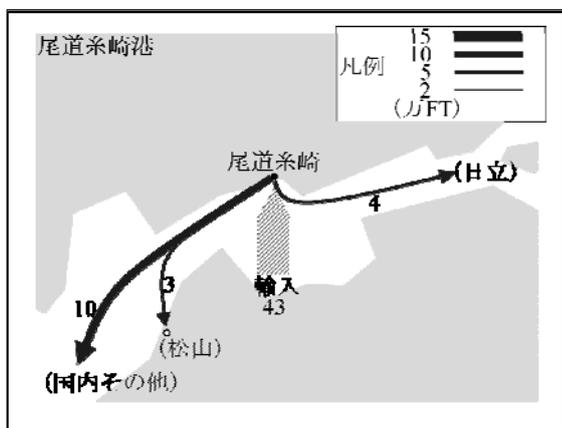


図-2.17 尾道系崎港の国内流動図

出があったのは、尾道系崎だけであった。原木の輸入量は、輸出国の製品輸出拡大政策¹²⁾もあって減少してきており 2006年の国内の丸太消費量¹³⁾は、国産材丸太:1,748万m³に対して、輸入材丸太:1,215万m³と、国産材の方が多くなっていた。

輸入港湾の中で、移出量の多かった尾道系崎の国内流動図を、図-2.17に示す。尾道系崎では、移出量の輸入量に対する比率が38%と高く、瀬戸内海諸港を中心に移出が記録されていた。尾道系崎の機織地区は、木材拠点港として、水面貯木場:21ha、水面整備場:34ha、投下水

面:10ha、3万DWT船対応ドルフィンが整備されて¹⁴⁾おり、輸入・保管に対応できる施設が整っていた。

以上、原木輸入については、輸入量が減少する中、二次輸送は限定的と推察された。

(6) チップの二次輸送

2007年のチップ輸入量上位20港について、輸入量と移出量を整理したのが、図-2.18である。移出は、呉で2万FT、油津で1万FTが見られる程度で、ほとんどの輸入港湾では無かった。日本は、輸入量が世界の約6割を占める最大のチップ輸入国¹²⁾であり、比重の小さいチップ輸送に適した専用船(2008年に日本の製紙会社が運用しているのは92隻¹⁵⁾)で、製紙工場に近接するバースで荷揚げすることが多いため、二次輸送は非常に少ないと考えられる。逆に、国産チップを海外チップと同じ製紙工場に集める場合も多く、三島川之江の15万FTを始め、20港中、17港で移入実績があった。なお、2008年のチップ消費量は国産:962万m³に対し、輸入:2,420万m³であり、輸入が国産の約2.5倍となっていた¹⁵⁾。

(7) 金属鋸の二次輸送

2007年の金属鋸輸入量上位20港について、輸入量と移出量を整理したのが、図-2.19である。20港中、12港

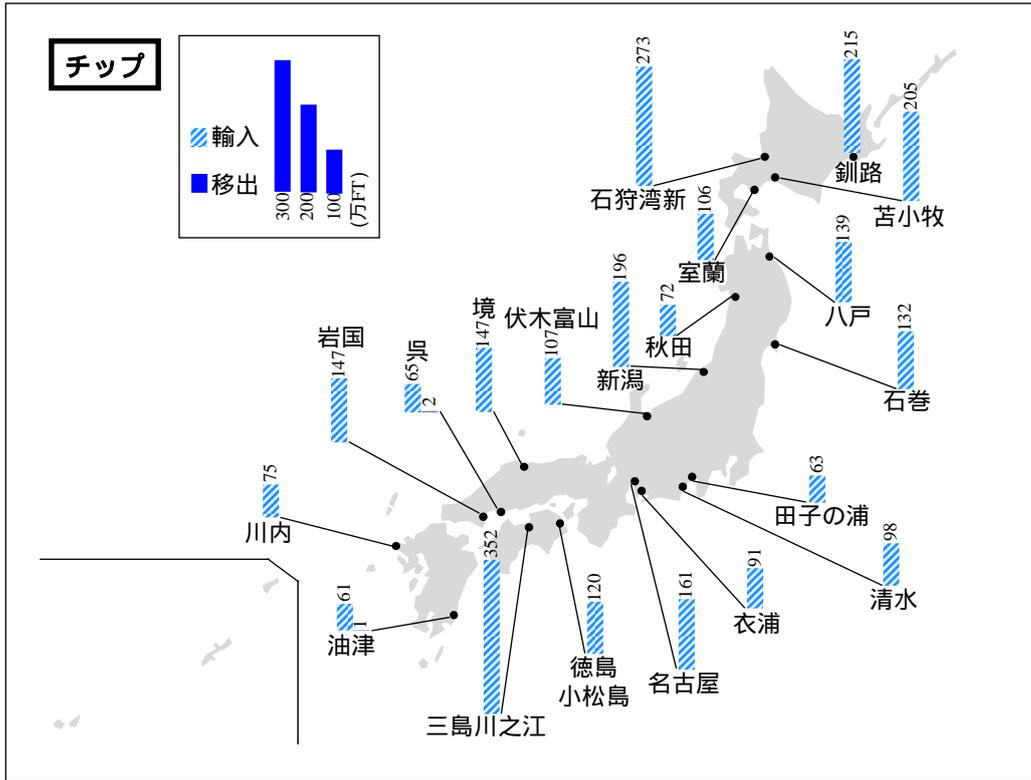


図-2.18 チップ輸入港湾における輸入量と移出量

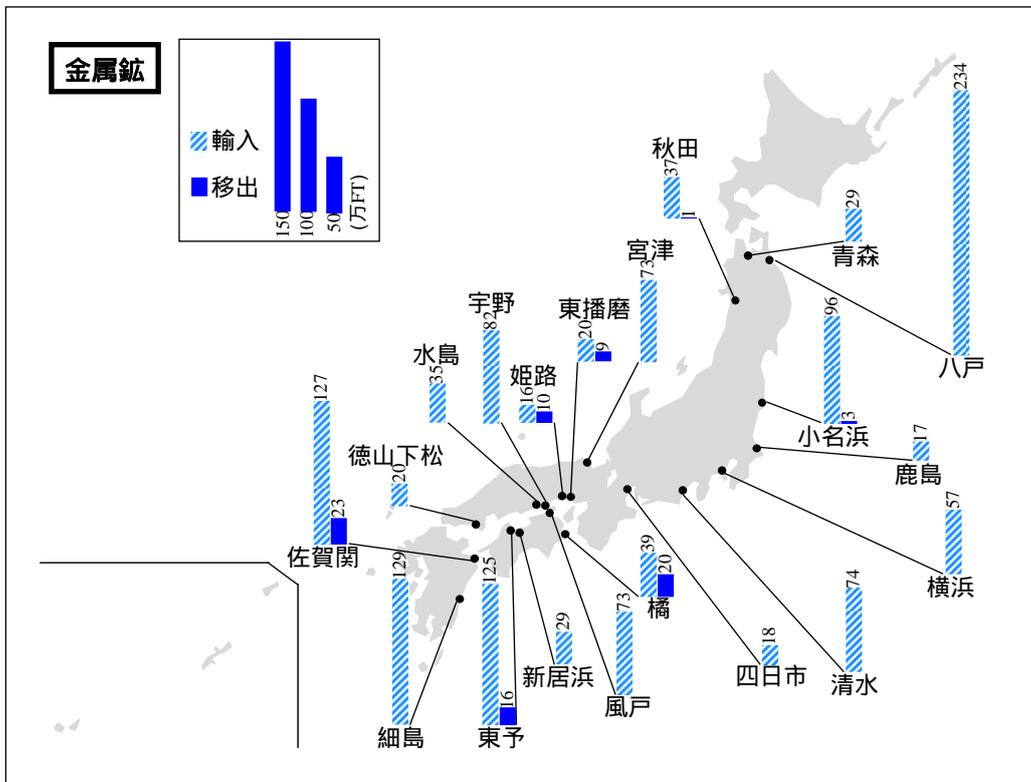


図-2.19 金属鋳輸入港湾における輸入量と移出量

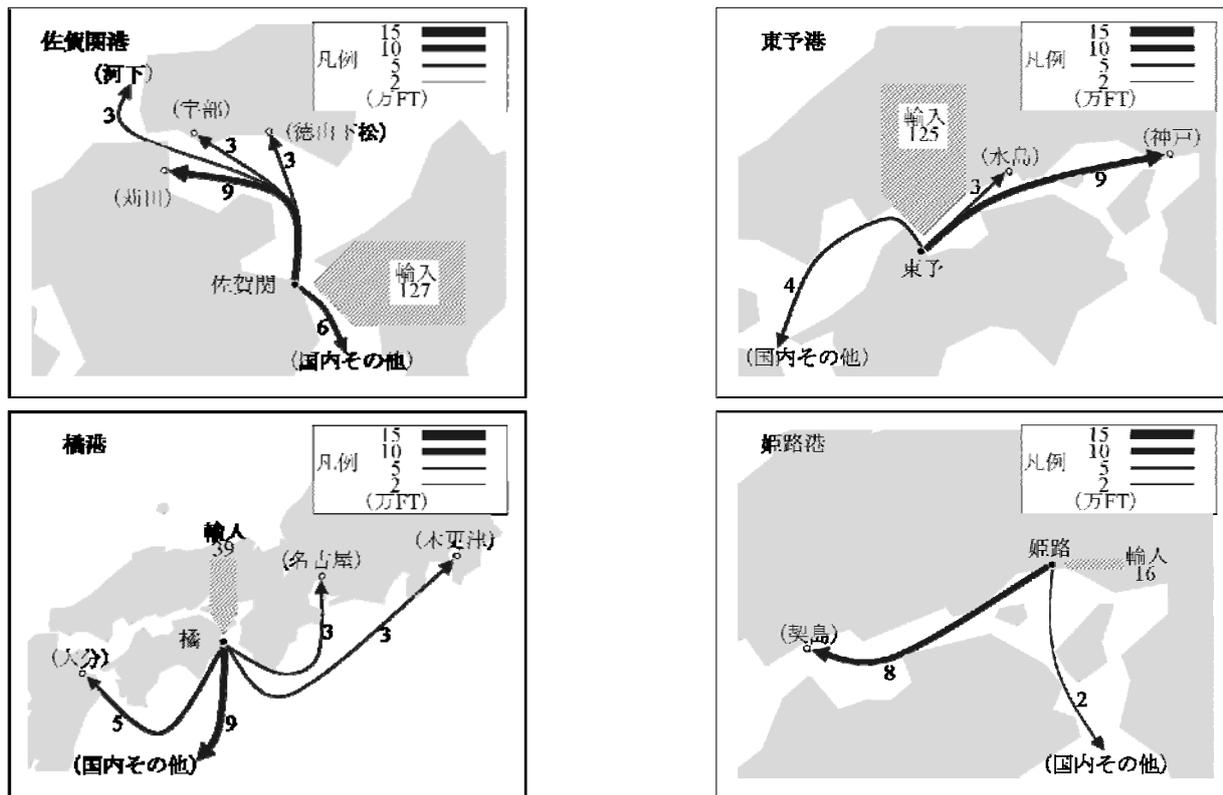


図-2.20 移出量の多い金属鋅輸入港湾の国内流動図

では、国内のいずれかの港湾への移出が記録されていた。輸入量に対する移出量の割合では、姫路：65%、橋：52%、東播磨：44%と高い港湾が存在した。

この品種「金属鋅」には、多種の金属鋅物が含まれている。港湾統計の品種分類においては、マンガン鋅、クロム鋅、タングステン鋅及びニッケル鋅が、具体例として挙げられており、鉛精鋅や亜鉛精鋅も含まれると考えられる。一方、これらから精製されたニッケル(めっき、蓄電池等に使用)、亜鉛(めっき等に使用)、鉛(蓄電池、はんだ等に使用)や加工品(例えば、二酸化マンガ：乾電池電極材等)は、港湾統計では金属機械工業品の非鉄金属に分類される。また、これらの鋅物を用いて生産された特殊鋼(ステンレス等)や合金鉄(フェロアロイ：航空機エンジン用スーパーアロイ等)は、金属機械工業品の鉄鋼に分類される。すなわち、精錬品・加工品・鉄鋼類は、いずれも、金属鋅には当たらない。

金属鋅輸入量の上位港であり、かつ、海上移出量の多い4港について、国内の流動図を整理したのが、図-2.20である。東予及び橋からの移出先は、製鉄所のある港湾が目立っており、製鋼過程での使用が想定される。一方、佐賀関及び姫路からの移出先には、製鉄所のある港湾は見られなかった。例えば、姫路からの主要な移出先である契島は、島全体が亜鉛・鉛の製錬所となっており、鉛

精鋅及び亜鉛精鋅を輸入する上で、契島への直接輸入が困難なことから、姫路から二次輸送しているものと推察される。金属鋅の主要な輸出元は、マンガン鋅が南アフリカ及びオーストラリア、クロム鋅がインド、ニッケル鋅がインドネシアであり^{16), 17)}、それぞれ異なっている。

以上、金属鋅については、ある程度二次輸送が見られるものの、様々な鋅物について、それぞれの状況に応じた輸送体系が取られているものと考えられた。輸入についても、鉛精鋅と亜鉛精鋅が同時に産出する他は、それぞれの輸出元も異なっていることから、積み合わせ等は多くないものと推察された。

(8) セメントの二次輸送

セメントは、先に述べたとおり、対外取引では、主に輸出品である。そのため、これまでの品種とは異なり、2007年に5万FT以上の輸出を記録した10港について、輸出量と移出量を比較した(図-2.21)。その中では、津久見(輸出：233万FT, 移出：196万FT)、徳山下松(輸出：107万FT, 移出：506万FT)、荻田(輸出：103万FT, 移出：768万FT)と、輸出・移出共に多い港湾が見られた。セメントは、製品の差別化が難しい均質な商品であり、輸送費がかさむこと¹⁸⁾からか、国内市場向けが多く、海外市場のみを対象とした輸出だけの港湾は無かった。ま

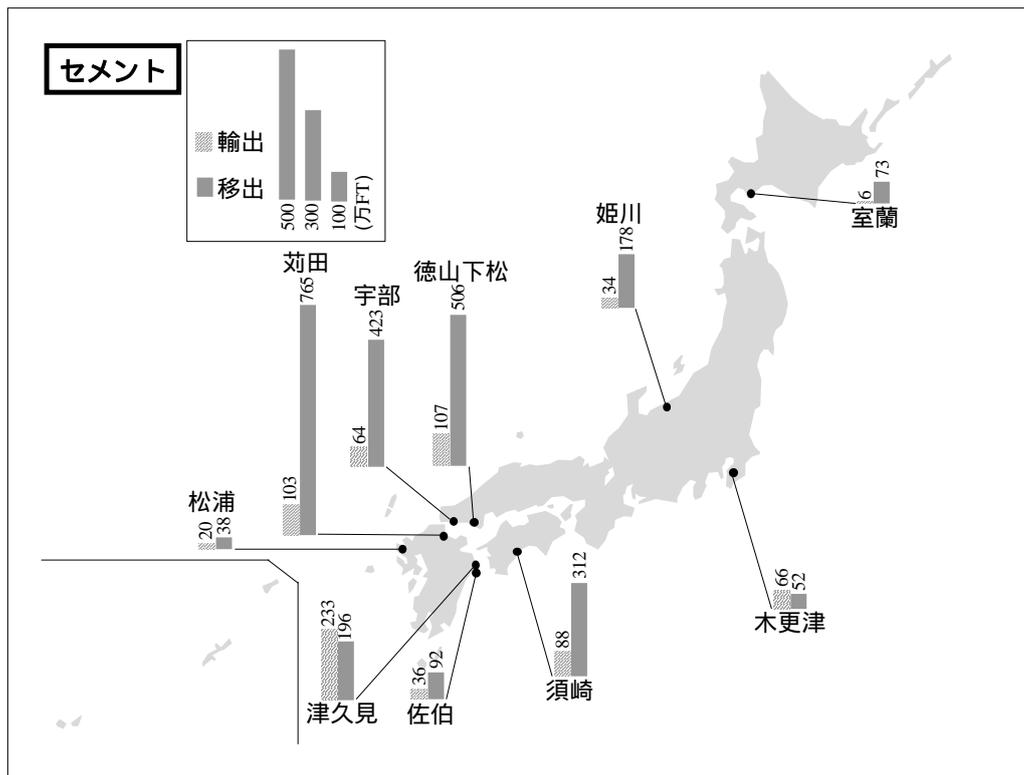


図-2.21 セメント輸入港湾における輸出品と移出品

た、函館（880万FT）、赤穂（343万FT）、大船渡（175万FT）、八戸（138万FT）のように、輸出が無く、移出だけの港湾も多かった。内貿のセメント輸送は、タンカータイプの専用船が用いられており、その船型は、平均4,400DWTで、最大20,000DWTクラスまで就航している⁵⁾。輸出とは直接の関わりは無いが、内航では、専用大型船による効率的輸送が図られていた。

2.3 近隣諸国からの二次輸送の分析

(1) 対象とする二次輸送

筆者らは、既報¹⁾において、三大バルク貨物にかかる近隣諸国からの二次輸送として、以下の二つを挙げた。

- ・韓国CTS（Central Terminal System）による石炭輸送：POSCO Terminal社（韓国の製鉄会社POSCOと三井物産の共同出資）による、石炭、鉄鉱石、マンガン鉱石等の輸送。積出国から光陽・浦項へは大型船で輸送し、韓国内、あるいは、近隣諸国へ中小型船で出荷する。日本へは、オーストラリア・カナダ等からの石炭を二次輸送している¹⁹⁾。

- ・フィリピン・シンター・コーポレーション（PSC）か

らの輸送：JFEスチールによる鉄鉱石の中継輸送。ブラジルからフィリピンVillanuevaへは、30万DWTクラスの鉱石船で鉄鉱石を輸送し、Villanuevaで焼結鉱にした上で、国内各製鉄所へ二次輸送している^{20), 21)}。

本節では、以上の二つの近隣諸国からの二次輸送について、輸入量や船型等について、入手できるデータの整理を行う。

(2) 輸入量の推移

まず、港湾統計により、韓国からの石炭輸入量の推移を見たのが、図-2.22である。2000年に53万FTを記録しているが、その後、これを超えてはいない。POSCO Terminal社の設立は2003年1月であるが、それ以前からPOSCOは、単独でCTS事業を行ってきたとされている¹⁹⁾。港湾統計では、海外の積出港が判らないため、韓国からの輸入が、全てPOSCO TerminalのCTS事業なのかどうかを判断する方法は無いが、韓国は主要な石炭輸入国の一つであることから、その輸出の多くの部分はCTS事業と想定される。図-2.22の全量がCTS事業であるとする、今のところ、日本向けCTS事業が大きく発展してきている状況では無いと言える。2007年の主要な輸入港湾は、酒田（16万FT）、苅田（9万FT）、新居浜（3万FT）等であった。また、CTS

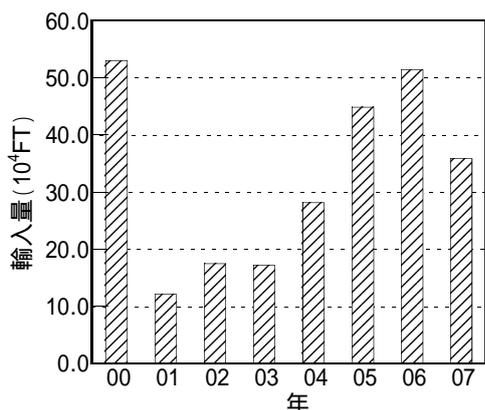


図-2.22 韓国からの石炭輸入量

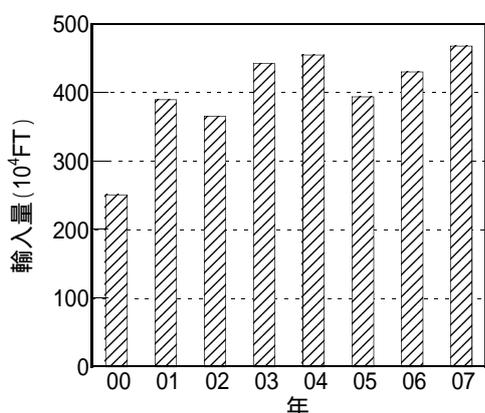


図-2.23 フィリピンからの鉄鉱石輸入量

事業で扱っている鉄鉱石についても、港湾統計において韓国からの輸入を確認したところ、年間15万FT前後で推移しており、横ばい傾向であった。

次に、港湾統計により、フィリピンからの鉄鉱石輸入量を見たのが、図-2.23である。やはり、これが、全量PSCからの焼結鉱の輸入であると判断する方法はない。しかし、かつて川崎製鉄が輸入していたフィリピンの鉄鉱石鉱山は、1975年に枯渇したとの情報²¹⁾もあり、文献²⁰⁾でも、鉄鉱石生産国リストにフィリピンは見当たらない。また、文献²¹⁾では、PSCにおける年間生産量が、現在、約550万MTであるとされており、2007年の生産量も500万MTを超えている。以上の状況を踏まえると、港湾統計による輸入量は、ほとんどが、PSCからの焼結鉱の輸入と想定される。輸入量は増加傾向であり、2007年には、468万FTに達していた。主要な輸入港湾は、千葉（242万FT）、福山（106万FT）、水島（81万FT）であった。

(3) CTS 事業による輸送状況

まず、CTS事業のためのPOSCO Terminalの港湾施設諸元等を整理したのが、表-2.4である。光陽・浦項共に、荷

表-2.4 POSCO Terminal の施設諸元等

港湾地区		光陽 POSCO	浦項 POSCO
荷揚	対応船型 (DWT)	250,000	250,000
	バース長 (m)	400	390
	バース水深 (m)	-22.5	-19.5
	荷揚量 (2007, 10 ⁴ FT)	-	-
貯炭能力 (10 ⁴ MT)		110	-
積出	対応船型 (DWT)	30,000	30,000
	バース長 (m)	-	-
	バース水深 (m)	-14.5	-13.0
	積出量 (2007, 10 ⁴ FT)	-	-

注) - は、データが入手出来なかったもの。POSCO Terminal¹⁹⁾等より作成

表-2.5 光陽 POSCO Terminal の日本寄港船

韓国港湾	出港日	GT	DWT	日本港湾	入港日
光陽	07/10/13	1,346	1,985	千葉	07/10/17
				横浜	07/10/17
光陽	07/11/7	4,818	7,984	津久見	07/11/8
光陽	07/11/18	4,818	7,984	津久見	07/11/19
光陽	07/11/23	15,575	26,666	酒田	07/11/26
光陽	07/11/25	4,818	7,984	津久見	07/11/27
光陽	08/10/6	3,678	6,329	坂出	08/10/7
				水島	08/10/11
光陽	08/10/9	4,048	5,210	坂出	08/10/10
光陽	08/10/13	2,977	1,376	坂出	08/10/16
光陽	08/10/24	4,944	6,280	大分	08/10/17
				千葉	08/10/27
光陽	08/10/25	4,303	6,818	東播磨	08/10/27
				名古屋	08/10/30

揚バースは、POSCO製鉄所のRaw Material Berthを使用している。光陽港の荷揚バースは、30万DWTクラスへの拡張済みとの情報²²⁾もある。一方、積出バースは、CTS事業用のバースであるが、同時に、製鉄副産物の積出にも使用されている¹⁹⁾。表-2.2に示した国内の石炭輸入港湾の港湾施設諸元に比べて、荷揚バースの対応船型も、積出バースの対応船型も大きく、この点からでも、大型船による輸送効率の向上が、CTS事業の大きなメリットであることが見て取れる。

次に、AISデータにより、光陽のPOSCO CTSバースへ着岸した船舶をリストアップした。データの対象期間は、2007及び2008年の10～11月である。AISデータの詳細については、文献²³⁾を参照されたい。さらに、このAISデータにより光陽港CTSバースへの着岸が確認された貨物船について、日本への寄港の有無や寄港港湾を、LMIUの寄港実績データにより整理した。その結果が表-2.5である。このデータは寄港実績であることから、厳密には、貨物を輸送しているかどうかの判定は出来ないものである。

しかし、港湾統計が公表されている2007年については、横浜を除き韓国からの石炭輸入が記録されており、CTS事業による輸送実績の可能性が高いと推察される。輸送船の船型は、日本の内貿と同じレベルの2,000DWT未満から、外貿のHandyに相当する30,000DWT近くまで見られたが、頻度が高かったのは、6,000～8,000DWTであった。

以上、CTS事業による韓国からの石炭輸入については、実績はあるものの、全輸入約1億8千万FTに対して、50万FT程度であり、大きな割合にはなっていなかった。ただし、CTS事業のバースは、国内港湾より大型船への対応が進んでいた。

(4) PSC からの輸送状況

VillanuevaのPSC Terminalの港湾施設諸元等を示したのが、表-2.6である。同Terminalは、1バースのみであり、荷揚・積出の共用で、30万DWTクラスまでの鉱石船に対応可能となっている。

PSCは、オーストラリア・ブラジル等からの鉱石輸送ルート上にあるとの特徴がある²¹⁾。一方で、PSCを子会社に保有するJFEスチールは、国内製鉄所におけるバースの対応船型に限界がある。そこで、特に遠距離となるブラジルから、30万DWTクラスの鉱石船によりVillanuevaまで輸送し、焼結鉱にした上で、国内製鉄所へ輸送するシステムを整えてきている。2008年5月には、同社初の30万DWTクラスのGRANDE PROGRESSO(図-2.24)が就航している²⁴⁾。この船を含め、2008年におけるブラジルからVillanuevaへの30万DWTクラスの鉱石船の寄港実績を、AISデータ及びLMIU寄港実績データよりまとめたのが、表-2.7である。2008年中には、4回の輸送が記録されており、全て満載とすると、100万MT超の鉄鉱石が輸送されたことになる。これに対し、同年において、LMIU寄港実績データより、Villanuevaから日本へのバルクキャリアの寄港を整理したのが、表-2.8である。全て鉱石船で、中心はCapesizeとPanamax、最大でも20万DWTクラスまでとなっていた。ブラジル - Villanuevaは30万DWTクラスで、Villanueva - 日本はCapesizeやPanamax中心で輸送し、全航程をCapesize等輸送するのに比べて、効率化を図っていることが確認された。

以上、PSCからの鉄鉱石(焼結鉱)輸入は約5百万FTで、全輸入約1億4千万FTに対して3.4%に相当しており、また、経年的に増加傾向であった。国内港湾の対応船型の制限の中で、鉱石専用船の大型化を図るための方策として、有効活用されているものと推察された。

表-2.6 Villanueva PSC Terminal の施設諸元等

港湾地区		Villanueva PSC
荷揚	対応船型(DWT)	300,000
	バース長(m)	351
	バース水深(m)	-25.0
	荷揚量(2007, 10 ⁴ FT)	-
貯蔵能力(10 ⁴ MT)		150
積出	対応船型(DWT)	300,000
	バース長(m)	351
	バース水深(m)	-25.0
	積出量(2007, 10 ⁴ FT)	-

注) - は、データが入手出来なかったもの。文献²¹⁾、Port Disbursement等より作成



図-2.24 30万 DWT 船 GRANDE PROGRESSO²⁴⁾

表-2.7 Villanueva への 30 万 DWT 船の寄港 (2008 年)

ブラジル 港湾	出港日	DWT	フィリピン 港湾	入港日
Tubarao	08/7/23	297,351	Villanueva	B 08/9/3
Ponta de Madeira	08/8/26	297,442	Villanueva	B 08/11/12
Tubarao	08/9/30	297,351	Villanueva	B 08/11/25
Ponta de Madeira	08/12/14	297,442	Villanueva	B 09/1/25

*) B は、入港日が不明であるが、当該日付より前であることを示す

表-2.8 Villanueva から日本への寄港 (2008 年)

Ship Type	回数	平均DWT	港湾	回数
VLOC	4	210,423	千葉	32
Capesize	28	173,058	福山	21
New P'max	1	87,144	水島	11
Panamax	32	75,001	川崎	3
Handymax	0			
Handy	2	25,924		
Mini	0			

3. 輸送コスト算定手法

3.1 概要

輸送の効率性の議論は、輸送にかかる料金やコスト、あるいは、時間の相对比较となる。輸送にかかるコスト（費用）は、以下に構成される^{25), 26)}。

- ・船費
 - 業務費：船員費，船舶修繕費，保険料，店費等
 - 資本費：利息，減価償却費
- ・運航費
 - 貨物費：ターミナル使用料，荷役作業料等
 - 港費：港湾使用料，入港料，パイロット料等
 - 燃料費（バンカー代）

これらのコストは、契約により、一部、もしくは、全部が船主の負担となる。船主は、このコストに、利潤を加味した対価を、荷主である用船者に、料金として求める。

一般に、料金は、運賃（Freight）と用船料（Hire）に大別される。運賃とは、航海用船契約（Voyage Charter）において、貨物運送の対価として、荷主である用船者が、船主に対して支払う料金である²⁵⁾。運賃は、契約により貨物費を荷主（用船者）が負担する場合と、船主が負担する場合の両方があるが、それ以外の船費及び運航費は、全て船主が負担する。一方、用船料とは、荷主等が一定の期間を定めて船を雇う場合の料金である²⁵⁾。用船料は、裸用船（Bareboat Charter）の場合、資本費を船主が負担、定期用船（Time Charter）の場合、全ての船費を船主が負担するが、運航費は荷主（用船者）の負担となる。

これらの料金は、輸送コストに利潤を加味したものであるが、個々の契約の利潤の大きさは、需要と供給の下、様々である。用船料の料金水準の目安として、パルティック海運取引所での運賃指標等が採りあげられることがあるが、そもそも、全ての契約が海運取引所で取引されているわけではない。大口契約は、個別に行われている場合も多いと推察される。また、運賃の料金水準の例として、Maritime Research Inc.によるデータ²⁷⁾を表-3.1に示す。品種別航路別に、MT当たりのUSD（米ドル）で示されているが、これも、Maritime Research Inc.が収集した契約情報（Dry Fixture）の中から、算定した結果である。このデータより、同品種同航路でも、2007年の1月と12月の運賃の料金水準は大きく異なっていることが判る。また、それぞれの料金は、契約形態や契約期間・数量によっても、当然差が出てくる。このような料金水準を、理論的に算定することは非常に困難である。

表-3.1 パルク貨物の運賃水準の例²⁷⁾

品種	航路	2007年1月	2007年12月
COAL	Roberts Bank - So Korea	\$20.50	\$49.50
GRAIN	River Plate - Algeria	\$58.00	\$100.50
IRON ORE	Pt Hedland - China	\$16.25	\$38.25

そこで、輸送の効率性を議論することを目的とした本資料では、需要と供給の関係の中で大きく変化する料金自体ではなく、各費用の積み上げで推計が可能な輸送コストをもって比較することとする。なお、バルク貨物輸送では、荷主（用船者）が自前の港湾で荷役させる F.I.O.（Free In Out）での契約が多いことから、貨物費は輸送コストから控除する。また、スピードより供給安定性が望まれるバルク貨物は、輸送効率における輸送時間の位置付けは低いと想定される。船速も、コンテナ船等比べてバルクキャリアは遅い。加えて、石炭や鉄鉱石では、一定の在庫（船上を含め）が不可欠となっているし、積出・荷揚港での滞船により輸送時間は大きく変わる。以上の状況を鑑み、本資料では、輸送時間は考慮しなかった。以降、まず船舶諸元を設定した上で、それぞれのコストについて、算定方法を述べていく。

3.2 船舶諸元等の設定

(1) 外航船

輸送コストの算定に当たっては、船型の設定が必要となる。すなわち、外航船の船型 Type 分類は、既報¹⁾を準用し表-3.2 としているが、港費の算定においては、載貨重量トン数（DWT）だけでなく、総トン数（GT）や全長等の具体的な数値が必要となる。本資料では、諸元値が一番必要となる港費を、LR-F の PORT Guide Online より利用できる G-Ports の Port Disbursement²⁸⁾に依ることから、その設定（表-3.3）を用いた。NPX（New Panamax）については、日本海事新聞の情報²⁹⁾を基に、大島造船の OS-MAX120 とサノヤス・ヒシノ明昌のハンディーケープより設定した（両船型については、4.2に記載）。ただし、30万 DWT 及び 40万 DWT の VLOC については、港費を外挿にて算定するため、船舶諸元は設定しなかった。

また、パナマ運河通航料の算定に必要なパナマ運河通航トン数（PC/UMS）については、整理されたデータが見当たらなかったことから、総トン数（GT）及び PC/UMS の定義式より、以下に簡易算定した。

1969年のIMOによる船舶のトン数測度に関する国際

表-3.2 船型 Type 分類

Type	DWT	B
Mini	- 19,999	- 31.9
Handy	20,000 - 34,999	- 31.9
Handymax	35,000 - 54,999	- 32.9
Panamax	55,000 -	31.0 - 32.9
New Panamax	- 119,999	33.0 - 49.0
Capesize	120,000 - 199,999	33.0 -
VLOC	200,000 -	33.0 -

表-3.3 船舶諸元設定 (外航船)

Type	DWT	GT	NT	L	B	d
HND	25,000	15,000	9,000	175	26	9.8
HMX	52,000	30,000	18,000	190	32	12.0
PMX	73,000	38,500	24,500	225	32	14.2
NPX	118,000	62,500	40,500	247	43	15.3
CPS	172,000	86,500	57,000	289	45	18.0
VL1	300,000	-	-	-	-	-
VL2	400,000	-	-	-	-	-

条約より, GT は以下に定義される.

$$GT = K_1 V \quad (1)$$

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V$$

ここに, V : 閉囲場所の合計容積 (m^3)

一方, PC/UMS はパナマ運河庁の規定³⁰⁾により,

$$PC/UMS = K_4 V + K_5 V$$

$$K_4 = \{0.25 + [0.01 \times \log_{10}(V)]\} \times 0.830$$

$$K_5 = [\log_{10}(DA - 19)] / \{[\log_{10}(DA - 16)] \times 17\} \quad (2)$$

ただし, 乗客数が100人以上,もしくは,

$$DA \leq 20m \text{なら}, K_5 = 0$$

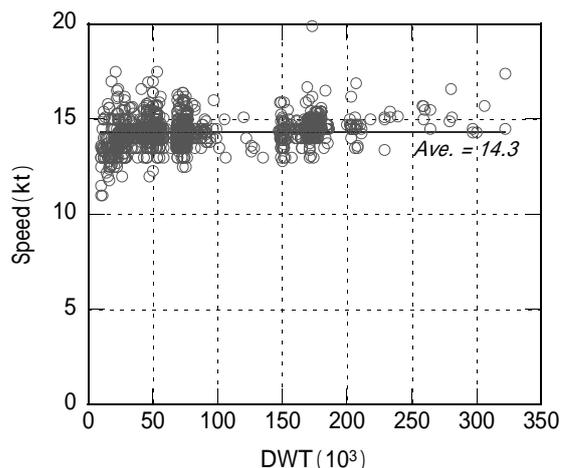
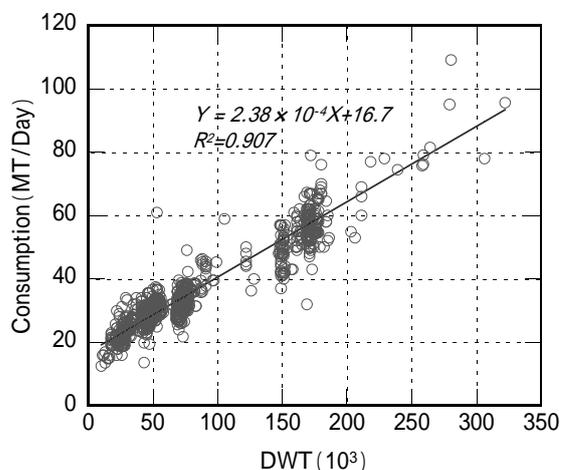
$$DA = V / (LA \times MB)$$

ここに, LA : 全長の 96%値

MB : 型幅

(1)式より, GT から V を算定し, (2)式に代入することにより, PC/UMS が概算できる. その結果, PC/UMS は, GT の 82~94%であった. パナマ運河を通航する場合, この PC/UMS により通航料を算定した.

船費の算定に必要な船速と, 燃料費の算定に必要な燃料消費量とは, Clarkson の Bulkcarrier Fleet Database の船舶諸元データより設定した. ここで, 1990年頃以前に建造された鉄鉱石運搬船は, 現在の船型とは異なり, 登載馬力数を低くし, 巡航速度を抑えた燃料消費量が少ない船型となっている³¹⁾. 実際に, 速度や燃料消費量の分析を行っても, 現在の船型とに, 差が見られた. そこで, 1990年頃以前に建造された退役間近のバルクキャリアを控除するため, 船齢15年以下を分析対象船舶とした. まず, 船速について, DWT との関係を見たのが, 図-3.1

図-3.1 DWT と船速の関係 (外航船)図-3.2 DWT と燃料消費量の関係 (外航船)

である. 船速は, DWT との間にほとんど関係が見られなかったため, 全船型で平均値 14.3kt と設定した. 次に, 燃料消費量 (MT/Day) と DWT の関係を見たのが, 図-3.2である. 燃料消費量は, 船型 (DWT) の増加に対して比例的に増加していた. 回帰直線の決定係数は 0.907であり, この回帰直線により, 燃料消費量を設定した.

(2) 内航船

内航では, バルク貨物は, フェリーやコンテナ船ではない, いわゆる在来船により輸送される. そこで, 在来船の中で, 経済船型と言われる⁵⁾199GT, 499GT 及び 699GT の3船型を設定した(表-3.4). 港費の算定においては, 700GT未滿の内航船は, とん税・特別とん税はかからず, 入港税についても免除されているため, 積載量を示す載貨重量トン数 (DWT) 以外の船舶諸元の設定は特段必要が無かった.

船費の算定に必要な船速と, 燃料費の算定に必要な燃

表-3.4 船舶諸元設定 (内航船)

GT	DWTの範囲	DWT設定
199	500 - 800	650
499	1,300 - 1,800	1,550
699	1,900 - 2,400	2,150

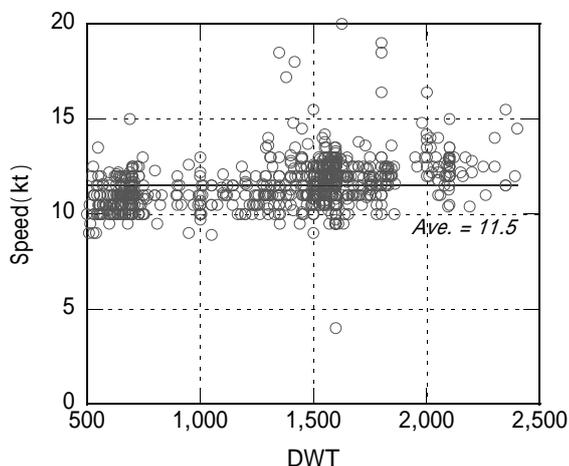


図-3.3 DWTと船速の関係 (内航船)

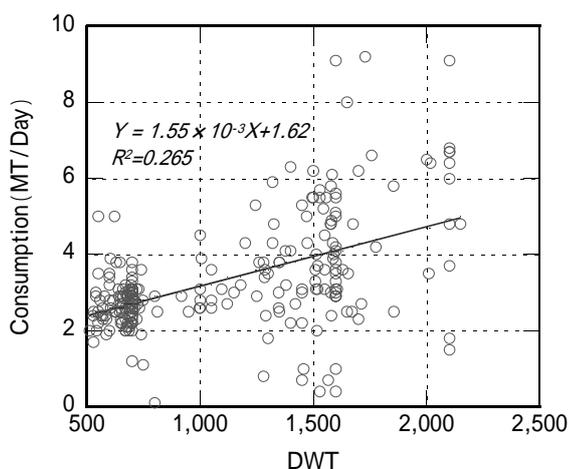


図-3.4 DWTと燃料消費量の関係 (内航船)

料消費量とは、日本船舶明細書の船舶諸元データを用いて設定した。外航と同じく、退役間近の船舶を控除するため、分析対象船舶は船齢15年以下とした。船速について、DWTとの関係を見たのが、図-3.3である。外航に比べて分散が大きいのが、やはりDWTとの間には、ほとんど関係がないと見られ、船型に依らず、平均値11.5ktをもって船速とした。次に、燃料消費量について、内航船では、小型船はA重油、大型船はC重油が基本⁵⁾であるが、両者を混合して用いている船舶もある。ここでは、分析の便宜上、基本となるA重油のみを使用している船舶を対象として、DWTとの関係を見たのが、図-3.4であ

る。DWTの増加に対して、燃料消費量が増加していると思われるが、分散が大きかった(回帰直線の決定係数: 0.265)。しかし、他にデータがないことから、この回帰直線を用いて燃料消費量を設定した。

3.3 船費

(1) 外航船

船費は、業務費(Operating Cost)と資本費(Capital Cost)に分類される²⁶⁾。外航船の業務費については、Drewryによる船型別船費³²⁾を元データとした。当該レポート³²⁾では、業務費を、Manning(船員費)、Insurance(保険)、Repairs & Maintenance(修繕費)、Stores/Supplies/Spares(店費/備品・消耗品費)、Management & Administration(管理費)に分割して示しており、2007年における各船型の業務費は、図-3.5のとおり。船型が大きくなるのに従い、業務費も増加しているが、増加割合は穏やかであり、DWT当りの業務費は減少していた。このデータを基に、任意のDWTに対する業務費を算定するため、DWTと業務費の関係を示したのが、図-3.6である。DWTの増加に対し、業務費の増加割合は逡減していくと想定されることから、累乗関数により回帰曲線を定めた。決定係数は、0.988であり、この回帰曲線を用いて、業務費を設定した。

さらに、船費のうち、資本費については、その基となるのが船価であることから、文献³³⁾より、2007年の船型別船価と平均DWTを用いて、DWTと船価の関係を示したのが、図-3.7である。業務費と同じく、累乗関数による回帰したところ、決定係数は、0.965であり、この曲線より任意のDWTに対する船価を定めた。資本費は、減価償却費と利子であることから、減価償却費は、償却期間20年、残存価値5%とした。また、利子は、近年の

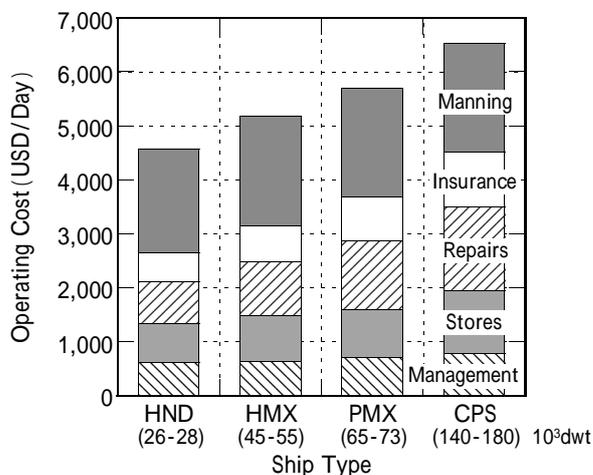


図-3.5 船型 Type 別 Operating Cost (2007年)

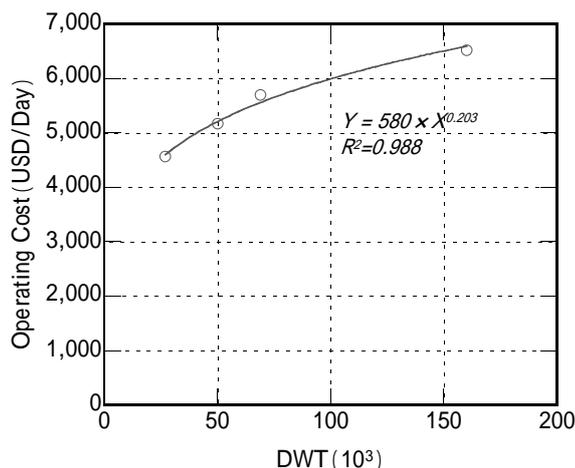


図-3.6 DWT と Operating Cost の関係

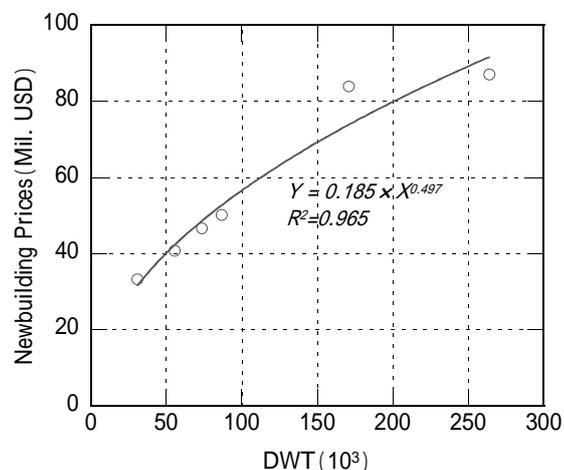


図-3.7 DWT と Newbuilding Prices の関係

先進国の長期金利（国債 10 年もの利回り）から、年率 5%と設定した。

以上の業務費と資本費を加えることにより、各船型に対し日当りの船費を設定した。なお、税金も船費の一要素であるが、バルクキャリアの多くが便宜置籍しているため、計上しなかった。

(2) 内航船

内航船の船費については、(財)海事産業研究所（現在の(財)日本海事センター）において、業務費と資本費を網羅したコストが、船型別に示されている³⁴⁾。そのコスト表より、年間の船費を、表-3.5 と設定した。199GT 船では、2005 年の海運活性化法により、16 時間以上の航海の場合 4 人乗りとすることが定められている³⁵⁾ため、4 名乗船の結果を用いた。

表-3.5 船費の設定（内航船）³⁴⁾

船型	年間船費(千円)
199GT*	103,945
499GT	143,449
699GT	176,106

*) 199GT は、4名乗船ベース

3.4 港費

(1) 外航船

各船が港湾を利用する際には、様々な利用料金がかかる。例えば、入港に際し必要な入港料やとん税、水先に必要なパイロット料、入港時にタグや警戒船が必要な場合には、これらにかかる料金も必要となる。代理店に諸手続きを依頼する料金も必要である。これらの利用料金は、実際に船舶を利用する諸条件により変化するため、一律の算定は困難である。さらに、専用施設の使用料や代理店料等は、国内においても、ほとんど公表されていない。海外港湾の諸費用を積み上げることは、さらに困難を伴う。以上の状況を鑑み、本資料では、G-Ports の Port Disbursement による港費データ²⁸⁾を用いることとした。

G-Ports の Port Disbursement²⁸⁾では、バルク貨物を取り扱う主要港湾について、品種別船型別に、さらに、パース別に費用が異なる場合にはパース別にも、必要費用を内訳込みで示している。ここで、Port Disbursement による港費を確認するため、港湾利用にかかる各種料金を詳細に公表している名古屋港について、特定の穀物パースを利用する場合の港費を、名古屋港港湾利用率表と比較した。その結果が、表-3.6 である。料率表からの算定に当たって、実際の所要時間や加算条件は不明なため、Port Disbursement に合うように想定し、その内容を、備考に記載した。比較した結果、まず、船型から算定されるとん税・特別とん税 (Tonnage dues) 及び入港料 (Port dues) に相違は無かった。私設岸壁使用料 (Wharfage) も、3 日間係留との条件を仮定すれば、相違が無かった。水先料 (Pilotage)、ひき船使用料 (Towage)、綱取放料 (Line handling) は、時間外に加算をした。ひき船使用料では、使用時間は 5.5 時間と想定された。以上の条件の下、料率表から算定された港費と Port Disbursement の港費との差は、11~18 万円 (算定額全体に対して 2~3%) であった。この結果より、Port Disbursement は料率表とほとんど差がないことが確認された。また、Port Disbursement に依れば、代理店料等に 60 万円余りを要し、名古屋港利用に際して必要な港費は、524~682 万円となっていた。外航船の港費は、設定された船型については、この数値

表-3.6 港費（外航船・穀物パース）の比較

(a) Port Disbursementによる港費

DWT	45,000	52,000	73,000
Tonnage dues	54.0	64.8	90.0
Port dues	7.0	8.1	10.3
Wharfage	183.3	211.5	267.9
Pilotage	115.9	127.2	149.2
Towage	86.0	86.0	86.0
Line handling	13.0	13.0	14.0
Agent expenses	12.0	12.0	12.0
Agency fee	50.0	50.0	50.0
Postage / Petties	2.5	2.5	2.5
Total	523.8	575.2	681.8

(b) 名古屋港港湾料率表より算定した港費

(単位:万円)

DWT	45,000	52,000	73,000	備考
とん税・特別とん税	54.0	64.8	90.0	
入港料	7.0	8.1	10.3	
私設岸壁使用料	183.3	211.5	267.9	3日間係留
水先料	102.2	110.2	129.0	日没～日出加算
ひき船使用料	88.4	88.4	88.4	時間外5.5時間
綱取放料	13.0	14.0	14.0	時間外50%加算

をそのまま用いるとともに、設定の無い船型（例えば、穀物では Handy : 25,000DWT や New Panamax : 118,000 DWT）に対しては、ほとんどの港費が、固定された基本費と各種トン（GT や NT 等）に応じた従量費で構成されていることから、品種別港湾別（パース別）に、DWT と港費の直線回帰式により算定した。

(2) 内航船

外航船に比べて、内航船の港費にかかる項目は少ない。とん税及び特別とん税は外国貿易船にのみ課され、入港料も、調べた港湾では、いずれも 700GT 未満は免除されていた。水先料も 1,000GT 未満の日本船舶には強制されない。ひき船も通常は使用しないと想定され、必要となる港費は、岸壁使用料、綱取放料及び代理店費である。前の 2 つの料金については、港湾利用料率表より、概ね明らかである。代理店費については、公表された料率が見当たらないことから、文献 36) の設定より、船型に依らず 3 万円 / 回とした。例として、名古屋港について、設定した港費は、表-3.7 のとおり。

表-3.7 港費（名古屋港・内航船）の設定

(単位:千円)

船型	199GT	499GT	699GT	備考
私設岸壁使用料	9.4	14.1	23.5	1.5日間
綱取放料	18.6	18.6	18.6	
代理店料	30.0	30.0	30.0	
合計	58.0	62.7	72.1	

3.5 燃料費

(1) 外航船

燃料費は、洋上航海（航走）と、港湾での停泊に必要な日数から燃料消費量を算定し、燃料単価を掛け合わせるにより算定する。

航走日数は、港湾間距離を船速で除すことにより、算定する。船速は、前述したとおり、船型に依らず、14.3kt と設定した。また、航走日数については、荒天時のスピードダウンを考慮するため、文献 26), 37) 等を参考に、全航走日数の 4% の余裕を見込んだ。また、航路は、全ての場合において、日本 - 積出国（積出） - 日本（荷揚）のラウンド航海とした。これは、日本の最終寄港港湾を、当該船との契約を開始する地点である Free Area に設定していることになる。Free Area の設定は、Rotterdam 等とする事例が見られた^{37), 38)}が、一律 Rotterdam 発とする、積出地による航走日数の差がほとんどでないこと、また、中国やインドネシア等近距離の航海で、Rotterdam からの契約は想定しにくいこと、さらには、石炭や鉄鉱石の輸送では、単純往復航路となる専用的な輸送に従事している船舶も多いことを考慮した。

また、停泊日数の中で、荷役に必要な正味の日数は、積出量もしくは荷揚量を Loader / Unloader の能力で除すことにより算定される。ここで、一日当りの荷役時間や各種の荷役条件は、荷役能力に換算することで考慮した。例えば、SHEX (Sundays and Holidays Excepted) の場合、1 週間のうち 1 日は荷役できないと考えて、日当たり荷役能力を 6/7 とした。WWD (Weather Working Days: 好天日荷役) についても、1 週間のうち、天候により 1 日は荷役できないと考えて、日当たり荷役能力を 6/7 とした。また、各港湾における荷役の遅れとして、文献 37) 等を参考に、申請してから実際に荷役が開始されるまでの 1 日、荷役遅れ等 1.5 日の合計 2.5 日の余裕を見込んだ。また、航路全体の停泊日数に対し、1 日の余裕を見込んだ。

航走・停泊時の燃料消費量については、航走・停泊日数に、それぞれの 1 日当たりの燃料消費量を掛け合わせるにより求まる。航走時の 1 日当たりの消費量は、3.2 において船型別に設定したが、停泊時の消費量は、

まとまったデータが見当たらなかった。そこで、文献 37)、38)等のデータを参考に、停泊時の消費量は、航走時の10%と設定した。これら、航走時及び停泊時の燃料消費量を足し合わせると、全燃料消費量となる。また、燃料単価については、2008年実績が異常値と考えられることから、便宜上、2007年のSingaporeでの通年平均：372 USD/MT³⁹⁾とした。

(2) 内航船

燃料費の算定方法は、内航船も、基本的には外航船と同じである。航路もラウンドとし、Free Areaも最終寄港港湾と設定した。ただし、停泊日数の余裕については、正味の荷役時間が数時間程度であることから、荷役開始までの時間及び荷役遅れに対する余裕を合わせて1日とした。

全燃料消費量に掛け合わせる燃料単価については、国内では石油石炭税が課されることから、海外での価格は使用できない。また、外航船はC重油を用いるのに対し、前述の通り、内航小型船は品質の良いA重油が使用される場合が多い⁵⁾ことを考慮し、文献 40)から、2007年の内航燃料油価格平均(A重油)：64,100円/MTとした。

3.6 総額の算定

これまで、船費、港費及び燃料費について、それぞれ算定手法を示した。これらを合計すれば、輸送コストの総額となる。この算定手法は、現在の料金水準において、どれだけ利益が出るのかを確認するためのVOYAGE ESTIMATEとして使用されている^{25,37)}。例えば、船会社は、船費に現在の用船料を用いて輸送コストを算定し、算定結果を運賃と比較することで、当該船を借り受け、運用することによる利益の見込みを立てることが出来る。

輸送コストの総額算定の例として、ここでは、Panamaxによって、石炭を、オーストラリア Newcastle から、日本の福山・北九州(戸畑)に2港揚げした場合を、図-3.8に示す。

まず、Ship Dataでは、船型に対する積載量は、DWT \pm 5%、もしくは、10%との契約が多いことから、石炭及び鉄鉱石については、DWTの95%のトン数(MT)、穀物については比重が軽いことを考慮しDWTの90%のトン数(MT)とした。図では、Panamax：73,000DWTに対して、積載量が、69,350MTとなっている。

Scheduleでは、日本の揚げ地の最後である北九州(戸畑)を出発地(Free Area)と設定し、オーストラリア Newcastle までの航路距離：4,441mile及びNewcastleから

福山までの航路距離：4,423mileは、AXS Marine Distance Table⁴¹⁾を用いた。また、福山と北九州(戸畑)の航路距離は、内航であることから、内航距離表⁴²⁾を用いた。各積出港におけるLoaderの能力、各荷揚港におけるUnloaderの能力は、Port Disbursementのデータ²⁸⁾を用いた。

Bunker Consumptionでは、Scheduleで算定された航走日数と停泊日数に対し、それぞれの燃料消費量を掛け合わせた。

Port Chargesでは、Port Disbursement²⁸⁾による船型別港費を用いた。Port Disbursementにおいて、米国ドル(USD)での港費が記載されている場合は、その値をそのまま用い、現地通貨のみで記載されている場合は、USDに換算した。

TOTAL COSTでは、これまで算定してきた燃料費(Bunker Consumption)、港費(Port Charges)と、Scheduleから算定された総日数(航走日数+停泊日数)に、一日当りの船舶コストを掛け合わせた船費(Ship Cost)とを加えて、総コスト(Total)を算定した。ここでは、総コスト：118万USD(約1.1億円)で、そのうち、53%が船費、31%が燃料費、16%が港費であった。最後に、輸送効率を比較する指標となる輸送量(MT)当たり輸送費(Cost per MT)を算定した。ここでは、17.0USD/MTとなった。

なお、参考として、三大バルク貨物の主要な航路での本資料のコスト算定値と、既往資料での運賃の料金水準とをまとめておく。ただし、前述したとおり、本資料の輸送コストは、個別具体的用船価格や、滞船によるコスト増等の需給関係を踏まえた料金とは、性質が異なっている。また、その前提条件も異なっている部分が多い(例えば、同じCapesizeでも、17万DWTと15万DWTといったように)。したがって、この比較は、あくまで、両者の数値を単純に並べたものであり、本来、比較を行えるものではない。表-3.8がその結果であるが、2009年の運賃の料金水準に対して、本資料のコスト算定値は6~9割程度であったのに対し、高騰した2008年の運賃の料金水準に対しては、その割合は、3~4割程度となっていた。本章の冒頭で述べたとおり、荷動き量の増減や滞船等の状況によって、運賃の料金水準は大きく上下していることが判る。

以上の手法により、品種別船型別、さらには、輸送ルートや荷揚港数を変えた場合の輸送コストの算定が可能となった。

Cargo : Coal				
Ship Data				
Ship Size	PMX			
DWT	73,000			
Quantity	69,350			
Speed	14.3			
Fuel Consumption	34.1			
Cost (USD/Day)	16,258			
Schedule				
Port	Distance	Running	Staying	Loader/Unloader
Kitakyusyu(Tobata)	4,441	12.9		
Newcastle	4,423	12.9	3.1	5,000t/h 24h SHINC
Fukuyama	165	0.5	3.7	1,200t/h 24h SHINC
Kitakyusyu(Tobata)			3.5	1,500t/h 24h SHINC
Reserve		1.1	1.0	
Total (Day)		27.4	11.3	
Bunker Consumption				
Running (MT)	934.3			
Staying (MT)	38.5			
Total (MT)	972.9			
Price (10 ³ USD)	361.9			
Port Cahrges				
Newcastle (10 ³ USD)	41.7			
Fukuyama (10 ³ USD)	64.9			
Kitakyusyu (10 ³ USD)	81.5			
Total (10 ³ USD)	188.1			
TOTAL COST				
Ship Cost (10 ³ USD)	629.2			
Bunker (10 ³ USD)	361.9			
Port Charge (10 ³ USD)	188.1			
Total Cost (10 ³ USD)	1,179.2			
Cost per MT (USD/MT)	17.0			

図-3.8 Voyage Estimate (Coal , Panamax , Newcastle - Fukuyama - Tobata)

表-3.8 本資料のコスト算定値と既往資料での運賃の料金水準との比較

品種	航路	船型	コスト 算定値	Tramp Data ³⁸⁾		Clarkson ⁴³⁾	
				運賃 (時期)	運賃 (時期)	運賃 (時期)	運賃 (時期)
Coal	Aust./Japan	CPS	10.4	18.7 (Jul '09)	30.2 (Jul '08)	11.8 (May '09)	25.7 ('08 Ave.)
		PMX	14.8			12.0 (May '09)	35.0 ('08 Ave.)
Iron Ore	Brazil/Japan	CPS	21.5	37.9 (Jul '09)	86.9 (Jul '08)	25.8 (May '09)	59.1 ('08 Ave.)
	Aust./Japan	CPS	8.6			10.0 (May '09)	23.1 ('08 Ave.)
Grain	Gulf/Japan	PMX	37.2			50.3 (May '09)	114.1 ('08 Ave.)
		HMX	43.1	60.0 (Jul '09)	128.2 (Jul '08)		
	USEC/Japan	HND	34.3	51.5 (Jul '09)	112.5 (Jul '08)		

*) 本資料の輸送コスト算定値は、一港揚げでの航路平均値である。

4. 輸送効率化に向けた考察

4.1 概要

ドライバルク貨物輸送について、既報¹⁾より、三大バルク貨物の輸送船型は明らかになっている。その中で、Capesize が石炭と鉄鉱石の両品種を輸送する等重なりが見られる。一方で、単独の品種しか輸送しない専用船も存在する。そこで、まずは、主に三大バルク貨物輸送に携わる Panamax 以上の船型動向を一括で分析し、さらに、品種別に輸送船の分析、輸送コスト等の試算を通して、輸送効率化に向けた考察を行う。一方、その他のマイナーバルク貨物については、チップ・セメントを除き、専用船による運搬よりも、多数のバルク貨物輸送に対応したバルクキャリアでの輸送が多いことから、Handymax 以下のバルクキャリアの船型動向により、一括で考察する。

4.2 三大バルク貨物輸送にかかる船型動向

(1) 品種と船型 Type の関係

三大バルク貨物及びマイナーバルク貨物について、世界の輸送船の船型 Type を整理したのが、図-4.1 である。図中で、が付されている船型 Type が中心となる。三大バルク貨物については、既報¹⁾において、石炭：Panamax 及び Capesize、鉄鉱石：Capesize 中心で VLOC が増加傾向、穀物：Panamax が中心で、次いで Handymax と整理された。マイナーバルク貨物については、Handymax 以下が中心である³³⁾。そこで、大まかに輸送船の船型 Type を、三大バルク貨物と、マイナーバルク貨物とに分類すると、概ね、前者が Panamax 以上、後者が Handymax 以下とすることが出来る。そのため、ここでは、三大バルク貨物輸送にかかる船型動向として、Panamax 以上を採りあげることとする。ただし、実際には、多くのバルクキャリアが、多数の品種を輸送できる構造となっていることから、例えば、滞船や輸送量の増加等により、鉄鉱石や石炭の船腹需要が大幅に増えれば、Panamax クラスの多くが石炭輸送にまわり、穀物輸送は Handymax の割合が増え、マイナーバルク貨物輸送は Handy 以下の割合が増えるという連鎖が起こるし、逆に、鉄鉱石や石炭の船腹需要が大幅に減少すれば、穀物輸送の Panamax の割合やマイナーバルク貨物輸送の Handymax の割合が増えることとなる。このように、鉱石専用船のような特定の輸送品種に特化した船舶を除けば、品種と輸送船の船型 Type の関係は、ある程度流動的な部分がある。

船型 Type	石炭	鉄鉱石	穀物	マイナー
Mini				●
Handy			●	●
Handymax	●		●	●
Panamax	●		●	●
New Panamax				
Capesize	●	●		
VLOC		●		

図-4.1 品種別の輸送船の船型 Type

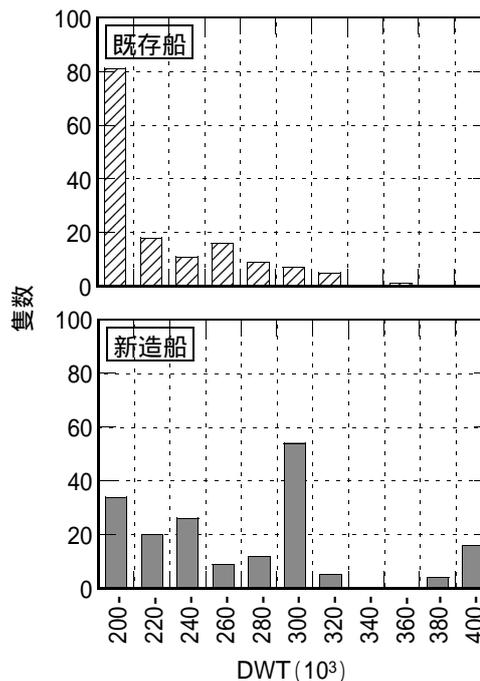


図-4.2 VLOC の既存船・新造船の船型別隻数

(2) VLOC の大型化・大量発注

ヴァーレによる史上最大 40 万 DWT・VLOC (Very Large Ore Carrier) を始めとし、VLOC が大量に発注されている。図-4.2 は、最新の Clarkson データ (2009 年 7 月) において、現在就航中の既存船及び新造船の DWT に対する隻数を示したものであるが、既存の VLOC のほとんどが 20 万 DWT クラスであるのに対し、新造船は 30 万 DWT クラスが多くなっており、今後、このクラスが、VLOC の中心となってくることが判る。全隻数を見ても、既存船：148 隻に対して、新造船：180 隻であり、既存船を上回る大量の VLOC が、今後、数年から、遅くとも、5 年以内には就航する予定となっている。

(3) Capesize の大型化

Capesize について、最新の Clarkson データより、既存船及び新造船の DWT に対する隻数を示したのが、図-4.3 である。新造船が 17~19 万 DWT に集中しているのに対

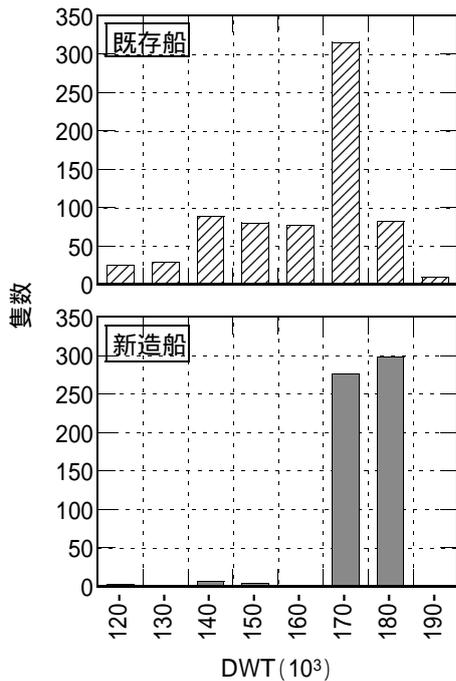


図-4.3 Capesize の既存船・新造船の船型別隻数

し 既存船では 14～17 万 DWT にも 250 隻近くが見られ、同じ船型 Type においても、積載量 (DWT) が増加してきているものと推察された。

そこで 過去の Capesize の船型の変化を追うため LR-F の船舶諸元データより、2008 年、2003 年、1998 年及び 1993 年の各年末に就航していた Capesize のうち、直近 5 年間の新造船の DWT 分布を整理したのが、図-4.4 である。ここで、船型の変化を確認するには、他に過去の時点の全既存船を整理する方法もあるが、年代による変化をより明確に追うために、新造船に限定して整理した。図の横軸は、5,000DWT 刻みで、数値はその最低値を示している (120 とは、120,000DWT 以上、125,000DWT 未満) 図より、1989～1993 年当時は、Capesize は 15 万 DWT 前後が中心であったのに対し、1994～1998 年では、そのクラスの大船化 (DWT 増加) に加えて、17 万 DWT 前後の船型が出現していた。さらに 1999～2003 年になると 17 万 DWT 超に集中し、2004～2008 年には、18 万 DWT 前後にまで大船化していた。Capesize の船型は、大船化してきたと言える。

同じデータにおいて、各年代の新造船の DWT 全長 (L) 及び満載喫水 (d) の平均値及び 75% 値を示したのが、表-4.1 である。平均値は算術平均、75% 値は、数値を順番に並べて、上位 1/4 (下位 3/4) の値であり、実在する船舶の諸元値である。DWT では、1989～1993 年には、平均値・75% 値のいずれも 15 万 DWT 台であったのに対し、1994～1998 年には 75% 値が、1999～2003 年には平均値も

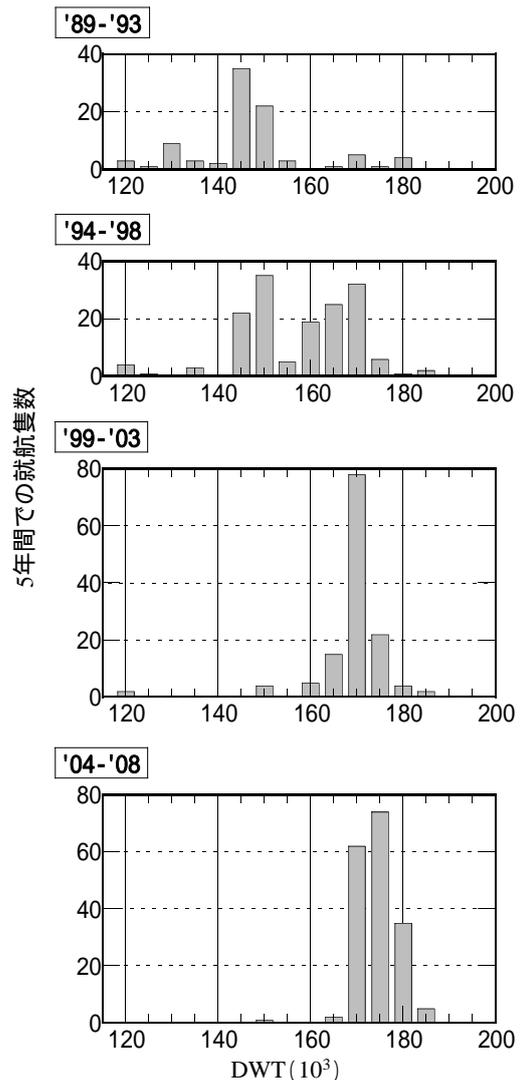


図-4.4 Capesize の年代別新造船の DWT 分布

表-4.1 Capesize の年代別新造船の諸元値

諸元	'89-'93	'94-'98	'99-'03	'04-'08	
DWT	平均値	150,203	159,895	171,112	176,255
	75% 値	151,439	170,164	172,964	178,021
L	平均値	266	261	284	289
	75% 値	280	289	289	289
d	平均値	16.7	17.2	17.0	18.0
	75% 値	17.4	17.6	17.8	18.2

17 万 DWT 台になっており、最新の 2004～2008 年の 75% 値は、18 万 DWT 弱となっていた。一方、全長は、平均値は増加してきていたが、75% 値は欧州有数の鉄鉱石荷揚港湾 Dunkirk (フランス) の入港制限に合わせた船型である Dunkirkmax : 289m⁴⁴⁾となっていた。満載喫水は、平均値・75% 値共に、1m 前後深くなっていた。積載量の増加は、全長にはあまり現れておらず、満載喫水に影響が見られた。

また、図-4.3において、全体の隻数を見ると、既存船：704隻に対し、新造船：589隻であり、新造船の方が既存船より多くなっていたVLOCには及ばないが、今後、数年から5年以内に、既存船の8割に当たる新造船が、新規に就航する予定となっていた。

(4) パナマ運河拡張の影響とPanamaxの大型化

現在、パナマ運河庁(Panama Canal Authority)は、2014年完成目標で、同運河の拡張工事を進めている。コンテナ船では、既存Panamax：4,500TEUクラスに対して、拡張後の運河を通航可能な最大船型であるNew Panamax：12,000TEUクラスとなる⁴⁵⁾ことから、12,000TEUクラスのコンテナ船が、多く建造されている最中である(経済危機の影響で就航が遅れているとの情報もあり)。一方、バルクキャリアについては、既存Panamax：6～8万DWTクラスが、拡張後の運河に合わせて、どこまで船型が大きくなるのかは定かではない。パナマ運河拡張に対応したNew Panamaxとして示されている設計例を表-4.2(a)に示すが、9万DWTクラスとして、既存Panamaxより幅を大きくした船型(名村造船：パワーマックス、今治造船：IS NEXTER)もあり、満載喫水を新開門の制限に合わせた11～12万DWTクラス(サノヤス・ヒシノ明昌：ハンディーケーブ、大島造船：OS-MAX120)もある。さらに、全長・幅の制限から言えば、17万DWTクラスのCapesizeも、そのほとんどが、新開門を通航可能である。また、本格的な輸送が1960年代に開始された歴史の浅いコンテナ船では、当面、既存Panamax(1990年代以降建造)の代替建造は多くないと想定されるが、相対的に歴史の長いバルクキャリアでは、既存の老齢Panamaxの代替船が、どの程度の大きさとなるのかも問題となってくる。

この新造船の船型動向を把握するため、最新のClarksonデータにおいて、既存船と新造船のDWTに対する隻数を示したのが、図-4.5である。55,000DWTを超えるHandymaxが出てきていることから、60,000～120,000DWTまでの範囲で示した。既存船については、型幅(B)が判るため、PanamaxとNew Panamaxを明確に分けたが、Panamaxは85,000DWT未満までであったのに対し、New Panamaxのほとんどは、85,000DWT以上100,000DWT未満であった。この既存New Panamaxの設計例を、表-4.2(b)に示すが、(a)のパナマ運河拡張に対応した船型に比べて、満載喫水が浅いことが判る。これらは、水深のあまり深くない日本の火力発電所のための石炭バースに対応した幅広浅喫水船であり、既存Panamaxよりも満載喫水が浅くなっていた。一方、新造船では、

表-4.2 New Panamax の設計例

(a) パナマ運河拡張に対応したNew Panamax

会社名	船型名称	DWT	L	B	d
サノヤス・ヒシノ明昌	ハンディーケーブ	116,000	245	43	15.3
名村造船	パワーマックス	93,000	235	38	14.2
大島造船	OS-MAX120	120,000	250	43	15.3
今治造船	IS NEXTER	95,000	234	38	14.4

(b) 既存New Panamax

会社名	船型名称	DWT	L	B	d
名村造船	90型	90,000	226	43	12.8
大島造船	106 Type	106,000	255	43	13.5
大島造船	96 Type	96,000	235	43	13.6
今治造船	91型	91,000	250	43	12.1
今治造船	CORONA (88型)	88,000	230	38	13.8

*) 文献²⁹⁾、各社Web、Clarkson・LR-Fデータより作成

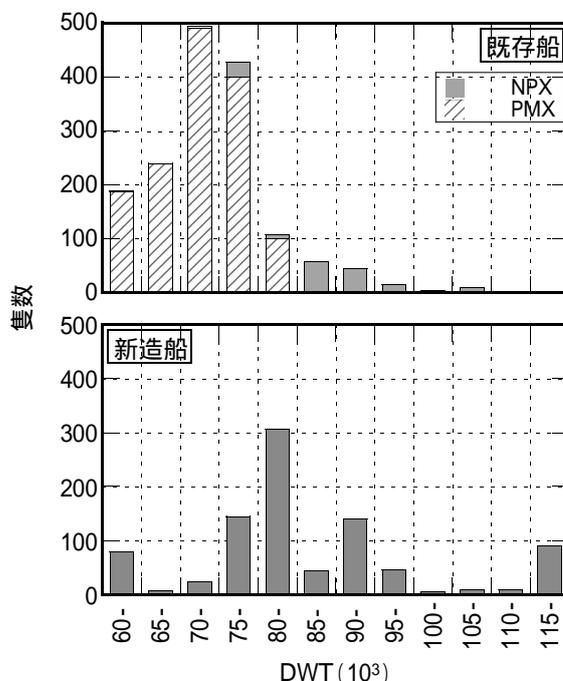


図-4.5 Panamax・New Panamaxの既存船・新造船の船型

型幅が不明のため、DWTのみでの表示となっているが、パナマ運河拡張に対応したNew Panamaxとして、90,000DWT以上100,000DWT未満や、115,000DWT以上に、多くの新造船が存在した。すなわち、従来、幅広浅喫水船であった既存New Panamaxであるが、今後は、パナマ運河の拡張を踏まえ、当面、満載喫水が既存Panamaxと同等の9～10万DWTクラスと、さらに大型化して満載喫水を新開門の制限に合わせた11～12万DWTクラスの2つが就航する見込みである。

一方で、75,000DWT以上85,000DWT未満にも多くの新造船が見られ、依然としてPanamaxも建造中であるも

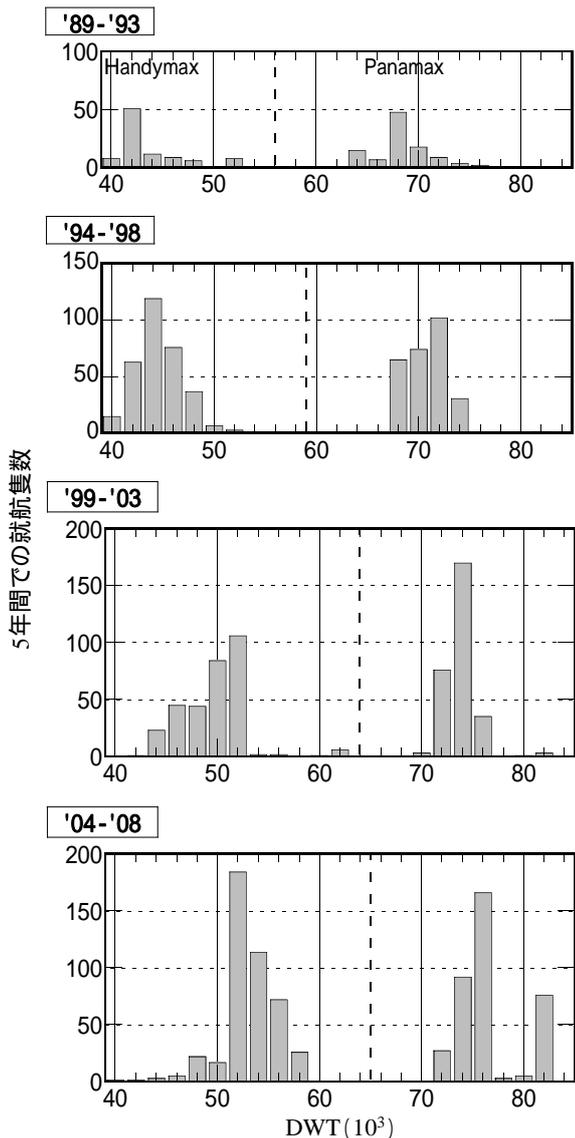


図-4.6 Panamax の年代別新造船の DWT 分布

の、その船型は既存船（最頻値：7万～7万5千 DWT）より少し大きいことが判った。ここで、既存 Panamax の過去からの大型化の状況を確認するため、LR-F データより、5 年毎の新造船の DWT 分布を整理したのが、図-4.6 である。Panamax と Handymax の境界値（DWT）が大きくなっていることが想定されるため、概ねの Handymax も入るように、図は 4 万 DWT 以上とした。横軸は、2,000DWT 刻みで、数値はその最低値を示している。図より、既存 Panamax が、時代を追って大型化してきているのは明らかであり、1989～1993 年就航の Panamax の DWT 最頻値が 6 万 8 千～7 万 DWT であったのに対し、2004～2008 年就航の Panamax では、7 万 6 千～7 万 8 千 DWT となっていた。

Panamax 及び Handymax の大型化が見られたことから、その境界値を、各年代の両船型の最頻値の中間（例えば、

表-4.3 Panamax の年代別新造船の諸元値

諸元		'89-'93	'94-'98	'99-'03	'04-'08
DWT	平均	69,545	71,837	74,704	77,381
	75% 値	70,424	73,301	75,574	77,328
L	平均	211	213	218	226
	75% 値	226	225	225	225
d	平均	12.9	13.4	13.6	14.1
	75% 値	13.3	13.9	14.0	14.3

2004～2008 年の場合、Panamax：77,000DWT、Handymax：53,000DWT より、境界値：65,000DWT）と定義し、図中に点線で示した。この Panamax の定義において、各年代の新造船の DWT、全長（L）及び満載喫水（d）の平均値及び 75% 値を示したのが、表-4.3 である。DWT は、平均値及び 75% 値共に順次増加しており、この 15～20 年間の増加量は約 7 千 DWT であった。2004～2008 年の就航船では、75% 値が平均値より低くなっていたが、これは、2006 年頃から出現した 8 万 DWT 超の Panamax の影響で、平均が上方に引っ張られたためである。全長は、平均値は増加傾向であったが、75% 値は日本の主要穀物バースの入港制限に合わせた船型である Japanamax：225m⁴⁶⁾となっていた。詳細にデータを見てみると、この上限値 225m において設計された Panamax の割合が、年代を追って増加してきていると共に、近年、これを超える全長を持つ Panamax も増加してきていた（これが、平均値が 75% 値を超えている原因）。満載喫水は、平均値及び 75% 値共に増加傾向であり、15～20 年間で、1.0～1.2m 深くなっていた。なお、表-4.2(a)のパナマ運河拡張に対応した 9～10 万 DWT クラスの New Panamax の満載喫水は、2004～2008 年竣工の最新 Panamax の満載喫水と同程度であった。

以上より、三大バルク貨物輸送を担う Panamax 以上の船型動向については、以下に整理される。

- ・既存船を超える隻数の VLCC が、今後就航予定。船型も、20 万 DWT 後半～40 万 DWT にまで大型化する。
- ・既存船と同程度の隻数の Capesize が、今後就航予定。船型も、継続的に大型化してきており、今後の就航船は、18 万 DWT クラス中心となる。
- ・パナマ運河拡張に対応し、9～10 万及び 11～12 万 DWT クラスの New Panamax が就航予定である。
- ・Panamax の船型は継続的に大型化してきており、今後の就航船は、8 万 DWT クラス中心となる。

4.3 石炭輸送に関する考察

(1) 輸送船の分析

石炭は、製鉄用コークスの原料となる原料炭と、発電用ボイラー等の燃料に使用される一般炭に大別される。原料炭は、主に製鉄所のための鉄鋼原料共用バースにおいて、鉄鉱石と共用で取り扱われる。鉄鉱石輸送船は、石炭輸送船より船型が大きい^{1), 2)}ため、多くの製鉄所のための鉄鋼原料共用バースは、石炭輸送船に対して、十分な能力を保持している場合が多い。一方、一般炭は、火力発電所等のための石炭専用バース（製鉄所ではないコールセンターを含む）において取り扱われることが多いため、製鉄所のための鉄鋼原料共用バースに比べて、相対的に対応可能な船型が小さい場合が多い。バース対応船型に差があれば、輸送船にも差が出るものと考えられる。そこで、既報¹⁾において整理した北東アジア主要国への石炭輸送について、荷揚港に製鋼一貫の製鉄所が存在する場合には原料炭（Coking Coal）を、存在しない場合には一般炭（Thermal Coal）を荷揚げしたと単純化し、それぞれの船型 Type 別の寄港隻数を整理した。その結果が、図-4.7～図-4.9 である。期間は、2007 年の一年間、石炭輸出国である中国を除く日本、韓国及び台湾を対象とした。寄港隻数であるため、2 港揚げ、3 港揚げの場合、それぞれ、2 隻及び 3 隻とカウントしている。なお、製鋼一貫の製鉄所が存在したとしても、製鉄所のための鉄鋼原料共用バースにおいて一般炭を荷揚する場合もあり、また、同港湾内に石炭火力発電所やセメント工場等が存在する場合もあるため、完全に、原料炭・一般炭の荷揚げを区分できているわけではない点に留意されたい。

まず、日本の結果を見た図-4.7 では、一般炭輸送の寄港隻数は、Panamax（PMX）及び New Panamax（NPX）が多くなっていた。この New Panamax は、幅広浅喫水型の既存船である。一方、原料炭輸送の寄港隻数は Capesize（CPS）が一番多くなっていた。20 万 DWT 超の VLOC（VLO）の荷揚げは、原料炭のみであった。日本については、明確に、原料炭の方が、一般炭より大型船で輸送していたと言える。

次に、韓国の結果を見たのが図-4.8 である。一般炭輸送の寄港隻数が一番多かったのは Panamax であったのに対し、原料炭輸送の寄港隻数が一番多かったのは、Capesize であった。やはり、原料炭の方が、一般炭より大型船で輸送していたと言える。ただし、韓国については、一般炭輸送でも Capesize の寄港が結構見られた点と、Mini（MIN）について、原料炭の寄港隻数が、一般炭より随分と多くなっている点が、日本とは異なっていた。

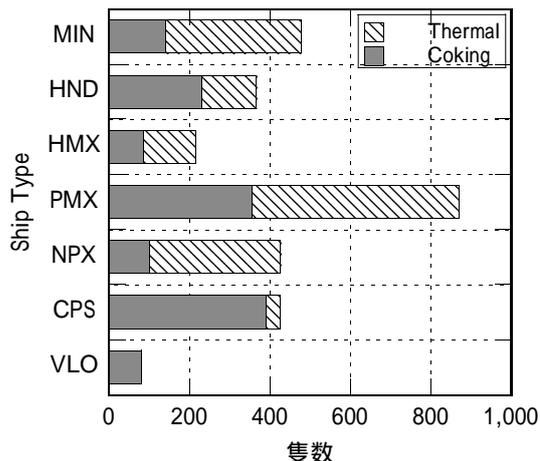


図-4.7 原料炭・一般炭別の寄港隻数（日本・2007年）

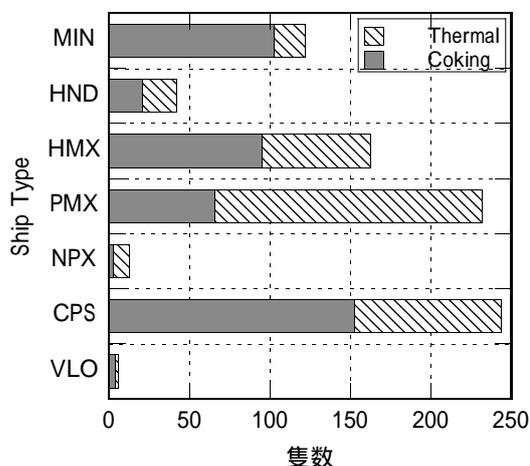


図-4.8 原料炭・一般炭別の寄港隻数（韓国・2007年）

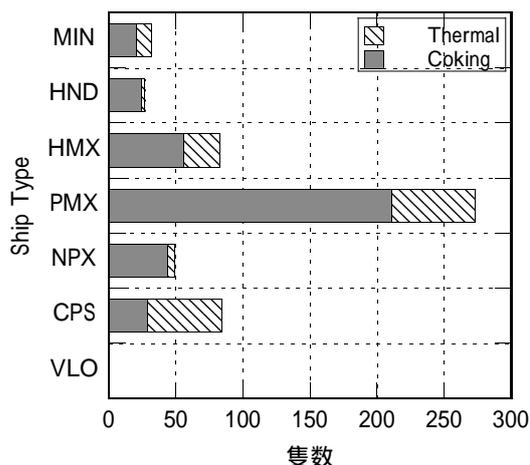


図-4.9 原料炭・一般炭別の寄港隻数（台湾・2007年）

一般炭輸送で、Capesize が見られたのは、東西発電・唐津発電所（対応船型：17万 DWT）、中部発電・保寧発電所（対応船型：13万 5千 DWT）、西部発電・泰安発電所

(対応船型 15 万 DWT)⁴⁷⁾と、Capesize に対応した火力発電所バースが存在しているためと推察される。

台湾の結果を見たのが、図-4.9 である。原料炭・一般炭輸送のいずれも、最頻値は Panamax であったが、Capesize の寄港隻数は、一般炭の方が多くなっていた。どちらかと言えば、台湾については、一般炭の方が、原料炭より大型船で輸送されていたと見ることもできるが、これは、製鉄所のための鉄鋼原料共用バースがある高雄及び台中には、いずれも火力発電所のための石炭専用バースもあり（高雄は、興達発電所への中継）、多くの一般炭も荷揚げされていること、また、Capesize の受入が可能な一般炭用バース（麦寮発電所（対応船型：18 万 DWT）⁴⁷⁾）が存在していること等が影響しているものと考えられた。

以上より、北東アジアへの輸送を見る限り、基本的には、一般炭は Panamax，原料炭は Capesize を中心とした輸送で、その船型には差があることが確認された。ただし韓国や台湾の一部の火力発電所では、Capesize に対応したバースが整備されており、Capesize による一般炭輸送が見られた。先に述べたとおり、パナマ運河拡張を受け、今後、9~10 万 DWT クラス及び 11~12 万 DWT クラスの New Panamax が就航する。これらが、既存 Panamax や、一部では幅広浅喫水型 New Panamax に代わり、一般炭の輸送の主力となる可能性も想定される。このような可能性も含め、次項で、輸送コスト面からの効率化可能性について、分析を行う。

(2) 輸送コストの分析

3. で構築した手法により、まずは、Panamax で、航路別の総輸送コストを算定した結果が、図-4.10 である。航路は、積出港が Newcastle(オーストラリア)、Banjarماسin(インドネシア)及び Qinhuangdao(秦皇島：中国)の3港湾、荷揚港が福山と宇部の、それぞれ1港揚げである。それぞれの航路距離は、積出港が Newcastle：平均 8,840mile (nautical mile)、Banjarماسin：平均 5,525mile、Qinhuangdao：平均 1,579mile であり、航路距離が長いほど総輸送コスト高くなっていった。また、いずれの場合も、一番多いコスト項目は、船費 (Ship Cost) であった。荷揚港が福山と宇部との比較では、福山の方が、燃料費 (Bunker Cost) も港費 (Port Charge) も少し高くなっており、総額でも、福山のほうが少しだけ高かった。

総輸送コストを、輸送量 (MT) で除すことにより、MT 当たり輸送コスト (USD/MT) が求まる。この数値により、異なった船型での輸送効率を比較できる。そこで、船型別に、航路別 MT 当たり輸送コストを比較したのが、

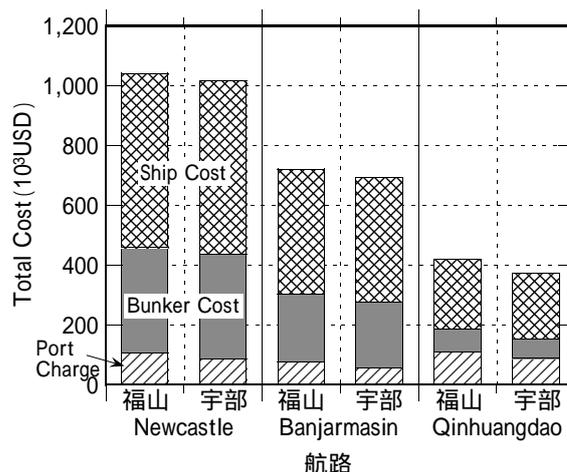


図-4.10 航路別総輸送コスト (Panamax)

表-4.4 1 港・2 港揚げの船型別航路別 MT 当たりコスト

(USD/MT)				
船型Type	HMX	PMX	NPX	CPS
航路	福山1港揚げ			
Newcastle	17.8	15.0	12.1	10.5
Banjarماسin	12.2	10.4	8.4	7.4
Qinhuangdao	6.8	6.0	5.2	4.8
航路	福山 - 北九州(戸畑)2港揚げ			
Newcastle	20.0	17.0	13.5	11.7
Banjarماسin	14.3	12.3	9.8	8.5
Qinhuangdao	8.8	7.8	6.4	5.8
船型Type	HMX	PMX	NPX	CPS
航路	宇部1港揚げ			
Newcastle	17.4	14.7	11.8	10.3
Banjarماسin	11.7	10.0	8.1	7.2
Qinhuangdao	6.0	5.4	4.7	4.4
航路	宇部 - 四日市2港揚げ			
Newcastle	19.7	16.6	13.5	11.9
Banjarماسin	14.3	12.2	10.0	8.9
Qinhuangdao	9.0	7.9	6.8	6.3

表-4.4 である。いずれの航路においても、船型が大きくなるほど、輸送コストは低くなっており、規模の経済の効果が見られた。1 港揚げで、船型の大型化に対する航路の相違を見ると、遠距離となる Newcastle からでは、Capesize の Handymax に対する MT 当たり輸送コストの比率が約 59%で、MT 当たりの輸送コストが約 7USD/MT 異なっているのに対し、近距離となる Qinhuangdao からでは、Capesize の Handymax に対する MT 当たり輸送コストの比率が 70~73%で、MT 当たりの輸送コストが約 2USD/MT の差であった。すなわち、航路距離が長いと、船型を大きくすることにより、輸送コストの大きな低減が見込めるのに対し、航路距離が短いと、船型の差による輸送コストの差が小さくなり、輸送コストの低減量が

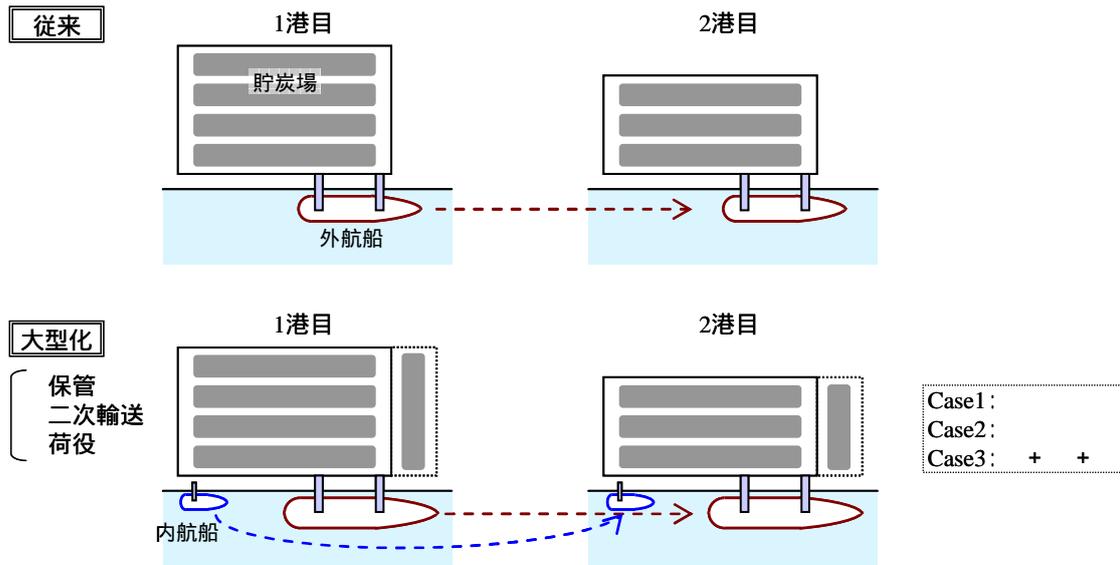


図-4.11 大型化試算の概念図(石炭)

減少することが確認された。

1 港揚げと、2 港揚げの場合を比較すると、例えば、Newcastle からでは、福山 1 港揚げで Handymax : 17.8MT/USD に対し、福山 - 北九州(戸畑) 2 港揚げで Panamax : 17.0MT/USD と、2 港揚げにして、一つ船型 Type を大きくした方が、1 港揚げより MT 当たりの輸送コストが低くなっていた。これが、Banjarmasin からでは、1 港揚げと、一つ船型 Type を大きくした 2 港揚げは、同程度となり、Qinhuangdao からでは、1 港揚げの方が、一つ船型 Type を大きくした 2 港揚げより MT 当たり輸送コストは低くなっていた。

次に、一般炭の主力船型である Panamax が、今後、New Panamax や Capesize へ大型化する可能性について検討するため、Newcastle からの輸送について、大型化による輸送コストの変化を試算した。その概念図を、図-4.11 に、結果を表-4.5 に示す。ここでは、最終荷揚港は、直接寄港する港湾だけとし、追加コストとして想定されるのは、図-4.11 にあるように 保管、二次輸送及び 荷役である。保管については、大型化した際に、余分に必要となる貯炭面積を、各港の公共の野積場を借り受ける料金である。必要な面積は、既存の貯炭場のデータより、 $5.0\text{MT}/\text{m}^2$ と設定し、貯炭期間は、2.2(2)の平均貯炭期間：1.5~4 ヶ月との結果から、ここでは 3 ヶ月と設定した。

二次輸送については、499GT (1,550DWT) と 699GT (2,150DWT) による、1 港目 - 2 港目間の輸送コストを算定し、余分に必要となる輸送コストを求めた。荷役料については、各港における小型船内 上屋・野積場内の撤積貨物・鉱石(粉)の荷役料を用いた。この荷

役料は、FT 単位であるが、石炭の比重が比較的大きいことから、MT 単位でも同一とした。いずれの場合も、追加コストは、余分に必要となる石炭だけでなく、本船一船当たりにおける MT 当たり輸送コストに含めて算定した。野積場使用料及び荷役料は、文献(48)を用いた。試算において設定した Case は、以下のとおり。

Case1 : 1・2 港目のいずれも、バース能力、航路泊地等水域施設の能力は十分であるが、貯炭場の容量が不足するため、新たに貯炭のための野積場を借り受ける場合

Case2 : 1 港目では、バース、水域施設能力及び貯炭場のいずれも十分であるが、2 港目において、バース・水域施設の能力不足(喫水制限)により、従来の Panamax と同量しか荷揚げできず、その分を 1 港目で荷揚げし、二次輸送する場合。荷役は、いずれの港湾でも自前で行い、F.I.O.の契約とする

Case3 : Case2 において、1 港目では新たに野積場の借り受けが必要で、荷役も外部委託する場合

従来 Panamax により輸送していた航路で、輸送船が New Panamax や Capesize に大型化した際、全ての荷揚港のバース能力、水域施設能力や貯炭場容量が新船型に対応可能であれば、輸送コストは、表-4.4 で示したとおりに低減する。同じデータを、表-4.5 の最上部に再掲した。これに対し、大型化による一回の輸送量の増加に対応し、新たに野積場を借りたのが Case1 であるが、追加で必要となるコストは高くなく、いずれの航路においても、大

表-4.5 Panamax から New Panamax・Capesize への大型化による輸送コスト変化の試算

航路		Newcastle - 福山 - 北九州			Newcastle - 宇部 - 四日市		
船型Type		PMX	NPX	CPS	PMX	NPX	CPS
MT当たり輸送コスト(USD/MT)		17.0	13.5	11.7	16.6	13.5	11.9
保管	追加輸送量/港 (MT)		21,375	47,025		21,375	47,025
	必要面積 (m ²)		4,275	9,405		4,275	9,405
	平均保管料 (円/m ² ・月)		164	164		114	114
	MT当たり追加コスト(USD/MT)		0.4	0.6		0.3	0.4
二次輸送	699GT輸送料(USD/MT)		11.4	11.4		19.3	19.3
	MT当たり追加コスト(USD/MT)		2.2	3.3		3.7	5.5
	499GT輸送料(USD/MT)		12.3	12.3		21.4	21.4
	MT当たり追加コスト(USD/MT)		2.3	3.5		4.1	6.2
荷役	平均荷役料 (500GT以上, 円/FT)		1,326	1,326		1,425	1,425
	MT当たり追加コスト(USD/MT)		5.3	8.0		5.7	8.6
	平均荷役料 (500GT未満, 円/FT)		1,136	1,136		1,281	1,281
	MT当たり追加コスト(USD/MT)		4.6	6.9		5.1	7.8
Case1	保管料のみ		13.9	12.3		13.8	12.3
Case2	二次輸送料のみ (699GT)		15.6	14.9		17.2	17.4
	(499GT)		15.8	15.2		17.6	18.1
Case3	保管・二次輸送・荷役 (699GT)		21.4	23.7		23.2	26.4
	(499GT)		20.9	22.8		23.0	26.2

型化により MT 当たり輸送コストは低減していた。また、1 港目から 2 港目への二次輸送が追加となったのが Case2 であるが、福山 - 北九州の航路では、航路距離が 330mile と短いために追加コストが低く、大型化により MT 当たり輸送コストは低減していたが、その低減量は僅かとなっていた。宇部 - 四日市の航路では、航路距離が 814mile と長いために追加コストが大きく、大型化しない方が MT 当たり輸送コストが低いとの結果となっていた。最後に、1 港目で保管場所を借り、二次輸送し、その荷役も自前ではない場合が Case3 であるが、いずれの航路でも、現状の Panamax による輸送の方が、MT 当たり輸送コストが低くなっており、船型の大型化による効率化の効果は見られなかった。なお、実際には、1 港目や 2 港目から、他の港湾への二次輸送される場合もあるが、この場合であれば、大型化するかどうかによらず、荷役も二次輸送も必要であることから、1 港目や 2 港目に追加の野積場が必要かどうかによって、表-4.4 の単純な大型化か、Case1 と同等の結果となる。

次に、POSCO Terminal の CTS 事業による MT 当たり輸送コストを試算し、直接日本へ輸送する場合と比較した結果が、表-4.6 である。まず、Newcastle から光陽への輸送については、表-4.4 の福山・宇部への 1 港揚げ輸送と比べて、僅かに MT 当たり輸送コストが低くなっていた。さらに、光陽から日本への輸送については、2.3(3)における AIS データ (表-2.5) を基に、Short Sea (STS: 7,000DWT) と、Handy (HND) による輸送として試算した。これらの結果より、最も想定されるケースとして、

表-4.6 CTS 事業による MT 当たりコスト

航路		Newcastle - 光陽 (USD/MT)			
船型		HMX	PMX	NPX	CPS
MT当たりコスト		17.3	14.5	11.6	10.0

航路		光陽 - 日本			
船型		福山	北九州	宇部	四日市
STS		10.2	6.6	7.0	13.1
HND		4.8	4.3	4.0	6.4

航路		Newcastle - 福山 - 北九州	Newcastle - 宇部 - 四日市
船型			
HMX		20.0	19.7
PMX		17.0	16.6
NPX		13.5	13.5

Newcastle - 光陽: Capesize で、その後、日本に二次輸送した場合を、Newcastle から日本 2 港揚げの直接輸送の場合と比較する。二次輸送が、Short Sea による場合、福山・北九州へは平均 8.4USD/MT で、Capesize による Newcastle - 光陽の MT 当たり輸送コスト: 10.0MT/USD を加えると 18.4USD/MT となり、直接輸送の Handymax より低く、Panamax より高くなっていた。宇部・四日市へは、平均 10.1USD/MT で、合計 20.1USD/MT となり、直接輸送の Handymax より、MT 当たり輸送コストは高かった。二次輸送が、Handy による場合、福山・北九州へは平均 4.6USD/MT、合計 14.6USD/MT で、MT 当たりの輸送コストは、直接輸送の Panamax より低く、New Panamax より高かった。宇部・四日市へは、平均 5.2USD/MT、合計 15.2USD/MT となり、やはり、MT 当たり輸送コストは、

直接輸送の Panamax より低く、New Panamax より高かった。この結果からは、Panamax が入港できない地方港へは Short Sea クラスで、New Panamax が入港できない港湾へは Handy クラスで二次輸送することにより、ある程度競争力はあるものと推察された。ただし、この算定では、保管・荷役に係るコストは含めていない。これらに係るコストを上乗せする必要があるとすれば、CTS 事業の競争力は、上記より低下することとなる。

(3) 考察

前項の輸送コスト算定結果を基に、今後の我が国への石炭輸送の効率化の可能性について考察する。

まず、既報¹⁾では、一回の輸送における日本の荷揚港数が 1.47 (2007 年) であり、他の北東アジア主要国に比べて、荷揚港数が多くなっていた (韓国: 1.13, 台湾: 1.10)。一方、輸送コストの試算結果では、Newcastle からでは、1 港揚げより、船型の大きい 2 港揚げの方が有利となっていた。日本の石炭輸入の約 6 割がオーストラリアからであること、日本の荷揚港パスが北東アジア主要国に比べて、満載に対する水深不足の割合が大きいことから、同航路を中心に、複数港揚げにして、一つ船型 Type を大きくすることにより、輸送効率化を図っていると推察された。すなわち、一つ船型 Type を大きくした複数港揚げによる輸送コスト削減は、既に実施されていると言える。

次に、一般炭輸送の中心である Panamax が、世界的に 9~10 万 DWT もしくは 11~12 万 DWT の New Panamax へ大型化していく場合における、日本港湾の対応可能性について考察する。従来、Panamax が寄港していた全ての港湾において、New Panamax に対応したパス・水域施設・貯炭場の能力拡充が行われた場合 (2 港目以降の港湾では、足を上げて追加荷揚に対応が可能とする)、輸送コストは明らかに低減するため、効率性の面のみから見れば、New Panamax を就航させるメリットは大きい。貯炭場の能力が足りない場合でも、隣接地に野積場を借り受けることが出来れば、輸送コストでは、New Panamax の方が、Panamax より有利である。この際、遠隔地にしか野積場が確保できない場合、横持ちコストが追加となることから、貯炭場が不足する場合、近くに確保できるかどうか重要である。一方、1 港目においてのみ、New Panamax に対応したパス・水域施設・貯炭場の能力拡充が行われた場合、2 港目以降は、入港が可能な場合であっても、足を上げて Panamax と同量の荷揚までとなり、輸送コストの試算からは、二次輸送の距離や荷役コスト等によっては、大型化のメリットを享受できない場合が

あることが推察された。このような場合には、二次輸送を含めた全体の輸送システムをうまく構築しなければ、New Panamax 就航のメリットは小さくなる。ただし、実際には、輸送コストの試算で設定した内航船の船型 (499GT・699GT) より大きい 7,000MT 積みのプッシャーバージや 10,000DWT を超える内航船での二次輸送も見られる。このような大型内航船を利用すれば、二次輸送のコスト低減を図ることが出来る。

また、1 港目や 2 港目から、他の港湾へ二次輸送されている場合においては、大型化するかどうかに依らず、荷役も二次輸送も必要であることから、大型化により、輸送コストは低減する。図-4.12 は、瀬戸内海における石炭輸送の状況 (年 20 万 FT 以上の輸送のみ) を示すが、このほとんど全てが輸入石炭の二次輸送と考えられる。図では、非常に多くの港湾で移出入が見られ、全体としては、図に記載されていない輸送まで含めると、1 千万 FT を超える石炭が、瀬戸内海において輸送されていた。少数の拠点港湾において、New Panamax 対応の能力拡充がなされる場合においては、なるべく、このような現存の二次輸送体系にうまく組み込むことだ輸送ルートを作り上げることが、大型化のメリットを活かす方法であると考えられる。

一方、石炭輸送においては、輸送コストだけでなく、輸送の安定性も非常に重要である。石炭の供給ミスにより、ボイラーの火が絶えるような事態は、企業に甚大な損害をもたらすからである。一方、石炭の生産は、天候不順等による影響を受ける。例えば、2008 年 1~2 月にオーストラリア Queensland 州で発生した 2 回の集中豪雨により原料炭炭鉱が被害を受け、日本の原料炭ユーザーは、アメリカ原料炭のスポット輸入による対応を余儀なくされた⁴⁹⁾。また、Newcastle を始めとするオーストラリア各港での滞船は、世界不況の中でも続いている。荷揚港においても、輸送船が集中した場合には、滞船が発生する。これらは、いずれも、石炭の安定供給を妨げる要因である。このような状況に対処すべく、積出国を分散させ、輸送ルートの複数化を行っている場合も多いと想定される。図-4.12 において、輸入港湾において、移出も移入も見られたが、この輸送が一つの企業に依るものではない可能性も高く、性質の異なる石炭の行き来である可能性も考えられる。しかし、同港湾内での陸上輸送も採用し得る中で、これだけの国内輸送が行われている。また、日本全国の石炭輸入港湾を見ても、そのほとんどが、同時に、石炭の移入港でもある。従って、大規模な石炭ユーザーにおいては、複数ルートによる輸送の安定性も、重要視されている可能性が示唆され、そのような

東北電力原町火力発電所（出力：200万kw）と相馬共同火力新地火力発電所（出力：200万kw）⁴⁹は20km程度の距離にあり、組み合わせ輸送も、一つの方法として考えられる。需要面において、台湾麦寮以上の火力発電所がありながら、日本への一般炭輸送においてほとんどCapesizeが使用されていないのは、バース・水域施設の水深不足や、ヤード面積の不足等荷揚港が対応していないことが大きな原因と推察される。輸送効率化の検討の中で、特に輸入量の多い一部の港湾においては、New Panamaxに対応した能力拡充に限らず、さらに、Capesizeへの対応も視野に入れた検討が望まれる。

なお、徳山下松においては、9万DWTクラスのNew Panamaxに対応したバース整備に対応し、(株)トクヤマが、石炭の輸入を自社バースから当該バースに移し、さらに、新たなコールセンター（中継基地）として機能させる計画が進行中である⁵⁰。図-4.12では、徳山下松からは、多くの二次輸送ルートが出ていることから、現存の二次輸送体系を活用することが可能と思われる。さらには、この計画は、スーパーバルクターミナル構想として、Capesizeへの対応を目標として掲げている⁵¹。この計画が、石炭輸送船大型化に対応した港湾施設の能力拡充の先駆例となることが期待される。

また、韓国からの二次輸送については、国内二次輸送より大型の外航船を用いることにより、輸送コストの低減を図っていると推察された。日本の石炭ユーザーにとって、複数ルートの一つとしての利用可能性は考えられるが、内航でも、輸送量の大きい二次輸送ルートでは同規模の内航船による輸送例が見られること、韓国からの距離が遠くなる福山や四日市へは、競争力が大きく低下することから、当面、大幅な増加は無いと見込まれる。

4.4 鉄鉱石輸送に関する考察

(1) 輸送船の分析

鉄鉱石輸送船の大型化が進んでいる。既報¹⁾において、2001年～2007年の鉄鉱石輸送船の船型を比較した結果を図-4.13に示すが、船腹量（DWTの総計）の比率で、VLOCが増加（2001年：10.5% 2007年：12.4%）に対し、Capesizeは横ばい、Panamaxは減少（2001年：18.2% 2007年：17.3%）、Handymaxも減少（2001年：6.9% 2007年：5.2%）を示しており、明確に大型化してきたといえる。また、4.2において示したとおり、Capesizeの船型も大型化してきている。北東アジアへの鉄鉱石輸送船の平均船型でも、

日本（2001年：157,990DWT 2007年：175,713DWT）

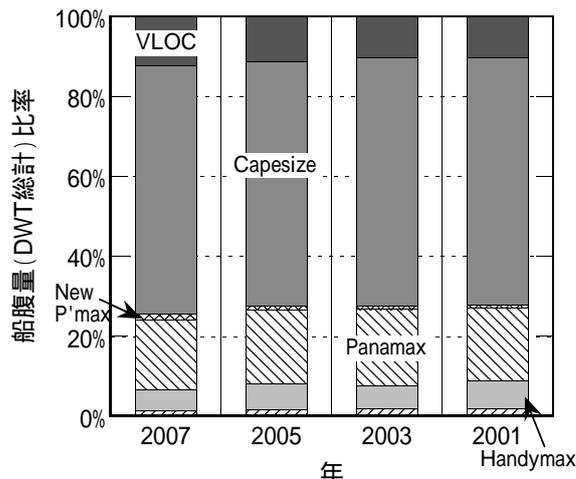


図-4.13 鉄鉱石輸送船の船型 Type の推移¹⁾



図-4.14 北東アジア初の30万DWT級BRASIL MARU⁵¹⁾

中国（2001年：125,163DWT 2007年：140,174DWT）
 韓国（2001年：177,473DWT 2007年：179,514DWT）
 台湾（2001年：127,514DWT 2007年：131,698DWT）
 といずれも大型化しており¹⁾、特に日本・中国への輸送船の大型化傾向が著しかった。

VLOCの就航も相次ぎ、2007年12月には、ブラジルから北東アジアへは初となる30万DWT超のVLOCのBRASIL MARU（図-4.14）が竣工し、新日鐵向けへの輸送を開始した⁵²⁾。これを含め、新日鐵では、30万DWTクラスVLOCを、2010年までに計4隻就航予定である。また、前述したとおり、JFEスチールでは、ブラジルより、フィリピン Villanuevaへ30万DWTクラスのVLOC：2隻により、鉄鉱石を輸送している。4.2で見たように、今後、大量の30万DWT超・VLOCが就航予定であるが、これらのうち、既に東アジアへの就航予定（一部就航済み）があるものを、文献²⁰⁾、⁵³⁾よりまとめたのが、表-4.7である。日本、中国、韓国及び台湾への、ブラジルからの鉄鉱石輸送に、今後、多くの30万DWT超のVLOC

表-4.7 北東アジア向け 30 万 DWT 級超 VLOC

荷主	船社	船型	積出国
新日鐵	商船三井, 川崎汽船 日本郵船, COSCO	30万級×4	ブラジル (南ア)
	新和海運	30万級×1	オーストラリア
JFE	商船三井, 川崎汽船	30万級×2	ブラジル
宝山鋼鉄	商船三井, 川崎汽船 日本郵船, COSCO	30万級×5	ブラジル
	COSCO	30万級×2	ブラジル
鞍山鋼鉄	日本郵船	30万級×1	ブラジル
北台鋼鉄	COSCO	30万級×6	-
中国製鉄*	中国海運*	30万級×4	-
	ヴァーレ	40万級×12	ブラジル
POSCO	韓進海運	30万級×2	ブラジル
-	TMT**	30万級×9	-

*)会社名不明, **)Taiwan Maritime Transport

が投入される予定であることが判る。ヴァーレによる史上初の 40 万 DWT・VLOC：Chinamax は、既に 12 隻が建造中であるが、ヴァーレは、さらに、オマーン SHIPPING が発注した同型船 4 隻を定期借船する⁵⁴⁾とされている。同船の運用について、文献 20) では 12 隻が中国向けとなっているが、現在建造中の 12 隻について、一部を中東向けとする情報⁵⁵⁾もある。

このように、鉄鉱石の二大積出国であるオーストラリアとブラジルのうち、北東アジアへ遠距離輸送となるブラジルについては、新造大型船が投入される傾向が強く見られ、30 万 DWT 級の VLOC が主流となっていくと見られる。これに対し、オーストラリアからの鉄鉱石輸送については、表-4.7 では、新日鐵が 1 船の予定を持っているのみで、あとは、20 万 DWT 台半ば以下の船型となっており、両航路の船型は、今後大きく差が出てくることが想定される。

(2) 輸送コストの分析

3. で構築した手法により、まずは、Capesize で、航路別の総輸送コストを算定した結果が、図-4.15 である。航路は、積出港が Tubarao (ブラジル)、Viskhapatnam (インド) 及び Dampier (オーストラリア) の 3 港湾、荷揚港が福山と川崎の、それぞれ 1 港揚げである。航路距離は、積出港が Tubarao：平均 22,730mile、Viskhapatnam：平均 8,678mile、Dampier：平均 7,086mile となっていて、ブラジルからの航路距離は、オーストラリアからの 3 倍以上であり、また、石炭輸送と同じく、航路距離が長いほど、総輸送コストも高くなっていた。いずれの場合も、一番多いコスト項目は、船費 (Ship Cost) であった。荷揚港の福山と川崎との比較では、福山の方が、船費 (Ship Cost) 及び燃料費 (Bunker Cost) は低く、港費 (Port Charge)

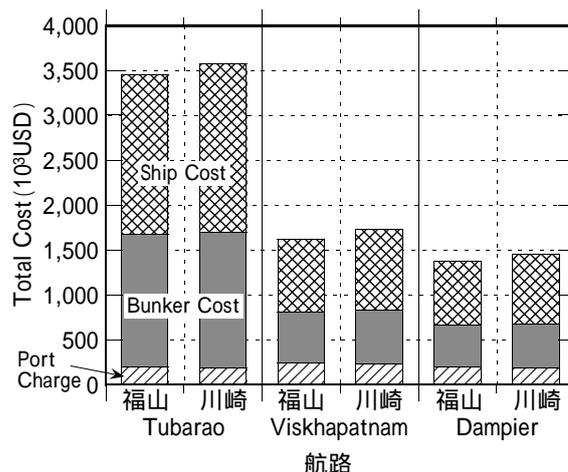


図-4.15 航路別総輸送コスト (Capesize)

表-4.8 1 港・2 港揚げの船型別航路別 MT 当たりコスト (USD/MT)

船型Type	PMX	NPX	CPS	VL1	VL2
航路	福山1港揚げ				
Tubarao	31.9	25.0	21.1	17.2	15.7
Viskhapatnam	14.3	11.5	9.9	8.4	7.8
Dampier	12.3	9.7	8.4	7.0	6.6
航路	福山 - 北九州(戸畑)2港揚げ				
Tubarao	33.8	26.4	22.3	18.2	16.7
Viskhapatnam	16.2	12.9	11.1	9.4	8.8
Dampier	14.3	11.2	9.6	8.1	7.5
船型Type	PMX	NPX	CPS	VL1	VL2
航路	川崎1港揚げ				
Tubarao	33.1	25.8	21.8	17.9	16.5
Viskhapatnam	15.4	12.3	10.6	9.1	8.6
Dampier	13.1	10.3	8.9	7.6	7.1
航路	川崎 - 和歌山下津2港揚げ				
Tubarao	34.3	26.9	22.8	18.7	17.2
Viskhapatnam	16.7	13.4	11.6	9.9	9.4
Dampier	14.5	11.4	9.9	8.5	8.0

は高くなっていた。

この総輸送コストを、輸送量 (MT) で除すことにより求まる MT 当たり輸送コスト (USD/MT) について、船型 Type 別航路別に比較したのが、表-4.8 である。いずれの航路においても、船型が大きくなるほど、輸送コストは低くなっており、規模の経済の効果が見られた。1 港揚げで、船型の大型化に対する航路の相違を見ると、遠距離となる Tubarao からでは、30 万 DWT・VLOC (VL1) の Panamax に対する MT 当たり輸送コストの比率が約 54% で、コスト差が約 15USD/MT であったのに対し、近距離となる Dampier からでは、30 万 DWT・VLOC の Panamax に対する MT 当たり輸送コストの比率が約 57% で、コスト差が約 5USD/MT であった。やはり、航路距

離が長いほど、船型の大型化により、輸送コストの大きな低減が見込まれた。一方、Dampier からの Capesize による MT 当たりの輸送コストが平均 8.6USD/MT であったのに対し、Tubarao からは 30 万 DWT・VLOC で平均 17.5 USD/MT、ヴァーレが導入予定の 40 万 DWT・VLOC (VL2) でも平均 16.1USD/MT であり、大型化によっても、ブラジルからの輸送コストは、オーストラリアからの輸送コストに比べ、高かった。

1 港揚げと 2 港揚げの比較では、Tubarao からでは、例えば、福山 1 港揚げで Panamax : 31.9MT/USD に対し、福山 - 北九州 (戸畑) 2 港揚げで New Panamax : 26.4MT/USD と、全ての船型 Type において、2 港揚げにして、一つ船型 Type を大きくした方が、1 港揚げより MT 当たり輸送コストが低くなっていた。Viskhatnam 及び Dampier からでも、基本的には同様の傾向であったが、唯一、1 港揚げの 30 万 DWT・VLOC と 2 港揚げの 40 万 DWT・VLOC との比較では、前者の方が MT 当たり輸送コストが低くなっていた。

次に、ブラジルからの鉄鉱石輸送が、Capesize や 20 万 DWT クラス・VLOC から、30 万 / 40 万 DWT クラス・VLOC へ大型化した場合の、輸送コストの変化を試算した結果が、表-4.9 である。試算の基本的な考え方は、石炭の場合 (図-4.11) と同じであり、最終荷揚港は寄港港湾のみである。ただし、通常、鉄鉱石ヤードが製鉄所内あることから、その範囲内で対応可能である場合には、大型化によるの保管料の増加は想定されない。そこで、追加コストは、二次輸送及び荷役を想定した。二次輸送については、余分に必要となる 1 港目 - 2 港目間の内航船の輸送コストであり、荷役は、各港における小型船内 上屋・野積場内の荷役料⁴⁸⁾を用いた。試算において、設定した Case は、以下のとおり。

Case1 : 1 港目では、バース能力、航路泊地等水域施設能力及びヤード容量のいずれも十分であるが、2 港目において、バース・水域施設の能力不足 (喫水制限) により、従来の Capesize と同量しか荷揚げできず、その分を 1 港目で荷揚げし、二次輸送する場合、荷役はいずれの港湾でも自前で行い、F.I.O.の契約とする
Case2 : Case1 において、荷役を外部委託する必要がある場合。

従来 Capesize により輸送していた航路で、輸送船が 30 万 / 40 万 DWT・VLOC に大型化した際、全ての荷揚港のバース、水域施設やヤードが新船型に対応可能であれば、輸送コストは、表-4.8 で示したとおり低減する (同データは、表-4.9 の最上部に再掲)。これに対し、1 港目から 2 港目への二次輸送が必要で、荷役はいずれの港湾でも自前で行う場合が Case1 であるが、福山 - 北九州の航路では、二次輸送の航路距離が 330mile と短いために追加コストが低く、大型化により MT 当たり輸送コストは低減していた。川崎 - 和歌山下津の航路では、航路距離が 648mile と相対的に長いために追加コストが大きく、大型化した場合の MT 当たり輸送コストの低減はごく僅かとなっていた。さらに、1 港目から 2 港目へ二次輸送する際、荷役も自前ではない場合が Case2 であるが、この場合、現状の Capesize による輸送の方が、MT 当たり輸送コストが低くなっており、船型の大型化による効率化の効果は見られなかった。

次に、ブラジルから、Villanueva (PSC) 経由の輸送による MT 当たりの輸送コストを試算し、直接日本へ輸送する場合と比較した結果が、表-4.10 である。まず、Tubarao から Villanueva への輸送については、表-4.8 の福山・川崎への 1 港揚げ輸送と比べて、MT 当たりコストが低くな

表-4.9 Capesize から 30 万 / 40 万 DWT・VLOC への大型化による輸送コスト変化の試算

航路 船型Type		Tubarao - 福山 - 北九州			Tubarao - 川崎 - 和歌山下津		
		CPS	VL1	VL2	CPS	VL1	VL2
MT 当たり輸送コスト (USD/MT)		22.3	18.2	16.7	22.8	18.7	17.2
二次輸送	699GT 輸送料 (USD/MT)		11.4	11.4		16.8	16.8
	MT 当たり追加コスト (USD/MT)		2.4	3.2		3.6	4.8
	499GT 輸送料 (USD/MT)		12.3	12.3		18.4	18.4
	MT 当たり追加コスト (USD/MT)		2.6	3.5		3.9	5.2
荷役	平均荷役料 (500GT 以上, 円/FT)		1,326	1,326		1,416	1,416
	MT 当たり追加コスト (USD/MT)		6.0	8.0		6.4	8.5
	平均荷役料 (500GT 未満, 円/FT)		1,136	1,136		1,205	1,205
	MT 当たり追加コスト (USD/MT)		5.1	6.8		5.4	7.2
Case1	二次輸送料のみ (699GT)		20.6	19.9		22.3	22.0
	(499GT)		20.8	20.2		22.6	22.4
Case2	二次輸送・荷役 (699GT)		26.6	27.8		28.7	30.5
	(499GT)		25.9	27.0		28.0	29.7

表-4.10 PSC からの輸送による MT 当たりコスト
(USD/MT)

航路		Tubarao - Villanueva			
船型		NPX	CPS	VL1	VL2
MT 当たりコスト		22.1	18.8	15.3	14.0

航路		Villanueva - 日本	
船型	福山 - 北九州	川崎 - 和歌山下津	
	PMX	9.5	9.7
NPX	7.5	7.7	
CPS	6.5	6.8	

航路		Tubarao	Tubarao - 川崎
船型		- 福山 - 北九州	- 和歌山下津
	PMX		33.8
NPX		26.4	25.0
CPS		22.3	21.1

ていた。さらに、Villanueva から日本への輸送については、2.3(4)における LMIU 寄港実績データ(表-2.8)を基に、Panamax ~ Capesize による輸送として算定した。これらの結果より、最も想定されるケースとして、Tubarao - Villanueva : 30 万 DWT・VLOC で、その後、日本に二次輸送した場合を、Tubarao から日本 2 港揚げの直接輸送の場合と比較する。福山 - 北九州への輸送において、Villanueva 経由と、その二次輸送と同じ船型 Type で Tubarao から直接輸送した場合との比較では、どの船型 Type においても、Villanueva 経由の輸送の方が、MT 当たりの輸送コストが低かった。30 万 DWT・VLOC による輸送コスト低減効果が大きいと言える。一方、川崎 - 和歌山下津への輸送の場合、Panamax 及び New Panamax では、直接輸送より、Villanueva 経由の輸送の方が、MT 当たりの輸送コストは低かったが、Capesize では、Tubarao から直接輸送した方が、MT 当たり輸送コストが低かった。また、この算定では、荷役料を含んでいないが、Villanueva での Panamax クラス (Loading : 65,000MT) の荷役料 : 2 万 USD との情報があり⁵⁶⁾、荷揚・積出が同じ料金とすると、両方で 0.62 USD/MT となることから、これを加算しても結果に相違はなかった。

(3) 考察

前項の輸送コスト算定結果を基に、今後の我が国への鉄鉱石輸送の効率化の可能性について考察する。

まず、既報¹⁾では、1 回の輸送における日本の荷揚港数は 1.42 (2007 年) であり、他の北東アジア主要国に比べて、荷揚港数が多くなっていた(中国 : 1.35, 韓国 : 1.08, 台湾 : 1.00)。一方、輸送コストの試算では、ブラジル・インド・オーストラリアのいずれの地域からでも、一つ船型 Type を大きくして、2 港揚げにした方が、1 港揚げ

より、輸送コストが低いこと(インド・オーストラリアからの 30 万 / 40 万 DWT・VLOC の比較を除く)、日本の荷揚港のバースが他の北東アジア主要国に比べて、満載に対する水深の不足割合が大きいことから、複数港揚げにして、一つ船型 Type を大きくすることにより、輸送効率化を図ってきていると推察された。すなわち、一つ船型 Type を大きくした複数港揚げによる輸送コスト削減は、既に実施されていると言える。

次に、ブラジルからの鉄鉱石輸送が、30 万 DWT クラス VLOC へ大型化していく場合における、日本港湾の対応可能性について考察する。従来、Capesize (あるいは 20 万 DWT クラス VLOC) が寄港していた全ての港湾において、30 万 DWT クラス VLOC に対応したバースや水域施設の能力に加え、必要な場合にはヤードの能力拡充が実施された場合、(2 港目以降の港湾では、足を上げて追加荷揚に対応が可能とする)輸送コストは明らかに低減するため、効率面のみから見れば、30 万 DWT クラス VLOC を就航させるメリットは大きい。一方、1 港目においてのみ 30 万 DWT クラス VLOC に対応した港湾施設の能力拡充が行われた場合、2 港目以降は、入港が可能であったとしても、足を上げて Capesize (あるいは 20 万 DWT クラス VLOC)と同量の荷揚までとなり、輸送コストの試算からは、二次輸送の距離や荷役コストによっては、大型化のメリットが享受できない可能性も推察された。さらには、30 万 DWT クラスは、他には沖合でのシーバースにより対応可能なタンカーしか存在しない巨大な船型であり、港湾能力の拡充なしには、入港すら出来ない港湾が多い可能性も高い。現時点では、我が国において、30 万 DWT クラスの VLOC が満載で寄港できるのは大分のみであり、非常に大規模な施設整備が必要とされることから、少数の拠点港湾における対応にならざるを得ない。そのため、大型化のメリットを活かすためには、2 港目以降についても、可能な限り、減載での対応船型を大きくすることと、多量の荷揚を効率よく行うために荷役施設の能力増強を行うこと、さらには、二次輸送が行われる場合には、なるべく内航船型を大きくすることにより、効率化を図ることも、場合により必要と考えられる。

鉄鉱石輸送においても、石炭輸送と同じく、輸送の安定性も重要である。鉄鉱石生産も、天候の影響を受けるし、積出港・荷揚港の滞船も、安定供給を阻害する。ただし、鉄鉱石は、荷主が製鉄会社に限定され、それぞれ複数の高炉を保有していることから、自社の中での融通が可能な点が、石炭と異なっている。輸入鉄鉱石の二次輸送がほとんど見られなかったのは、このことが要因で

あると推察される。この視点の延長に立って考えれば、30万 DWT・VLOC への対応も、1 港目だけでなく、2 港目以降でも減載による対応を可能とすることが望ましいものと考えられる。

海外からの二次輸送について、輸送コストの算定結果からは、PSC からの焼結鉱輸送では、国内港湾で 30 万 DWT・VLOC への対応が十分に出来ない状況下においては、荷役も含めて、一定の競争力があるものと推察された。また、直接輸送と二次輸送の二つのルートを持つことによる安定供給への寄与もあるものと考えられる。一方、国内港湾において 30 万 DWT・VLOC への対応が可能となれば、直接輸送の方が輸送コストが低いことは明らかである。また、別途、海外に二次輸送のための拠点を設けることのコストも想定される。その意味では、もともと鉄鉱石を産出している、その資源が枯渇したフィリピン PSC ならではの経緯²¹⁾により成立しているものと考えられ、同じような輸送システムが、今後、容易に増加していくとは考え難い。ただし、ヴァーレは、40 万 DWT・VLOC を活かし、ブラジル鉄鉱石を中東や東南アジアの中継基地に輸送し、周辺国へ二次輸送する計画を持っている⁵⁵⁾とされている。もし、日本への直接輸送が Capesize 中心のまま変わらない場合、ヴァーレの計画は、PSC 以上に競争力を持つこととなり、結果として、日本への鉄鉱石輸送のある程度の部分が、ヴァーレによる東南アジアからの二次輸送となる可能性も考えられる。

今後の鉄鉱石輸送船の大型化について、新日本製鐵(株)からは、「当社でも 07 年末から 32 万 DWT 級の鉱石専用船を配船しているが、現状では大分しか満載で入港できない。間雲な大型化は有効性を疑うが、遠いブラジルから鉄鉱石を輸入する日本にとって 30 万 DWT クラスの鉱石船はもっと増えていい。」⁵⁷⁾(末永正彦氏：原料第二部原料輸送グループリーダー)との積極的な発言があり、住友金属工業(株)からも「大型鉱石船では 23 万 DWT 型を鹿島の最適船として整備。さらなる大型化にはストックヤード、パースなどのインフラ整備を含めて、全体最適化を考えなければならない」⁵⁸⁾(高橋悟氏：工業原料部次長原料調整室長)と、次なる大型化を視野に入れた発言が見られる。これらを踏まえると、30 万 DWT クラス VLOC への対応は、世界との競争状態にある我が国の製鉄産業において、大きな意味を持つものと思われ、実現に向けた検討が望まれる。

4.5 穀物輸送に関する考察

(1) 輸送船の分析

既報¹⁾においては、我が国への穀物輸送が、他の北東アジア主要国に比べて、船型が小さいことを明らかにしている。北東アジア主要国への穀物輸送船の船型 Type (2007 年)を、船腹量比率で示したのが、図-4.16 である²⁾。日本への輸送は、Handy が最大、Handymax と合わせて約 3/4 を占めていたのに対し、中国・韓国・台湾は、Panamax が最大となっていた。

この相違の原因を明らかにするため、まず、2.2(4)で述べたとおり、穀物輸送のうち、国が一船単位で入札し、Handy を中心に配船している麦類の一般国貿による輸送回数を確認した。2007 年一年間に、一般国貿により麦を輸送した船型を、文献 59)のデータより整理したのが、表-4.11 である。一船ごとの輸送量(L/T: ロングトン = 1.016 MT)と輸送回数を集計した。ここで、穀物は、比較的比重が小さい貨物であることから、輸送船の積載重量は、満載を前提として、輸送量(L/T)の概ね 9 割程度と仮定して船型 Type を整理した(表-4.11)。その結果、95%超が、Handy (HND) により輸送されたことが判った。このことが、日本への穀物輸送に与えている影響の大きさを確認するため、既報¹⁾における 2007 年の日本への穀物

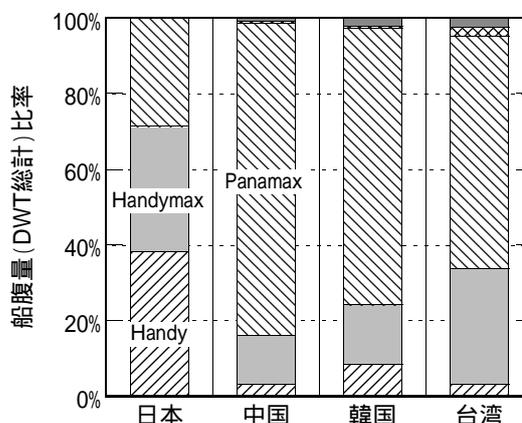


図-4.16 穀物輸送船の船型 Type 別船腹量 (2007 年)²⁾

表-4.11 一般国貿による輸送船型 (2007 年)

輸送量(L/T)	輸送回数	船型Type
20,000	150	HND
21,000	3	
25,000	59	
30,000	9	
40,000	6	HMX
50,000	3	PMX
60,000	1	

表-4.12 既報¹⁾での日本への穀物輸送船 (2007年)

船型Type	寄港回数	輸送回数	寄港/輸送
MIN	0	0	-
HND	797	229	3.48
HMX	382	183	2.09
PMX	224	129	1.74
NPX	1	1	1.00
CPS	0	0	-
VLO	0	0	-

輸送の船型 Type を整理したのが、表-4.12 である。Handy による日本への輸送回数が 229 回であり、一般国貿による Handy での輸送回数 (221 回) と非常に近い数値となっていた。ただし、既報¹⁾の輸送実績は、寄港実績からの推定であるため、全ての穀物輸送の特定は出来ていない。特定した輸送実績による 2007 年の穀物輸送量は、2,177 万 MT と推計され (輸送船の DWT 総計の 9 割と仮定)、港湾統計によるコンテナ以外の荷姿での輸入量: 2,687 万 FT に対し、捕捉率は 81%となる (FT が重量で決まっていると仮定)。この捕捉率が、船型 Type に依らず一定であるとすると、実際の輸送回数は、280 回余りとなる。従って、Handy による穀物輸送の約 8 割は、一般国貿の麦輸送であると推定される。

さらに、一般国貿から移行した SBS 方式の麦類輸入については、制度上、他の穀物との積み合わせが可能である。しかし、これまでのところ、その多くが、一般国貿と同じ Handy を利用しているとされている⁶⁰⁾。SBS 方式による、バルクキャリアでの輸入量は、小麦が 30 万 L/T (2007 年度)⁶¹⁾、大麦・裸麦が 141 万 MT (貿易統計より、全量バルクキャリアによる輸送と仮定)で、合計 171 万 MT となる。これを、平均船型 25,000DWT で輸送すると、輸送回数は約 75 回となる。Handy による麦輸送 (約 280 回) のうち、一般国貿 (221 回) ではない輸送は約 60 回と推計されることから、SBS 方式による輸送の大半が、Handy によるとすれば、両者の数値が概ね合致する。以上より、日本への Handy による穀物輸送は、概ね、国家貿易の麦類輸入であると推察された。

一方、日本を除く北東アジア主要国への穀物輸送の主力は、Panamax であった。4.2(4)で述べたとおり、パナマ運河の拡張を受け、今後、9~10 万 DWT クラス及び 11~12 万 DWT クラスの New Panamax が就航する。これらが、既存 Panamax に代わり、新たな穀物輸送の主力となる可能性もある。

次項では、Handy による輸送が Handymax や Panamax に、Panamax による輸送が New Panamax へ代わるかどうかの点を中心に、輸送コスト面からの分析を行う。

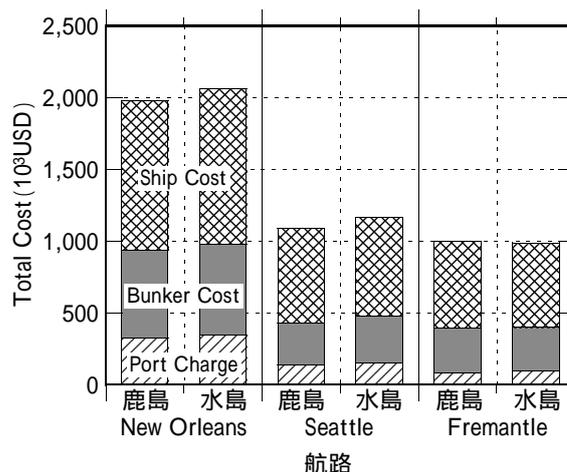


図-4.17 航路別総輸送コスト (Handymax)

(2) 輸送コストの分析

3. で構築した手法により、まずは、Handymax で、航路別の総輸送コストを算定した結果が、図-4.17 である。航路は、積出港が New Orleans (アメリカ・ガルフ)、Seattle (アメリカ・西海岸) 及び Fremantle (オーストラリア) の 3 港湾、荷揚港が鹿島及び水島の、それぞれ 1 港揚げである。航路距離は、積出港が New Orleans: 平均 18,353mile, Seattle: 平均 8,702mile, Fremantle: 平均 8,794mile であった。鹿島からは Fremantle より Seattle の方が近く、水島からは Fremantle の方が近かったが、両者を比較すると、いずれも、Fremantle からの方が輸送コストが低くなっていた。これは、Seattle と Fremantle の港費 (Port Charge) の差が大きかった。また、いずれの航路においても、一番多いコスト項目は、船費 (Ship Cost) であった。

総輸送コストを、輸送量 (MT) で除した MT 当り輸送コスト (USD/MT) の、船型別航路別比較の結果が、表-4.13 である。いずれの航路においても、船型が大きくなるほど、揚げ港数が少なくなるほど、輸送コストは低くなっていた。

1 港揚げと複数港揚げを比較する。まず、Handy における 1 港揚げの 3 港揚げに対する追加コストは、New Orleans・Seattle で約 7USD/MT, Fremantle で約 6USD/MT であり、1 港揚げの輸送コストに対する比率は、New Orleans で 1 割強、Seattle・Fremantle では約 2 割に相当していた。航路距離が長い方が、複数港揚げの影響が少なかった。また、1 港揚げと、一つ船型 Type を大きくした複数港揚げを比較すると、New Orleans からでは、いずれの航路・船型 Type でも、1 港揚げより、一つ船型の大きい 3 港揚げの方が、MT 当たり輸送コストは低くなっていた。一方、Seattle・Fremantle からでは、1 港揚げと、

表-4.13 1港～3港揚げの船型別航路別MT当たりコスト

(USD/MT)

船型Type	HND	HMX	PMX	NPX
航路	鹿島1港揚げ			
New Orleans	61.2	42.2	36.4	31.4
Seattle	33.1	23.2	20.7	18.6
Fremantle	31.1	21.3	18.4	15.9
航路	鹿島 - 千葉2港揚げ			
New Orleans	65.0	44.7	38.5	33.1
Seattle	36.9	25.7	22.8	20.3
Fremantle	34.4	23.5	20.3	17.5
航路	鹿島 - 千葉 - 名古屋3港揚げ			
New Orleans	68.6	46.9	40.4	34.5
Seattle	40.3	27.8	24.6	21.7
Fremantle	37.4	25.4	21.8	18.7
船型Type <th>HND</th> <th>HMX</th> <th>PMX</th> <th>NPX</th>	HND	HMX	PMX	NPX
航路	水島1港揚げ			
New Orleans	63.7	44.0	38.0	32.7
Seattle	35.5	24.9	22.2	19.8
Fremantle	30.4	21.1	18.3	15.9
航路	水島 - 神戸2港揚げ			
New Orleans	66.4	45.8	39.5	33.9
Seattle	38.1	26.7	23.6	21.0
Fremantle	33.1	23.0	19.8	17.2
航路	水島 - 神戸 - 志布志3港揚げ			
New Orleans	70.2	48.3	41.6	35.6
Seattle	41.8	29.2	25.7	22.7
Fremantle	35.9	24.8	21.4	18.5

一つ船型の大きい2港揚げの比較では、2港揚げの方がMT当たり輸送コストは低くなっていたが、3港揚げとの比較となると、船型の大きいPanamax・New Panamaxでは、一つ小さい船型Typeでの1港揚げの方が、MT当たり輸送コストは低い場合が多かった。

次に、日本への麦輸送の主力となっているHandyが、仮に、HandymaxやPanamaxへ大型化した場合についての輸送コストを試算した。その概念図が図-4.18、結果が表-4.14である。最終荷揚港は寄港港湾のみとし、想定される追加コストは、保管、二次輸送及び荷役である。保管については、大型化した際に余分に必要となるサイロ容量を借り受ける料金である。保管期間は、2.2(4)の平均貯蔵期間：1～3ヶ月程度との結果から、ここでは2ヶ月(6期)と設定し、サイロ保管料は、文献11)より、甲地の数値とした。二次輸送については、余分に必要となる1港目・2港目・3港目間の内航船の輸送コストを算定した。荷役については、ほとんどの拠点港湾において、外航船から直接内航船へ積み替えが可能な構造となっていることから、直接内航船へ積み替える場合と、一旦1港目のサイロに貯蔵した後、内航船に積み込み、2港目・3港目で吸い揚げの場合の両者が想定される。それぞれの場合について、文献11)より、サイロ港湾荷役料金を設定した。ここで、鹿島・千葉については、数値が見当たらないことから、便宜上、一類港と二類港の平均値として設定した。試算において、設定したCaseは、以下のとおり。

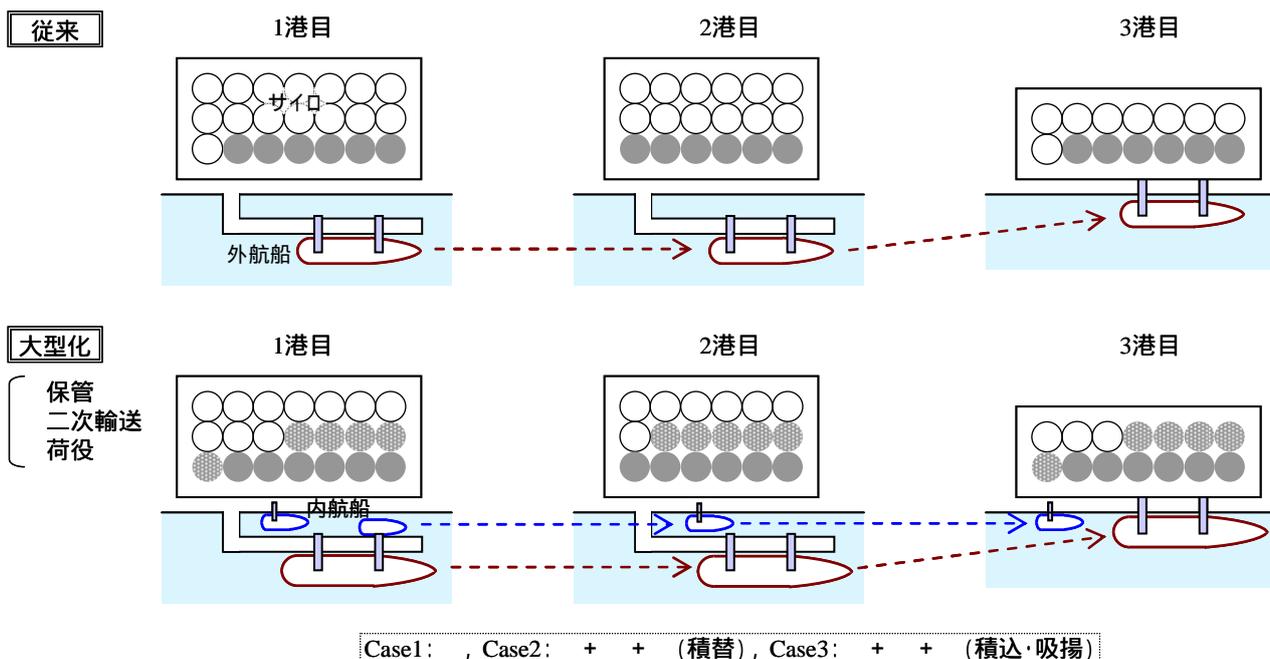


図-4.18 大型化試算の概念図(穀物)

Case1: 1~3 港目において、いずれも、バース能力、航路泊地等水域施設の能力は十分であるが、サイロ容量が不足するため、大型化による増加分に対応したサイロを借り受ける場合

Case2: 1 港目では、バース能力や水域施設能力が十分であるが、2 港目・3 港目において、バース・水域施設能力(喫水制限)の不足により、従来の Handy と同量しか荷揚げできず、その分を 1 港目で外航船から内航船に直接積み替え荷役し、二次輸送する場合。大型化に対応したサイロは、いずれの港湾でも借り受けるとする。また、追加輸送分の 2 港目・3 港目での荷役は、外航船から内航船に変わっている

Case3: Case2 において、外航船と内航船の寄港のタイミングの問題等により、一旦 1 港目のサイロに吸い揚げ、一定期間保管の後、内航船に積み込み、2 港目・3 港目で吸い揚げる場合

輸送船が、従来の Handy から Handymax・Panamax へ大型化した際、全ての港湾のバース・水域施設能力が新船型に対応可能であり、荷主が自社サイロにすぐに引き取り可能であれば、保管料もかからないため、MT 当たり輸送コストは、表-4.13 のとおり低減する(同データを、表-4.14 上段に記載)。これに対し、全ての荷揚港でバース能力や水域施設能力は対応可能であるものの、一回の輸送における輸送量の増加に対応したサイロを借り受けた Case1 では、New Orleans・Seattle のいずれの航路においても、大型化により MT 当たりの輸送コストは低減していた。次に、サイロ借り受けに加え、1 港目で積み替え、2 港目・3 港目へ二次輸送する Case2 でも、New Orleans・Seattle のいずれの航路においても、大型化により MT 当たり輸送コストは低減していた。また、サイロ借り受け、2 港目・3 港目への二次輸送に、1 港目の積み込み及び 2 港目・3 港目での吸い揚げが加わった Case3 では、相対的に航路距離の長い New Orleans からの場合、

表-4.14 Handy から Handymax・Panamax への大型化による輸送コスト変化の試算

航路		New Orleans - 鹿島 - 千葉 - 名古屋			New Orleans - 水島 - 神戸 - 志布志		
		HND	HMX	PMX	HND	HMX	PMX
船型Type							
MT 当たり輸送コスト(USD/MT)		68.6	46.9	40.4	70.2	48.3	41.6
保管	追加輸送量/港(MT)		8,100	14,400		8,100	14,400
	保管料(円/MT・期)		182	182		182	182
	MT 当たり追加コスト(USD/MT)		6.0	7.6		6.0	7.6
積替	積替料(500GT以上,円/MT)		424	424		360	360
	MT 当たり追加コスト(USD/MT)		1.5	2.0		1.3	1.7
	積替料(500GT未満,円/MT)		407	407		349	349
二次輸送	MT 当たり追加コスト(USD/MT)		1.5	1.9		1.3	1.6
	699GT 平均輸送料(USD/MT)		15.3	15.3		13.8	13.8
	MT 当たり追加コスト(USD/MT)		2.6	3.4		2.4	3.0
積込吸揚	499GT 平均輸送料(USD/MT)		16.7	16.7		15.0	15.0
	MT 当たり追加コスト(USD/MT)		2.9	3.7		2.6	3.3
	平均荷役料(500GT以上,円/FT)		703	703		686	686
Case1	MT 当たり追加コスト(USD/MT)		5.1	6.5		5.0	6.3
	平均荷役料(500GT未満,円/FT)		630	630		626	626
	MT 当たり追加コスト(USD/MT)		4.6	5.8		4.6	5.8
Case2	保管料のみ		52.9	47.9		54.3	49.1
	保管・積替・二次輸送(699GT)		57.1	53.3		58.0	53.8
Case3	(499GT)		57.3	53.5		58.2	54.0
	保管・積込・二次輸送・吸揚(699GT)		60.6	57.8		61.7	58.5
	(499GT)		60.4	57.4		61.5	58.2

航路		Seattle - 鹿島 - 千葉 - 名古屋			Seattle - 水島 - 神戸 - 志布志		
		HND	HMX	PMX	HND	HMX	PMX
船型Type							
MT 当たり輸送コスト(USD/MT)		40.3	27.8	24.6	41.8	29.2	25.7
Case1	保管料のみ		33.8	32.1		35.1	33.3
Case2	保管・積替・二次輸送(699GT)		38.0	37.4		38.8	38.0
	(499GT)		38.1	37.7		39.0	38.2
Case3	保管・積込・二次輸送・吸揚(699GT)		41.5	42.0		42.5	42.6
	(499GT)		41.3	41.6		42.3	42.3

表-4.15 Panamax から New Panamax への大型化による輸送コスト変化の試算

(USD/MT)

航路	New Orleans - 鹿島 - 千葉 - 名古屋		New Orleans - 水島 - 神戸 - 志布志		Seattle - 鹿島 - 千葉 - 名古屋		Seattle - 水島 - 神戸 - 志布志	
	PMX	NPX	PMX	NPX	PMX	NPX	PMX	NPX
船型Type								
MT当たり輸送コスト(USD/MT)	40.4	34.5	41.6	35.6	24.6	21.7	25.7	22.7
Case1 保管料のみ		38.9		40.0		26.1		27.1
Case2 保管・積替・二次輸送(699GT) (499GT)		42.7		43.3		29.8		30.4
		42.9		43.5		30.0		30.6
Case3 保管・積込・二次輸送・吸揚(699GT) (499GT)		45.3		46.0		32.5		33.1
		45.2		45.9		32.3		33.0

大型化による MT 当たりの輸送コストは低減していたが、一方、相対的には航路距離の短い Seattle からでは、大型化の効果が出ず、MT 当たりの輸送コストは、僅かではあるが、Handy の方が低くなっていた。

同じ手法により、Panamax が New Panamax へ大型化した際の MT 当たり輸送コストを試算した結果が、表-4.15 である。保管料のみ追加の Case1 の場合、New Orleans からでは、大型化により、MT 当たり輸送コストが低減していたが、Seattle からでは、大型化しない方が輸送コストが低かった。保管料に積み替え、二次輸送を追加した Case2、積み込み、二次輸送、吸い揚げを追加した Case3 では、New Orleans からでも、大型化しない方が輸送コストが低くなっていた。

(3) 考察

前項の輸送コスト算定結果を基に、今後の我が国への穀物輸送の効率化の可能性について考察する。

まず、既報¹⁾において、1回の輸送における日本の荷揚港数は、2.56(2007年)と、他の北東アジア主要国に比べて多くなっていた(中国:1.36、韓国:1.28、台湾:1.60)。一方、輸送コストの試算においては、Handyの1港揚げより、Handymaxの3港揚げの方がいずれの航路でも低くなっていた。New Orleans からでは、Handymaxの1港揚げより、Panamaxの3港揚げの方が、Seattle・Fremantle からでは、Handymaxの1港揚げより、Panamaxの2港揚げの方が、それぞれ、MT 当たり輸送コストが低くなっていた。そのため、日本への輸送船のうち、麦類以外の穀物が、Handymax や Panamax で、平均2港以上で荷揚げされているのは、輸送コスト低減を図ったものと考えられる。一方、麦類については、一般国貿では、国が、荷揚港を含めた配船を決めており、Handyの3港揚げが中心となっている。一般国貿において、船型が小さく荷揚港数が多いのは、保管料を国が負担しているため、保管料を低減させるべく、少量・小口輸送が選択されているものと推察される。以上のように、日本への穀物輸送

において、一回の輸送における荷揚港数が多い要因は、麦類とその他で異なっていると推察された。

麦類の輸入制度については、国際相場の変動が政府売り渡し価格を迅速に反映できていないことや、平成22年度以降に農林水産省の機構改革が行われること等の状況を踏まえ、「輸入麦政府売り渡しルール検討会」(座長:林良博東京大学教授)において検討が重ねられてきており、報告書(案)においては、SBS方式の拡大、商社による輸入麦の配船との方向性が示されている⁶²⁾。主食用小麦も含めて、一般的にSBS方式が採用され、商社により配船がなされることになれば、輸送コストから見る限り、船型の大型化によるメリットは大きい。また、Handymax や Panamax を使用しているその他穀物との積み合わせにより、さらなる大型化の可能性もある。一方で、一般国貿は、保管料を国が持つ制度であったが、SBS方式に変わることにより、保管料は製粉業者等荷主が持つことになる。現在、小麦の荷主による保管は0.5ヶ月分であり、残り1.8ヶ月分は国の在庫となっている⁶³⁾。荷主側としては、商業ベースの回転在庫のみを持つことにより、在庫コストを少なくする方向に動くことも、可能性としてあり得る。この場合、小口多頻度輸送を指向することになるが、Handyより小型の船型Typeによる太平洋等の航行は想定されないことから、現状レベルのHandyによる複数港揚げに落ち着く可能性も考えられる。しかし、同報告書(案)⁶²⁾では、不測の事態に対応できるように国の計画に従って製粉企業等が備蓄を行う方向で検討する必要があるとされており、この方向で制度が出来れば、麦類の輸送船大型化の可能性は十分にあるものと思われる。港湾側では、これに対応可能なバース、水域施設やサイロ容量の能力拡充について、検討が望まれる。さらに、麦類と他の穀物との積み合わせについては、荷積国が同一である穀物が多く、麦類以外の穀物の積み合わせは既に実施されていることから、実現可能と考えられる。ただし、荷揚港での荷役において、複数のアンローダーとベルトコンベアの組み合わせによっては、一

つの穀物の荷役に比べて、荷役時間が長くなることも想定される。特に、ベルトコンベアが一系統の場合、複数の穀物の同時吸い揚げは出来ず、パースの能力拡充に併せて、アンローダーやベルトコンベアの能力拡充の検討が必要な場合もあるものと想定される。

また、石炭と同様に、パナマ運河の拡張によって、Panamax が New panamax に大型化していく可能性がある。しかし、穀物の場合、全長：225m とした Japanamax について考慮しなければならない。国内の主要な穀物パースの入港制限より決定されたこの全長制限は、長く Panamax の標準船型の一つとなってきた。しかし、近年、この制限を超えた全長を持つ 8 万 DWT クラス Panamax が増えてきている。最新の Clarkson データでは 8 万 DWT 以上の既存 Panamax：81 隻であるが、このうち、全長を 225m までに抑えたのは、わずか 11 隻であり、残り 70 隻は全長：229m となっていた（この船型は、ポーキサイトの主要積出港であるアフリカ西海岸の Kamsar（ギニア）の入港船型に合わせた船型：Kamsarmax である⁶⁴⁾）。今後、8 万 DWT クラス Panamax が増加してくる見込み（図-4.5）であることから、早晚、日本の港湾としては、この船型を受け入れるかどうかの判断を迫られることとなる。受け入れのために、パース、水域施設や、荷役施設、サイロの能力を拡充する場合には、出来れば、8 万 DWT クラス Panamax までの対応だけでなく、さらに、New Panamax への対応を視野に入れるべきと考えられる。一方、当面、Japanamax までの対応に留める場合、同船型が輸送船に占める割合は少しずつ低下していくものと見られること、さらには、4.2(4)で分析したように、Panamax 自体の船型も大型化してきているため、高度成長期に Panamax 対応で整備されたパースや水域施設は、現在でも、最新の Panamax に対してのパース水深の不足が懸念されることから、今後 8 万 DWT クラスが Panamax の主流になれば、Handymax による輸送を選択せざるを得なくなる可能性も考えられる。

一方、輸送コストの試算において、アメリカ・ガルフからの輸送では、保管料が追加で必要になったとしても、Panamax に比べ、New Panamax による大型化のメリットが活かせるため、西海岸からの輸送に比べて、効率面からは、大型化の可能性は高いとの結果であった。しかし、ガルフの主要港は、Mississippi River の沿岸港であるため、船型の大型化に制限がある。文献⁶⁵⁾によれば、アメリカ陸軍工兵隊（US Army Corps of Engineers）は、河口から Mile 150 AHP（Above Head of Passes：河口からの距離）までは水深 45ft、Mile 150 AHP から Baton Rouge までは水深 40ft を維持する責務を有しているが、この水深まで

維持されていない場合もある⁶⁵⁾とされている。South Louisiana は、Mile 114.9 AHP～168.5 AHP に、New Orleans は Mile 90 AHP～110 AHP に、それぞれ位置している。たとえ、河道が 45ft（13.7m）及び 40ft（12.2m）に維持されているとしても、10%の余裕水深を見ると、航行船の喫水は、それぞれ、12.5m、11.1m までとなる。既存 Panamax は、燃料の積載量等を工夫することにより、Mississippi river を航行していることから、満載喫水が同程度のパナマ運河拡張対応の 9～10 万 DWT・New Panamax の航行は可能である。しかし、満載喫水が深くなる 11～12 万 DWT の New Panamax は、その積載量をフルに活かさない可能性が高い。輸送コストの試算では、11～12 万 DWT の New Panamax を想定したことから（表-4.15）、9～10 万 DWT の New Panamax の場合、Panamax との輸送コストの差は小さくなる。一方、9～10 万 DWT の New Panamax であれば、既存 Panamax と満載喫水に大きな変化がないこととなる。このことは、特に水位が浅くなる 1～6 月や、冬から春にかけての降雨・雪後の流速減少による漂砂による水位減少⁶⁵⁾に対して、現状と同じ対応が採れることを意味することから、積極的な導入が図られる可能性も考えられる。また、Mississippi river のロック・アンド・ダムの改修・拡張も開始されており⁶⁶⁾、中国等の需要増への対応を主眼として、穀物輸送船の船型が大型化するための条件が整いつつある。我が国においては、麦類輸入の制度改革と相まったこの機会を活かし、穀物輸送の効率性を向上させるべく、積極的な施策の展開が必要と考えられる。

4.6 マイナーバルク貨物輸送に関する考察

(1) 船型動向

マイナーバルク貨物の輸送については、三大バルク貨物と比べて、各品種の輸送量が少ないことや、特殊な構造を必要としないことから、チップ等を除けば、特定品種を専用的に輸送しているバルクキャリアは多くない。そのため、輸送船・荷出港から、輸送実績を特定する既報¹⁾の手法によって、マイナーバルク貨物の輸送実績を特定することは困難である。この特定のためには、貨物と船舶動静を同時に記録した統計データ等に依る他はない。しかし、このようなデータを世界中で網羅的に収集することは、ほとんど不可能である。したがって、マイナーバルク貨物の特定品種を輸送する船舶を特定することも、また困難である。元々、バルクキャリアとは、多種の貨物を、ばらの荷姿で輸送可能な船舶であり、需要の動向に応じて用船状況が流動する中では、三大バルク

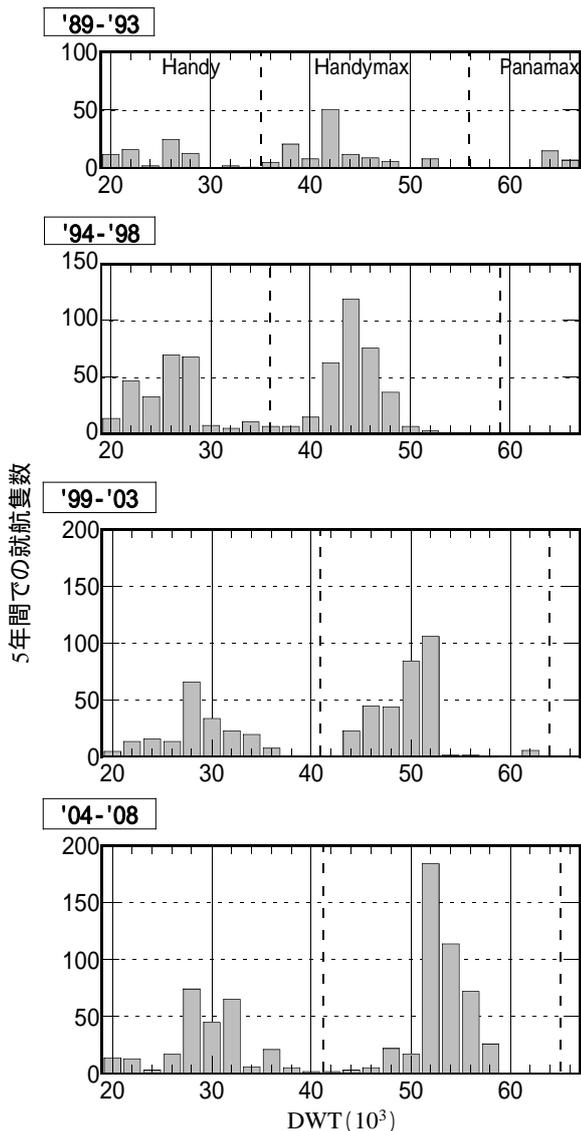


図-4.19 Handy/Handymax の年代別新造船の DWT 分布

貨物のような大きな輸送量がない品種に関して、品種別に動向を分析することは、大きな意味を持たない可能性もある。本資料では、以上の状況を踏まえ、マイナーバルク貨物を輸送し得る船型 Type である Handy 及び Handymax 全体の船型動向について、分析を行う。

まず、LR-F の船舶諸元データより、Handymax と Handy の 5 年毎の新造船の DWT 分布を整理したのが、図-4.19 である。図の横軸は、2,000DWT 刻みで、数値はその最低値を示している。図には、図-4.6 において整理した Panamax と Handymax の境界 (DWT) も記載しており、また、同一の考え方により、Handymax と Handy の境界も設定して示した。この図より、Handymax は、1989～1993 年就航船の最頻値：4 万 2 千～4 万 4 千 DWT が 2004～2008 年就航船の最頻値：5 万 2 千～5 万 4 千 DWT に、Handy も、1989～1993 年就航船の最頻値：2 万 6 千～2

万 8 千 DWT が、2004～2008 年就航船の最頻値：2 万 8

表-4.16 年代別・船型 Type 別の新造船の諸元値

(a) Handy max

諸元		'89-'93	'94-'98	'99-'03	'04-'08
DWT	平均	43,275	45,359	50,412	54,044
	75% 値	44,733	46,900	52,404	55,840
L	平均	178	174	185	190
	75% 値	198	190	190	190
d	平均	10.8	11.2	11.4	12.3
	75% 値	11.3	11.6	12.0	12.6

(b) Handy

諸元		'89-'93	'94-'98	'99-'03	'04-'08
DWT	平均	25,251	26,720	29,675	30,342
	75% 値	27,887	28,460	32,130	32,729
L	平均	158	150	167	173
	75% 値	174	172	177	178
d	平均	9.6	9.4	9.9	9.9
	75% 値	9.8	9.8	10.3	10.0

千～3 万 DWT に加え、3 万 2 千～3 万 4 千 DWT にも同程度の隻数があり、積載量 (DWT) が順次多くなってきていた。

同じデータにおいて、各年代の新造船の DWT、全長 (L) 及び満載喫水 (d) の平均値及び 75% 値を示したのが、表-4.16 である。まず、Handymax の結果を示したのが (a) であるが、DWT は、平均値及び 75% 値共に増加傾向、増加量は 1 万 DWT を超えていた。全長は、平均値は増加傾向であったが、75% 値は横ばいであった。これは、全長が 190m、あるいは、200m を超えない範囲で設計がなされているためと想定され、その上限値において設計された割合が増加してきていた。満載喫水は、平均値及び 75% 値共に増加傾向であり、15～20 年間で、1.3～1.5m も深くなっていった。

次に、Handy の結果が (b) であるが、DWT は、平均値及び 75% 値がいずれも増加し、15～20 年間で増加量は、約 5 千 DWT であった。全長は、平均値は増加してきたが、75% 値は微増傾向であった。このような差が出たのは、平均値を大きく超える全長：190～200m である船舶が増えてきたためである。満載喫水は、微増傾向であった。積載量の増加に対し、諸元値は、必ずしも同じ傾向を示してはいなかった。

以上の船型動向の分析より、Handy 及び Handymax の両船型において、積載量 (DWT) が増加傾向であること、これに対し、船舶諸元の傾向は一律ではなく、大きく増加した場合と、横ばい傾向の場合があることが確認された。

(2) 考察

この15～20年間に於いて、Handymax や Handy の新造船の DWT が増加傾向であり、満載喫水等の諸元でも、場合により増加傾向が見られた。このことは、20年以上前の高度成長期に、当時の船型 Type に合わせて設計された港湾施設が、今後、能力不足に陥る可能性があることを示している。DWT の増加は、着岸時のパース本体や防舷材への衝撃力を増加させるし、荷役時間の増加にも繋がる。満載喫水の増加は、必要なパース・水域施設の水深に直接影響する。特に、Handymax の満載喫水は、この15～20年間で、平均が1.5m、75%値が1.3mも深くなっており、満載時に必要なパースや水域施設の水深は、少なくとも、1mは深くなっている。以上の点を踏まえると、高度成長期に、当時の船型 Type に合わせて整備されたバルク貨物対応パースは、既に、能力不足に陥りつつある可能性もある。

ここで、先に分析した各年代別の新造船が、それぞれの年（1993、1998、2003 及び 2008 年）に、日本及び中国・韓国・台湾に寄港した割合を算定した結果が、表-4.17 である。1989～1993年に新造された Handymax：121 隻のうち、1993年に日本に寄港したのは82隻で、全体の7割近くが日本に寄港していた。これに対し、2008年では、直近5年間の新造船の日本への寄港は、半分にも満たなかった。Handy でも同様で、直近5年間の新造船の日本への寄港率は、1993年の約7割から、2008年では半分以下となっていた。これに対し、中国・韓国・台湾に寄港した割合は、Handymax で1993年：55% 2008年：79%、Handy で1993年：49% 2008年：60%と急増してきてい

表-4.17 年代別新造船の寄港状況

(a) Handymax

年代		'89-'93	'94-'98	'99-'03	'04-'08
就航隻数		121	334	314	447
日本	寄港数	82	245	168	194
	割合	67.8%	73.4%	53.5%	43.4%
中韓台	寄港数	67	213	261	352
	割合	55.4%	63.8%	83.1%	78.7%

(b) Handy

年代		'89-'93	'94-'98	'99-'03	'04-'08
就航隻数		70	256	201	263
日本	寄港数	49	200	122	120
	割合	70.0%	78.1%	60.7%	45.6%
中韓台	寄港数	34	157	120	158
	割合	48.6%	61.3%	59.7%	60.1%

た。

中国の需要増加が著しいことから、相対的にバルク貨物輸送市場における位置付けが低下した日本への新造船寄港割合が減少することは避けられない状況ではあるが、仮に、このまま各船型 Type の DWT や満載喫水が増加し、日本の港湾施設能力の不足が大きくなってきた場合、特に小型のバルクキャリアは、港湾事情による制限を意識した設計となる²²⁾ことから、日本向けの船型と、中国を中心とした需要が増加している国向けの船型が大きく異なってくる事態も、可能性としては想定される。このような事態を避けるためには、マイナーバルク対応のパースにおいても、施設更新時に、最新の船型への対応が可能となるよう、港湾施設能力拡充を積極的に検討すべきと考えられる。

5. 結論

本資料では、まず、我が国へのドライバルク貨物輸入における一次輸送と二次輸送の関係を整理した。次に、ドライバルク貨物輸送の輸送コスト算定手法を構築した。さらに、最新の船型動向を分析し、輸送船の大型化等に関する輸送コスト試算結果も踏まえ、我が国への輸送の効率化に向けた可能性について考察した。本資料は、これらの分析・考察により、もって、我が国のバルク貨物輸送にかかわる港湾施策の企画・立案に資することを目的とした。本資料で得られた結論は、以下のとおり。

- (1) 輸入されたドライバルク貨物は、品種により、海上での国内二次輸送がなされていた。輸入港での移出が多かった品種は、コールセンター（中継基地）が全国に存在する石炭（9.4%）と、輸入から移出に直接積み替え可能な輸入拠点が多い穀物（12.6%）であった。一方、輸入港での移出が少なかった品種は、鉄鉱石（1.6%）及びチップ（1.0%）であった。また、韓国からの石炭二次輸送は進展していなかったが、フィリピンからの鉄鉱石（焼結鉄）二次輸送は、増加傾向を示していた。
- (2) 外航船・内航船のそれぞれについて、船速や燃料消費量を設定した上で、船費、港費及び燃料費の算定手法を構築した。これにより、MT 当たり輸送コストを指標として、輸送効率の比較が可能となった。
- (3) 石炭輸送に関する分析結果は、以下のとおり。
 - ・我が国への輸入は、原料炭：Capesize、一般炭：Panamax ~ New Panamax が中心であること。
 - ・パナマ運河拡張に対応した新たな New Panamax が増加していくこと。
 - ・Panamax が大型化してきており、8万 DWT クラスが増加していくこと。
 以上を踏まえ、石炭輸送効率化に向けて、以下のとおり考察した。
 - ・高度成長期に整備された Panamax 対応の港湾施設は、今後、能力不足に陥る可能性が想定されること。
 - ・New Panamax の我が国への寄港を確保し、その大型化のメリットを活かすためには、対応した港湾施設能力の拡充に加え、既存の二次輸送体系にうまく組み込んだ輸送ルートとする方法や、供給の安定性を増加させる輸送ルートの増加が有効であると見られること。
 - ・台湾や韓国の発電所へは Capesize による一般炭輸送が

多く見られるが、我が国においても、匹敵する出力を持つ発電所があることから、港湾施設の能力拡充においては、Capesize への対応も視野に入れることが望ましいこと。

- (4) 鉄鉱石輸送に関する分析結果は、以下のとおり。
 - ・中国を中心に、ブラジルから 30 万 DWT 超の VLOC による輸送が、数多く計画されていること。
 - ・JFE スチールによるフィリピンからの鉄鉱石（焼結鉄）輸入と同様の輸送システムで、ヴァーレによる 40 万 DWT・VLOC による中継輸送が計画されていること。
 以上を踏まえ、鉄鉱石輸送の効率化に向けて、以下のとおり考察した。
 - ・30 万 DWT・VLOC の我が国への寄港を確保し、その大型化のメリットを活かすためには、拠点港湾での能力拡充に加え、2 港目以降の寄港となる港湾においても、可能な限り、減載での対応船型を大きくすることが必要であること。
- (5) 穀物輸送に関する分析結果は、以下のとおり。
 - ・我が国への麦類輸入は、国家貿易の制度下において、Handy 中心であること。今後、麦輸入は、SBS 方式へ移行していくと見込まれること。
 - ・麦類以外の穀物輸入は、Handymax ~ Panamax により輸送され、積み合わせも可能であること。
 - ・アメリカ・ガルフからの穀物輸送に、9~10 万 DWT クラス New Panamax が投入される可能性があること。
 - ・Japanamax より大きい 8 万 DWT クラス Panamax が増加してきており、今後、Panamax の中心船型となっていくこと。
 以上を踏まえ、穀物輸送の効率化に向けて、以下のとおり考察した。
 - ・麦類輸入については、国の計画に従って製粉企業等が備蓄を行う方向となれば、輸送船の大型化が見込まれること。
 - ・日本の穀物パースは、今後、New Panamax や Japanamax を超える Panamax を受け入れるかどうか、との判断を迫られると見込まれること。
 - ・我が国港湾への New Panamax の寄港を確保し、その大型化のメリットを活かすためには、パースや水域施設だけでなく、アンローダー、ベルトコンベアやサイロの能力拡充についても検討が必要であること。
- (6) マイナーバルク貨物輸送に関する分析結果は、以下のとおり。

- ・輸送を担う Handymax 及び Handy は、いずれも、DWT が増加してきており、Handymax では、満載喫水の増加も著しかったこと。

以上を踏まえ、マイナーバルク貨物輸送の効率化に向けて、以下のとおり考察した。

- ・高度成長期に、整備された港湾施設は、船型の大型化の中で、能力不足に陥りつつある可能性があること。
- ・港湾施設の更新時には、最新の船型への対応が可能となるよう、能力拡充を検討すべきこと。

筆者らは、既報¹⁾において、北東アジア主要国と比較して、我が国への三大バルク貨物輸送に効率的ではない面があることを明らかにした。本資料は、この点を踏まえ、我が国として取り得べき施策の検討を可能とするため、さらに、我が国の状況に特化した分析を行い、世界の船型動向の中での方向性について、考察を行ったものである。

我が国の産業や国民の食生活を支える、原材料・食糧原料輸入のための港湾施設は、その多くが高度成長期に整備されている。その中には、中国等の需要増に先導された船型の大型化が著しいために、現在、そして近い将来のドライバルク貨物輸送において、輸送効率を低下させる原因ともなりかねない施設が増えてきていると推察される。我が国の産業の国際競争力や、食糧供給の安定性を維持し、さらに強化していくためには、関係機関の協力による、施策の展開が必要不可欠と考えられる。

(2009年12月15日受付)

謝辞

本資料の作成にあたっては、国土交通省港湾局計画課より資料を提供いただくと共に、高橋宏直港湾研究部長を始め、関係の方々から様々なご助言をいただきました。また、研究の過程において、石炭輸送については、中部地方整備局四日市港湾事務所の荒木幸宏工務課長、黒川利樹也企画調整課長、奥山健司企画調整係長にご案内いただき、中部コールセンター株式会社の小津勝取締役社長、東山尚常務取締役、今村正美業務部長及び堀全良業務部参与役にご協力をいただきました。穀物輸送については、福岡市港湾局計画部計画課の中野武港湾政策係長、深田剛教港湾計画係員、博多港サイロ株式会社の依田寛取締役施設部長、手島準一郎取締役総務部長及び安武康雄営業部長にご協力をいただきました。ここに記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 赤倉康寛・二田義規・渡辺富博：北東アジアにおける三大バルク貨物の輸送動向の分析，国土技術政策総合研究所資料，No.525，2009。
- 2) 赤倉康寛・二田義規・渡辺富博：北東アジアにおける三大バルク貨物取扱バースと船型の関係，土木学会論文集D，Vol.65，No.3，pp.336-347，2009。
- 3) (財)石炭エネルギーセンター：コール・ノート(2008年版)，2008。
- 4) (社)日本港湾協会，国土交通省港湾局監修，日本の港湾2005，2005。
- 5) 片岡法典：内航海運の実務入門，内航ジャーナル，2001。
- 6) 日本海事新聞社：東電・広野6号向け内航船の建造ヤード 三菱・今治・三浦が軸に，2009年8月6日付日本海事新聞，2009。
- 7) 農林水産省：食料自給率の推移，2009。
- 8) 農林水産省総合食料局：図解 今後の麦政策のあり方，2003。
- 9) 農林水産省総合食糧局：飼料用麦の輸入方式，第11回輸入麦の政府売渡ルール検討会参考資料，2009。
- 10) 全国小麦卸商組合連合会：麦関係用語集，Web。
- 11) 日本麦類研究会：穀物サイロと港運，2003。
- 12) JETRO：アグロトレードハンドブック2008，2008。
- 13) 林野庁：木材(用材)の需給の実績と見通し，2008。
- 14) 広島県：尾道糸崎港・福山港のご紹介 機織，Web。
- 15) 日本製紙連合会林材部：パルプ材便覧2009年，2009。
- 16) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアル・フロー2007，2008。
- 17) テックスレポート：2009年合金鉄年鑑(ステンレス鋼資料付き)，2009。
- 18) (財)国民経済研究協会：内航海運から見た素材型産業の物流コスト効率化に関する調査報告書(セメント)，2003。
- 19) POSCO Terminal：BUSINESS，Web。
- 20) テックスレポート：輸入鉄鉱石年鑑2008，2009。
- 21) 山名紳一郎：フィリピンシンター30年間の歩み，JFE技報No.22，pp.38-43，2008。
- 22) 蛭原公一郎：不定期船 - 最近の新造船船型の傾向，土木計画学研究・講演集，Vol.39，2009。
- 23) 高橋宏直・後藤健太郎：AISデータの港湾整備への活用に関する研究，国土技術政策総合研究所資料，No.420，2007。
- 24) JFEスチール：世界最大級の鉱石専用船“GRANDE PROGRESSO”が竣工，2008年5月30日付ニュースリリ

- ース, 2008 .
- 25) 谷本裕範・宮脇亮次: 新・傭船契約の実務的解説, 青山堂書店, 2008 .
- 26) Martin Stopford: Maritime Economics 3rd Edition, Routledge, 2009 .
- 27) Maritime Research Inc.: Chartering Annual 2007, 2008 .
- 28) Global Ports in Association with SSY: Port Information and Disbursement for Dry Cargo Shipping Industry, 2009 .
- 29) 日本海事新聞社: 造船各社ニューデザインを開発・投入 ポストパナマックス開発・参入本格化, 日本海事新聞2008年7月22日付特集, 2008 .
- 30) Panama Canal Authority: Agreement No.95 "Whereby the Regulation for the Admeasurement of Vessels to Assess Tolls for the Use of the Panama Canal are Amended", 2005 .
- 31) (財)シップ・アンド・オーシャン財団: 平成12年度船舶からの温室効果ガス(CO₂等)の排出削減に関する調査研究報告書, 2001 .
- 32) Drewry: Ship Operating Costs Annual Review and Forecast, 2008 .
- 33) Drewry: Dry Bulk Forecaster, Quarter 3 2008, 2008 .
- 34) (財)海事産業研究所: 内航海運コスト分析研究会報告書, 2002 .
- 35) 内航ジャーナル: 急激に減りだした199GT型船, 月刊内航海運, Vol.43, No.881, 2008.2., pp.6-8, 2008 .
- 36) 日本内航海運組合総連合会基本政策推進小委員会: 新規物流に関する研究 内航フィーダー, 2005 .
- 37) 川上博夫・森隆行: 外航海運のABC 6訂版, 成山堂書店, 2000 .
- 38) Tramp Data Service: World Maritime Analysis, No.1273 / July 24 2009, 2009 .
- 39) 商船三井営業調査室: Shipping Research 燃料価格 (2009年7月), 2009 .
- 40) 内航ジャーナル: 2009年版内航海運データ集 内航燃料油価格(年平均), 2009 .
- 41) AXSMARINE: AXSMarine distance table, Web .
- 42) (社)日本海運集会所: 航海距離図表付内航距離表, 1996 .
- 43) Clarkson: Dry Bulk Trade Outlook, Vol.15, No.6, 2009 .
- 44) MAN B & W Diesel A/S: Propulsion Trends in Bulk Carriers, 2006 .
- 45) Panama Canal Authority: Proposal for the Expansion of the Panama Canal Third Set of Locks Project, 2006 .
- 46) オーシャンコマース: 船の種類・船型, SHIPPING GUIDE, 2008年6月5日付記事, 2008 .
- 47) Lloyd's List: Ports of the World 2009, 2009 .
- 48) 交通日本社: 貨物運賃と各種料金表'08, 2008 .
- 49) テックスレポート: 石炭年鑑2009, 2009 .
- 50) 河村義人: 我が国初の「臨海部産業エリア形成促進港」として~周南バルクターミナルの設立~, 雑誌港湾, Vol.86, No.8, pp.26-27, 2009 .
- 51) 中国地方国際物流戦略チーム: 中国地方の産業の国際競争力強化に向けた緊急提言(平成19年6月11日), 2007 .
- 52) 新日本製鐵: 世界最大級の鉄鉱石専用輸送船「BRASIL MARU」が竣工, 2007年12月11日付新着情報, 2007 .
- 53) Lloyd's List: Hanjin signs \$1bn Posco VLOC deal Contract for 20 years will see vessels being built at HHI carry ore from Brazil to Korea, 2009年8月26日付, 2009 .
- 54) 日本海事新聞社: STXバンオーシャン パーレとVLOC長期契約 40万トン級8隻投入か, 2009年9月25日付記事, 2009 .
- 55) 日本郵船調査グループ編(社)日本海運集会所, 2008 Outlook for the Dry-Bulk and Crude-Oil Shipping Markets, 2008 .
- 56) HaniShip: Philippine Port Information, Villanueva Port Information, Web .
- 57) 日本海事新聞社: 100年に一度 不況下の資源エネ輸送 インタビュー, 2009年6月10日付記事, 2009 .
- 58) 日本海事新聞社: 100年に一度 不況下の資源エネ輸送 インタビュー, 2009年6月23日付記事, 2009 .
- 59) Tramp Data Service: World Maritime Analysis Weekly Report 食糧庁向け麦成約動向, 2007 .
- 60) 農林水産省総合食糧局: 第11回輸入麦の政府売渡ルール検討会議事概要, 2009 .
- 61) 農林水産省総合食糧局: 麦の国際需給をめぐる事情と輸入麦の売渡制度について, 第1回輸入麦の政府売渡ルール検討会資料, 2008 .
- 62) 農林水産省総合食糧局: 輸入麦の政府売り渡しルール検討会報告書(案), 第12回輸入麦の政府売渡ルール検討会資料2, 2009 .
- 63) 農林水産省総合食糧局: 第9回輸入麦の政府売渡ルール検討会議事概要, 2009 .
- 64) ツネイシホールディングス株式会社: カムサマックス一番船の引渡式を実施, TESS World, 2006 .
- 65) Shipping Guides: Guide to Port Entry 2005/2006, 2004 .
- 66) 薄井寛: エコノミストリポート農産物輸出「米国vs南米」エコノミスト 2009年2月24日号 pp.88-91 2009 .