

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1097

March 2020

我が国に関わる東西基幹コンテナ航路の遅延状況の把握・分析

赤倉康寛

Analysis of Vessel Delay of East-West Container Trunk Line Concerning Japan

AKAKURA Yasuhiro

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1097

March 2020

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕
E-mail:ysk.nil-pr@gxb.mlit.go.jp

国土技術政策総合研究所資料

No1097

我が国に関する東西基幹コンテナ航路の遅延状況の把握・分析

March 2020

我が国に関わる東西基幹コンテナ航路の 遅延状況の把握・分析

赤倉康寛*

要 旨

国際海上コンテナ輸送サービスの遅れが大きい。コンテナ船の到着予定日時から24時間以内の到着割合を示す定時到着率は、2018年では、全世界で、月によっては約2/3にまで落ち込んだ。長距離の東西基幹航路では、さらに遅延が大きいと想定される。一方で、高度に発展したグローバル・サプライチェーンは、高効率であるがゆえに、在庫が少なく、輸送停滞の影響を受けやすい。

以上の状況を踏まえ、本資料は、我が国に寄港する、もしくは、我が国との間にフィーダー航路が設定されている東西基幹コンテナ航路を対象に、船舶動静データを用いて、2018年4～12月のサービス別・港湾別の遅延状況を把握し、遅延発生の要因について分析を行ったものである。その結果、輸入港湾での定時到着率の全体平均は7割を切っており、特に低い北米港湾では6割未満であった。遅延の約8割は中国及び欧米の港湾にて発生しており、特定の港湾・ターミナルでの遅延が長くなっていた。中国の港湾では、天候不順やターミナル混雑等を起因とした着岸前の遅延が中心であったのに対し、欧米では、荷役時間の長期化等による着岸中の遅延も多く見られた。

キーワード：コンテナ航路，ターミナル，定時到着率，遅延，沖待ち

* 港湾研究部 港湾システム研究室室長，京都大学経営管理大学院客員教授
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@mlit.go.jp

Analysis of Vessel Delay on the East–West Container Trunk Line Connecting with Japan

AKAKURA Yasuhiro*

Synopsis

The extent of delays in container services has considerably increased in recent years. The punctuality rates, i.e., the rate of arrival within 24 hours from the schedule, declined by a factor of approximately 2/3 in the lowest month in 2018, and those of the east–west trunk lines were likely lower. Moreover, the highly developed global supply chain can be easily affected by the transportation stagnation caused by stock shortage.

Based on this background, this study investigated the vessel delays of container services that directly calling to or are connected with feeder services to Japan and analyzed the causes of delays. Results revealed that the average punctuality rate of east–west trunk lines was less than 70%, and nearly 80% of these delays occurred at ports in China, Europe and North America. The delays mostly occurred prior to berthing at Chinese ports, while delays at ports in Europe and North America also occurred during berthing.

Key Words: Container Route, Terminal, Punctuality Rate, Delay, Offshore Waiting

* Head of Port Systems Division, Port and Harbor Department
& Visiting Professor, Graduate School of Management, Kyoto University
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-46-844-5019 Fax : +81-46-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@mlit.go.jp

目 次

1. 序論	1
2. 遅延状況の把握方法	2
3. 遅延状況の把握結果	4
3.1 輸入港湾での定時性	4
3.2 各港湾での遅延発生状況	5
4. 遅延要因の分析	7
4.1 想定される要因	7
4.2 ターミナル別の遅延状況と着岸前・中の分離	7
4.3 着岸前の遅延要因	9
4.4 着岸中の遅延要因	10
5. 遅延の減少に向けた考察	11
6. 結論	12
参考文献	13

1. 序論

国際海上コンテナ輸送の遅れが大きい。図-1 に、全世界のコンテナ船の定時到着率の推移（データ出典：文献 1)）を示すが、2018 年の低い月には約 2/3 となっている。ここで、定時到着率とは到着予定日時から 24 時間以内の到着割合を指すため、約 1/3 は 1 日以上遅れていることとなる。長距離の東西基幹航路に限れば、さらに定時到着率は低いと推察される。一方で、高度に発展したグローバル・サプライチェーンは、高効率であるがゆえに、在庫が少なく、輸送停滞の影響を受けやすい。そのため、各コンテナ航路サービスの遅延情報は荷主にとって重要であるが、現在は、各船社は定時性の詳細データを公表していない。また、定時性向上のためには、遅延要因の分析が非常に重要と考えられるが、既往の調査研究は見当たらない状況にある。以上を踏まえ、本資料は、我が国に寄港する、もしくは、我が国との間にフィーダー航路が設定されている東西基幹コンテナ航路を対象に、サービス別・港湾別の遅延状況を把握し、遅延発生 の要因について分析を行ったものである。

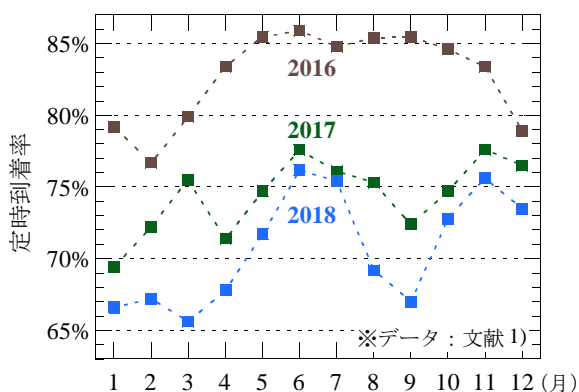


図-1 全世界のコンテナ船の定時到着率

経済のグローバル化の進展は、世界中に分散された生産拠点間の中間財の貿易を増大させてきた。電気機械の世界貿易額の最終財と中間財の推移を図-2 に示すが、1990 年代以降、中間財の伸びが、最終財の伸びと比べて圧倒的に大きい。余裕が少ない、ジャスト・イン・タイム生産システムに代表される精緻なグローバル・サプライチェーンでの中間財の輸送停滞は、生産停止等に直結する可能性がある。2011 年の東日本大震災では、日本での部品生産の停止が、世界中の自動車生産を停滞させた。2014~15 年の米国西岸港湾の労使交渉に伴う混乱でも、日本の自動車メーカーは、部品供給の停滞により、北米工場での減産を強いられている。サプライチェーン

を支える国際海上コンテナ輸送の停滞は、世界経済に大きな影響を及ぼす恐れがあると言える。

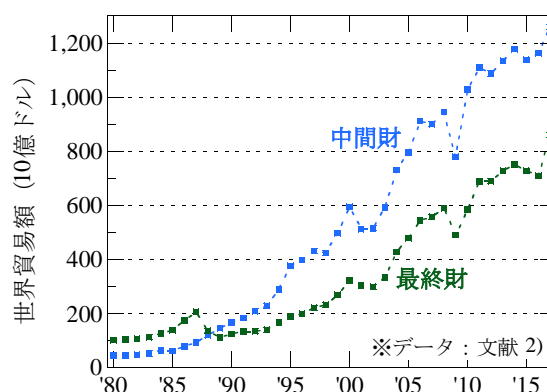


図-2 電気機械の最終・中間財の世界貿易額

しかし、近年の東西基幹コンテナ航路では、定時到着率が低下している。筆者は、既報³⁾にて、2017 年度上半期の日本から欧州への直航航路の定時到着率は 24~35%、平均遅延日数は 1.5~2.3 日であることを明らかにした。ヒアリングによれば、欧米工場での日本からの部品の在庫が 5~7 日程度との企業もあり、平均以上の遅延が見込まれる場合、航空輸送による補填の検討が必要になると想定される。

かつて、各船社は遅延情報を公表していた。例えば、図-3 は、商船三井の Home Page にて、On-Time Performance として公表されていたデータによる定時到着率の推移である。しかし、ONE 発足以降、同種の情報は見当たらず、現在は、他の主要船社においても見当たらない状況にある。文献 1) の元データを提供している海事コンサルタント SeaIntel が、世界データを構築するようになった影響が想定される。同社は、各港湾・各船舶の詳細データを保有しているはずであるが、公表されてなく、遅延要因の分析も見当たらない。

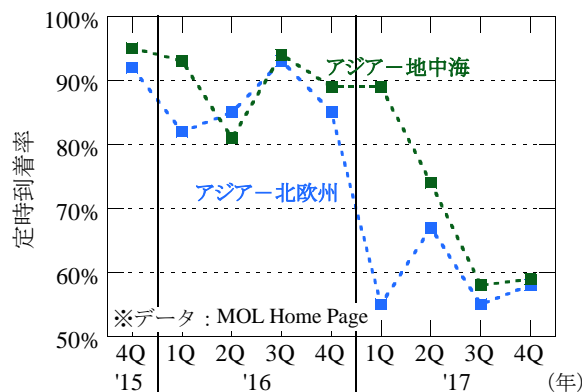


図-3 商船三井の欧州航路の定時到着率

既往の研究では、Notteboom⁴⁾が、コンテナ輸送サービスにおける時間管理を論ずる中で、航路の遅延原因の船社への調査結果を示している。荒谷・佐藤⁵⁾は、AIS データを用いて、国内長距離フェリーの定時性を把握し、冬期は海象の影響等により遅れが生じやすいことを明らかにした。Salleh *et al.*^{6),7)}は、諸条件を基に、コンテナ船の出発・到着の定時性を予測するモデルを示しており、定時到着率は港湾や船舶の状況、代理店の業務効率性、前港湾の出港定時性等の多くの要因に依存することを示した。Grida and Lee⁸⁾は、実際のコンテナ船の航海時間及び着岸時間を、船型や二港間距離、取扱貨物量、アライアンス等から推計している。Hasheminia and Jiang⁹⁾は、北米 3 港湾におけるコンテナ船の遅れと、当該船の荷卸量や、以降のターミナルの着岸予定数との関係を分析している。しかし、これらの研究は、図-1 に見られるここ 2 年間の大幅な定時性低下とは直接関わりがない。筆者³⁾は、2017 年の東アジア-欧州の 6 サービスの欧州到着の定時性を把握しているが、対象とした航路サービスは限られており、ターミナル別の遅延要因分析までは踏み込めていない。以上のように、最新のコンテナ船の定時性を幅広く把握し、その要因を分析した既往の研究は見当たらない状況にある。

なお、本稿は、土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.76, No.1 に掲載された「東西基幹コンテナ航路の定時性の把握と遅延要因の分析」(著作権者:公益社団法人土木学会)に加筆をしたものである。

2. 遅延状況の把握方法

本資料では、筆者による既往論文³⁾と同じく、Lloyd's List Intelligence の船舶動静データを用いて、定時性の把握を行った。船舶動静データとは、表-1 に例を示すとおり、各船舶が、それぞれの港湾に入出港した日時を網羅したデータである。このデータは、基本的には、特定規模(国際航海する貨物船は 300 総トン)以上の船舶に搭載が義務付けられた AIS(自動船舶識別装置)の発するデータを利用して作成されており、各船が各港湾のターミナル前面に到着した時点を入港、港域から出た時点を出港と記録している。この入出港日時と、各船社が公表しているスケジュールにおける入出港の予定日時を比較することにより、遅延状況を把握できる。

ここで、LLI の船舶動静データにおいて、以下のよう
に、スケジュールと直接の比較が難しい箇所があり、それぞれ、個別に対応を行った。

- ・スケジュールにない海峡・港湾への寄港実績：AIS では港湾以外に、国際海峡の通航記録がある場合があった。また、入出港の航路航行上において、スケジュールになく、かつ、ほとんどコンテナの取扱のない港湾の AIS 範囲に入ったことが記録されている場合があった。いずれも、通航・寄港実績を削除した。
- ・港湾とターミナルの重複：港湾とターミナルへの寄港実績が重複している場合があった。その多くが、いずれかにおいて入出港日時が記録されていないものであり、当該寄港実績を削除した。
- ・抜港や寄港順序の変更：実際の船舶の運航において、遅延等への対応のため、スケジュール上では寄港することとなっている港湾への寄港を取りやめや、ターミナルの状況等を踏まえた寄港順序の変更が行われる場

表-1 船舶動静データ (Lloyd's List Intelligence) の例

IMO	VESSEL NAME	TEU	PLACE NAME	CNTRY	ARRIVAL DATE/YIME	SAIL DATE/TIME		
97*****	*****	13,000	Singapore	SGP	2018/9/2	0:34	2018/9/3	2:45
97*****	*****	13,000	Cai Mep	VNM	2018/9/4	23:55	2018/9/5	15:36
97*****	*****	13,000	Yantian	CHN	2018/9/8	9:27	2018/9/9	13:20
97*****	*****	13,000	Ningbo	CHN	2018/9/11	23:15	2018/9/12	18:18
97*****	*****	13,000	Yangshan	CHN	2018/9/16	4:45	2018/9/17	6:09
97*****	*****	13,000	Los Angeles	USA	2018/9/28	4:08	2018/10/3	6:38
97*****	*****	13,000	Oakland	USA	2018/10/4	16:15	2018/10/6	5:43
97*****	*****	13,000	Vostochnyy	RUS	2018/10/16	12:13	2018/10/18	1:39
97*****	*****	13,000	Busan	KOR	2018/10/19	3:00	2018/10/20	8:43
97*****	*****	13,000	Yangshan	CHN	2018/10/21	14:16	2018/10/22	16:07
97*****	*****	13,000	Ningbo	CHN	2018/10/24	16:35	2018/10/25	14:52
97*****	*****	13,000	Chiwan	CHN	2018/10/27	7:33	2018/10/28	0:45
97*****	*****	13,000	Singapore	SGP	2018/10/31	12:51	2018/11/1	10:45

合が見られた。これらについては、いずれも、遅延判定には使用しないこととした。

- ・ごく一部、入出港時間が AIS で把握出来ていない場合で、かつ、代理店からの情報が入出港日のみの場合、一律、入港時間：11 時、出港時間：13 時が入力されている。この場合、遅延状況を把握するためのデータ精度が確保されていないため、このような状況が確認された New York 港及び Wilmington 港については、データから除外した。なお、両港は 2017 年には AIS による入出港日時が記録されており、2018 年にデータが欠落した理由を LLI に問い合わせたが、回答はなかった。入出港日時の記録については、AIS が各船の現在位置を正確に把握可能なものであり、当該データを基に、LLI は船舶動静データと同じ形式で到着予定時刻 (Estimated Time of Arrival) を示していることから、日単位の遅延の長さの把握には十分な精度を要していると考えられる。念のため、神戸港及び Los Angeles 港において LLI 動静データによる入港記録を確認したところ、図-4 及び図-5 に示すとおり、着岸岸壁の前面において、ある程度船速が

落ちた時点を入港時刻と判定していることが確認出来た。

対象とした航路サービスは、東アジア-欧州及び東アジア-北米の東西基幹航路（以降、「欧州航路」「北米航路」という）において、3アライアンスが運航し、日本の港湾に直接寄港しているか、もしくは、文献10)において、日本の港湾との間にフィーダー航路が指定されている計 58 サービスであり、表-2 にその一覧を示す。我が国の荷主が利用するサービスは、小規模船社やコンテナ以外も輸送するセミコンテナ船を除けば、ほぼ網羅できていると考えられる。対象期間は、いずれのアライアンスにおいても2018年4月に大規模な航路サービスの改定が行われたことを踏まえて、2018年4～12月の9ヶ月とした。

表-2 対象航路サービス

アライアンス (船社)	欧州航路	北米航路
The Alliance (Hapag/ONE /Yang Ming)	FE1, FE2, FE3, FE4, FE5, MD1, MD2, MD3	PN1, PN2, PN3, PS3, PS6, EC1, EC2, EC4, EC5
2M (Maersk/MSK)	AE1, AE2, AE5, AE6, AE7, AE10, AE11, AE12, AE15, AE20	TP2, TP6, TP8, TP9, TP10, TP11, TP12, TP16, TP17, TP18
Ocean Alliance (APL/Evergreen /CMA CGM /COSCO/OOCL)	AEU1, AEU2, AEU3, AEU5, AEU6, AEU7, AEM1, AEM2, AEM3, AEM6	CEN, CPNW, EPNW, MPNW, OPNW, AWE1, AWE2, AWE3, AWE4, AWE5, GME2

※サービス名は、下線を付した船社での呼称



図-4 神戸港における入港日時記録の確認



図-5 Los Angeles 港における入港日時記録の確認

定時性の把握項目は、以下の2点である。

- ・輸入港湾での定時性：東アジア及び欧州・北米の輸入港湾での到着日時 (Arrival Date/Time) の、到着予定日時からの遅延や定時到着率を把握した。この際、輸入港湾と輸出港湾の区分は、各サービスにおける寄港順から判別した。輸入港湾が複数の場合、その平均値を用いた。なお、「定時到着率」とは、本資料においても、到着予定日時から24時間以内の到着の割合とした。
- ・各港湾での遅延発生時の把握：各港湾でどれだけ遅延が発生したのかを、前寄港港湾の出港遅れ D_{i-1} (実際の出港日時 (Sail Date/Time) ATS と、出港予定日時 ETS の差) と、当該港湾での出港遅れ D_i とから(1)～(2)式により把握した。

$$D_i = ATS_i - ETS_i \quad (1)$$

$$\Delta D_i = D_i - D_{i-1} \quad (2)$$

ここに、 ΔD_i : i 港において発生した遅延である。なお、 ΔD_i が 0 以下の場合には、遅延なしとする。

各航路サービスの入出港予定日時については、それぞれの構成船社の Home Page より入手した。各航路サービス

に就航しているコンテナ船は、基本的には文献10)により特定したが、多くのサービスで船舶の変更が行われており、可能な範囲で、以前に就航していた船舶も対象とした。また、年度途中で航路サービスの寄港港湾や寄港時間が変更された場合があり、一部のサービスについては、変更後の状況しか把握できなかった。

3. 遅延状況の把握結果

3.1 輸入港湾での定時性

東アジア（日中韓台、極東ロシア及び東南アジア）、欧州及び北米の輸入港湾における定時性について、全体の結果を表-3に示す。欧州航路では、定時到着率が全体平均で7割弱、平均遅延日数は1日未満であった。欧州航路の中では、北欧州航路は地中海航路に比べて定時性が高く、アライアンスでは Ocean Alliance が一番高く、2M が一番低かった。我が国に寄港している直航航路の定時性は、東アジア輸入港湾では、フィーダー航路により T/S（Transshipment：積み替え）が必要となる航路に比べて低く、欧州港湾では高かった。北米航路では、北米輸入港湾の定時到着率は6割未満で、平均遅延日数も1日を超え、特に北米西岸航路の定時性が低かった。アライアンスでは、2M が一番高く、The Alliance 及び Ocean Alliance の北米輸入港湾の定時到着率は5割を切っていた。直航航路の定時性は、東アジア側では T/S 航路に比べて非常に低くなっていた。

全航路サービスの結果について、定時性の指標として最も良く使用されている定時到着率と平均遅延日数との関係を見た結果が、図-6である。両者の相関関係は強く、定時到着率が低下するに従い、平均遅延日数が増加していた。定時到着率が0%に近づくにつれて平均遅延日数が増大していくと考えて指数関数を当てはめたところ、定時到着率50%で遅延日数1.25日となった。このことから、

表-3 輸入港湾での定時性把握結果

対象航路等	定時到着率		平均遅延日数		最大遅延日数		
	東アジア	欧州	東アジア	欧州	東アジア	欧州	
欧州航路	全平均	69.5%	66.4%	0.81	0.98	3.17	3.71
	北欧州	72.5%	67.4%	0.74	0.87	2.98	3.67
	地中海	65.3%	62.8%	0.85	1.08	3.15	3.57
	TA	73.7%	64.0%	0.79	1.24	3.87	4.21
	2M	65.2%	58.1%	0.79	1.04	2.15	3.59
	OA	70.5%	76.7%	0.85	0.72	3.63	3.42
	直航	59.3%	72.4%	0.80	0.67	2.07	2.74
	T/S	69.9%	66.2%	0.81	0.99	3.21	3.74
北米航路	全平均	67.4%	53.5%	0.91	1.43	3.06	4.47
	北米西岸	58.5%	48.8%	1.05	1.63	3.20	4.81
	北米東岸	73.3%	55.5%	0.81	1.34	2.96	4.27
	TA	56.1%	47.7%	1.13	1.69	3.27	4.93
	2M	79.3%	65.9%	0.63	0.97	1.76	3.53
	OA	65.8%	46.9%	0.97	1.64	4.07	4.95
	直航	51.8%	52.4%	1.19	1.52	3.14	4.71
	T/S	74.1%	56.5%	0.78	1.33	3.03	4.26

※TA: The Alliance, OA: Ocean Alliance,

北欧州: 北大西洋～北海沿岸, 地中海: 地中海～黒海沿岸, 北米西岸: 太平洋岸, 北米東岸: 大西洋岸

平常時は遅延がないか、わずかな範囲内に収まっている一方で、1日を大きく超える遅延も多く発生していることが想定され、表-3でも最大遅延日数は概ね3~5日となっていた。

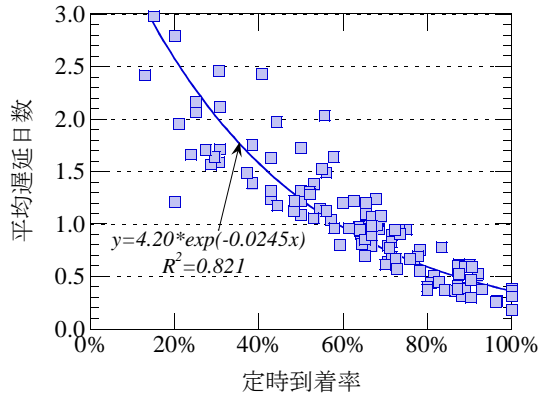


図-6 定時到着率と平均遅延日数の関係

定時到着率と平均遅延日数について、同一サービスでの東アジア港湾と欧州・北米港湾との相違を確認した結果が、図-7及び図-8である(横軸は、両者の差)。図-7の定時到着率では、欧州航路では欧州と東アジアとの差が+と-で同程度に分布していたのに対し、北米航路では北米港湾の定時到着率が東アジアに比べて大きく劣っており、平均で14%ptの差があった。

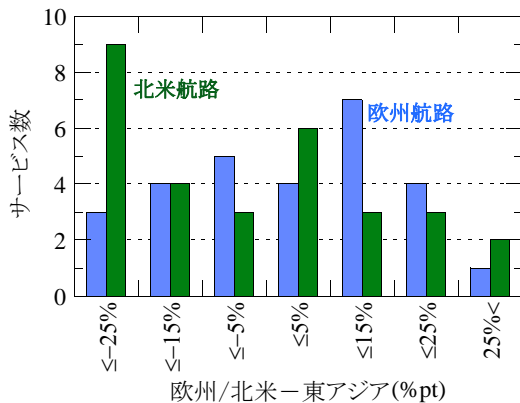


図-7 欧州/北米と東アジアの定時到着率の差

一方、図-8の平均遅延日数では、欧州航路が概ね中央に集まっていたのに対し、北米航路は右側に寄っており、北米港湾の方が、遅延日数が明らかに長くなっていた(平均0.5日)。この点については、後に分析を加える。

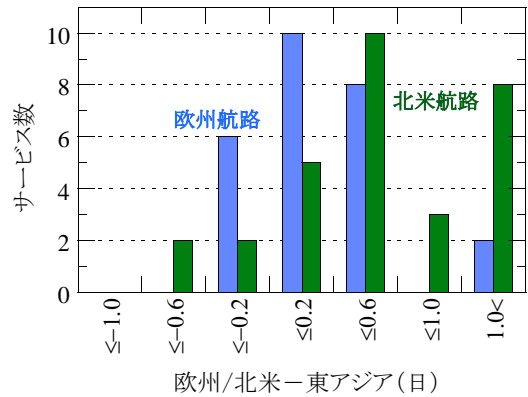


図-8 欧州/北米と東アジアの平均遅延日数の差

3.2 各港湾での遅延発生状況

前寄港港湾と当該港湾の出港遅れの差から、各港湾等での遅延の発生状況を把握した。その結果を、国・地域に分けて、全寄港の平均で整理したのが、図-9及び図-10である。それぞれの数値は、寄港しているサービスの平均であり、寄港していないサービスは控除した。また、パナマ・スエズの両運河は1港湾として扱い、運河近辺にある港湾も含めて1地域とした。図-9の欧州航路においては、国・地域の総遅延日数では、中国が最も長く、次いで北欧州、地中海であった。これらの国・地域での寄港港湾数が多いことが一つの原因と考えられるが、1寄港当たりで見ても、北欧州及び中国は約0.4日で、他国・地域に比べて遅延日数が長いことが確認された。日本については、1サービスしか寄港していないが、1寄港当たりの平均遅延日数は最短となっていた。図-10の北米航路においても、総日数では、中国、北米西岸及び北米東岸が長くなっており、1寄港当たりでも、北米西岸・東岸は平均0.5日を超え、中国も約0.4日と長かった。日本は9サービスが寄港しており、東アジア内では、台湾に次いで1寄港当たりの遅延日数が短かった。

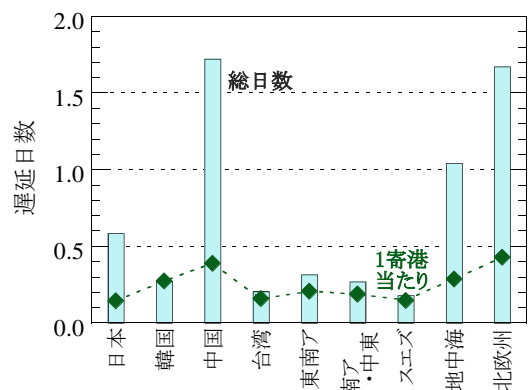


図-9 欧州航路でのサービス当たりの平均遅延発生状況

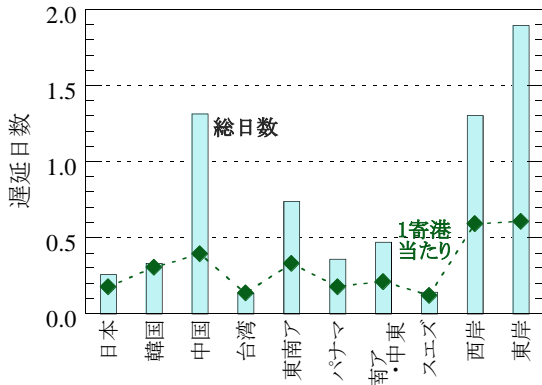


図-10 北米航路での各国・地域の平均遅延発生状況

航路全体の総遅延日数に占める主要な国・地域の割合を示したのが、図-11である。いずれの航路においても、中国及び欧米の港湾が大きな割合を占めており、その合計は、75～79%で同じレベルになっていた。ただし、中国の占める割合は地中海航路の46%から北米東岸航路の26%まで差が見られた。

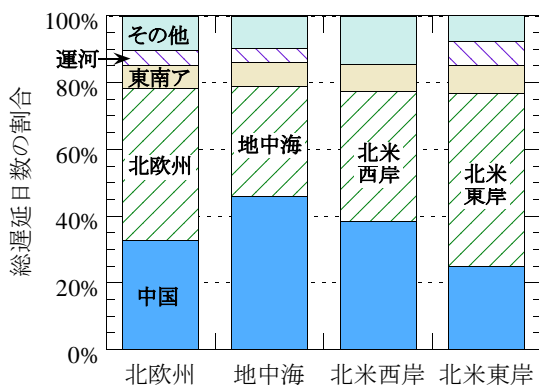


図-11 北米航路における各国・地域の遅延発生状況

中国及び欧米の港湾を中心に、寄港サービス数の多い港湾での平均遅延日数を整理したのが、表-4である。欧州航路では、分析対象とした28サービスのうち、ほとんどが寄港している寧波港及び上海港において、1～1.5日の着岸予定に対して、平均して半日を超える遅延が発生しており、同航路内では最も長かった。同程度の寄港があるSingapore港と比較しても、両港の遅延は明らかに長い。一方、同じ中国で、青島港はやはり半日以上が遅延が発生していたが、塩田港は遅延日数が短かった。また、北欧州の17サービスのうち、15サービスが寄港しているRotterdam港にて半日近い遅延が発生していた。北米航路では、上海港及び寧波港の遅延発生は、約1日の着岸予定に対して、0.6日を超えていた一方、青島港では、欧州航路と北米航路の遅延に差が見られた。北米での平均遅延

日数も長く、西岸のVancouver港で1日超、東岸でもSavannah港で0.6日超となっていた。前節で、北米航路では、東アジア港湾到着が、北米港湾到着に比べて、定時性が低く、平均遅延日数が長くなっていたが（図-7及び図-8）、これは、遅れの激しい上海港・寧波港が北米向け輸出での寄港が中心であるのに加え、表-4に記載した北米港湾に連続で寄港する機会が多く、遅延が蓄積することが大きな原因と推察される。

表-4 主要港湾における平均遅延発生日数

航路	国・地域	港湾	サービス数	平均着岸予定日数	平均遅延日数
欧州	中国	寧波	25	1.15	0.51
		上海	24	1.46	0.62
		塩田	17	1.04	0.20
		青島	10	1.35	0.57
	韓国	釜山	13	0.97	0.28
	東南ア	Singapore	23	1.41	0.18
	北欧州	Rotterdam	15	1.94	0.45
		Hamburg	11	1.97	0.33
		Antwerp	9	1.56	0.22
	地中海	Piraeus	6	1.58	0.31
Valencia		5	1.33	0.22	
Malta		5	1.30	0.32	
北米	中国	上海	21	1.17	0.67
		寧波	16	0.96	0.67
		塩田	16	1.00	0.24
		青島	9	1.11	0.32
	韓国	釜山	17	0.99	0.31
	東南ア	Singapore	12	1.42	0.26
	北米西岸	Vancouver	8	2.30	1.05
		Los Angeles	6	3.21	0.44
		Oakland	6	1.08	0.38
	北米東岸	Savannah	13 (10)	1.05	0.63
		Charleston	9 (8)	0.77	0.27
		Norfolk	9 (6)	0.99	0.52

※北米東岸の平均遅延日数では、New York及びWilmingtonの次に寄港した場合は、当該港湾発生した遅延日数が判定できないため控除し、影響のない便数を()内に記載した。

以上より、東西基幹航路において、港湾によって遅延の長さは大きく異なり、中国及び欧米の特定の港湾において長い遅延が発生していることが明らかになった。

4. 遅延要因の分析

4.1 想定される要因

遅延は、スケジュール上の所要時間と、実際に要した時間との差であり、スケジュールにどれだけの余裕があるのかが、遅延の発生・長さに影響する。一方、実際に要する時間は様々な要因により長期化し得る。例えば、Notteboom⁴⁾は、船社に対して、基幹航路サービスの遅延要因の調査を行っているが(図-12)、約2/3が着岸もしくは荷役の待ち時間で占められており、荷役効率や天候不順が次いでいた。

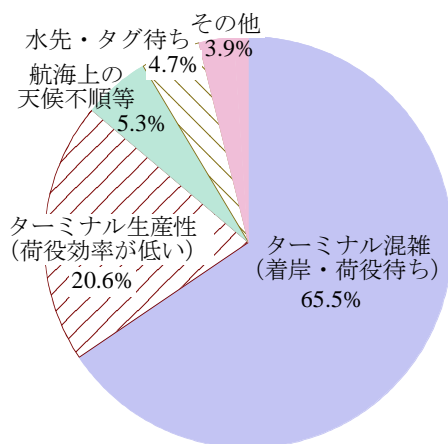


図-12 Noteboom⁴⁾による遅延要因調査

この調査は2004年時点のものであり、状況はある程度変化していると想定されるが、本資料では、この結果も参考としつつ、主要な要因として、以下を想定した。

- ・天候不順：強風による航行不可や濃霧による視程不足等による入出港不可，風浪等による航海の長期化や荷役中止
- ・ターミナル混雑：パース・ウィンドウの不足による沖待ち
- ・荷役の長期化：荷役能力の不足や貨物の急増による荷役時間の増加
- ・その他：水先・タグ・荷役等の待ち時間等

これらの中で、天候不順による入出港禁止は、着岸(入港)前・着岸中(入港後)のいずれの船舶も影響を受けるが、航海の長期化とターミナル混雑による沖待ちは着岸前、荷役中止・長期化は着岸中に発生する。その他の中でも、水先・タグ待ちは着岸前と着岸中のいずれにも発生し得るが、荷役待ちは着岸中となる。以上の点を踏まえ、着岸前と着岸中に分けて遅延要因の分析を行った。なお、実際の状況としては、前寄港港湾の出港遅れが、当該港湾での遅れの原因の一つとなり得るが、本論文で

の遅延とは、(2)式で定義したとおり、前寄港港湾までの遅延との差であるため、前寄港港湾と同じ遅延時間であれば、当該港湾で遅延が発生したとはみなさない。

4.2 ターミナル別の遅延状況と着岸前・中での分離

前章において把握した港湾別の遅延発生の結果を踏まえ、表-4において、寄港サービス数が多く、平均して長い遅延が発生した8港湾(Hamburg 港及び Los Angeles /Long Beach 港は航路数が多いため追加した)について、ターミナル別で、かつ、着岸前と着岸中を区分した遅延発生状況を整理した結果が、表-5である。ターミナル別の混雑状況は、航路に依らないと想定されるため、欧州・北米航路の結果をまとめた。表では、Savannah 港以外の港湾では3つ以上のターミナルが使用されていたが、同港湾内における平均遅延日数の最長と最短のターミナルの差は、上海港:0.87日, Vancouver 港:0.83日, Los Angeles /Long Beach 港:0.65日であり、他の港湾でも0.4~0.3日の差が見られた。ターミナルによって遅延発生状況は大きく異なっていたと言える。また、平均遅延日数と、遅延発生なし寄港の割合との関係を見たのが、図-13である。ここで、「遅延発生なし寄港の割合」とは、当該港湾で遅延が全く発生しなかった割合であり、前寄港港湾までの遅れも含めて実際の遅れが24時間以内の寄港割合を示す「定時到着率」とは異なる。基本的には、平均遅延日数が多くなると、遅延発生なし寄港の割合が減少する右肩下がりとなっていたが、決定係数は0.586であり、ある程度分散していた。これは、同じ平均遅延日数であっても、長い遅延が散発的に発生しているターミナルと、短い遅延が多数発生しているターミナルがあることを示しており、例えば、天候不順では遅延が長期化する可能性や、貨物量の変動幅の大きさといった港湾の特性が影響している可能性が想定される。

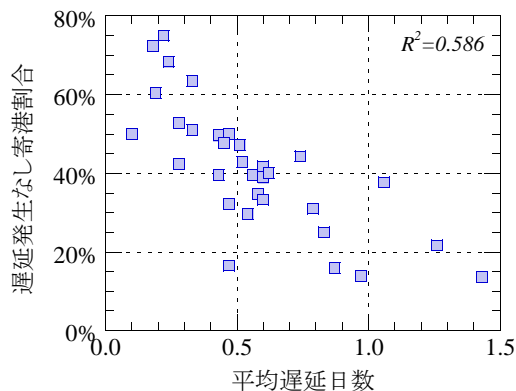


図-13 平均遅延日数と遅延発生なし寄港割合の関係

表-5 主要港湾における平均遅延発生日数

港湾	ターミナル	サービス数	平均遅延日数	遅延発生なし割合	遅延あり						遅延増	
					着岸前			着岸中			着岸前	着岸中
					平均遅延	遅延なし	1日以上	平均遅延	遅延なし	1日以上		
上海	Waigaoqiao P II	3	0.56	39.5%	0.90	2.3%	19.8%	0.02	29.1%	1.2%	●	
	Waigaoqiao P IV	1	1.43	13.6%	1.44	9.1%	63.6%	0.22	31.8%	0.0%	●	
	Yangshan P I-II	6	0.97	14.0%	1.18	2.1%	43.0%	-0.05	49.7%	1.0%	●	
	Yangshan P III	33	0.60	39.0%	1.06	2.2%	25.4%	-0.08	36.3%	1.3%	●	
寧波	Daxie	2	0.74	44.3%	1.30	2.9%	27.1%	0.04	20.0%	0.0%	●	
	Gangi	14	0.43	49.7%	0.56	10.5%	13.6%	0.30	18.1%	6.2%	●	
	Meishan	10	0.60	41.8%	0.76	9.2%	19.7%	0.28	20.5%	6.8%	●	
	NBCT	2	0.58	34.8%	0.87	7.2%	20.3%	0.01	29.0%	1.4%	●	
	NBSCT	7	0.87	16.0%	0.92	6.7%	32.7%	0.12	30.0%	2.7%	●	
	Yuandong	6	0.47	50.0%	0.68	10.6%	17.2%	0.25	20.0%	5.0%	●	
青島	QQCT	13	0.51	47.3%	0.82	7.3%	17.5%	0.14	24.0%	3.3%	●	
	QQCTN	1	0.10	50.0%	0.04	35.7%	0.0%	0.17	14.3%	0.0%		
	QQCTU	5	0.33	51.0%	0.40	14.3%	8.2%	0.28	11.2%	5.1%		
Rotterdam	APMT 1	1	0.60	33.3%	-0.38	42.9%	0.0%	1.27	4.8%	52.4%		●
	APMT MV 2	3	0.47	32.3%	0.53	26.2%	13.8%	0.16	21.5%	4.6%	●	
	ECT Delta	4	0.45	47.7%	0.35	17.2%	6.0%	0.51	6.0%	11.3%		●
	Euromax	3	0.47	16.5%	0.11	39.4%	5.5%	0.45	4.6%	6.4%		
	RWG	4	0.28	42.4%	0.13	37.6%	4.0%	0.35	7.2%	3.2%		
Hamburg	CTA	3	0.19	60.4%	0.23	14.3%	3.3%	0.25	5.5%	1.1%		
	CTB	4	0.33	63.6%	0.37	12.7%	7.6%	0.54	2.5%	5.9%		▲
	CTT	2	0.28	52.8%	0.26	13.2%	3.8%	0.34	5.7%	3.8%		
	Eurogate	2	0.54	29.7%	0.48	18.9%	21.6%	0.29	24.3%	8.1%	▲	
Vancouver	Centerm	1	1.26	21.7%	0.78	30.4%	21.7%	0.83	4.3%	30.4%	●	●
	Deltaport	5	1.06	37.7%	0.98	22.6%	24.5%	0.72	11.3%	20.8%	●	●
	Vanterm	2	0.43	39.6%	0.16	34.0%	3.8%	0.55	7.5%	11.3%		●
Los Angeles /Long Beach	LA APMT	1.5	0.79	31.0%	-0.09	52.4%	7.1%	1.24	0.0%	40.5%		●
	LA China Ship.	0.5	0.83	25.0%	0.37	37.5%	6.3%	0.73	6.3%	12.5%		●
	LA Tra Pac	1	0.18	72.4%	0.37	6.9%	0.0%	0.27	3.4%	0.0%		
	LA Yusen	2	0.22	75.0%	0.42	9.1%	4.5%	0.46	6.8%	6.8%		
	LB TTI	1.5	0.24	68.4%	-0.69	26.3%	0.0%	1.44	0.0%	23.7%		●
LB PCT	0.5	0.52	42.9%	0.26	21.4%	7.1%	0.65	7.1%	14.3%		●	
Savannah	Garden City	13 (10)	0.61	39.6%	0.71	13.0%	19.3%	0.30	17.7%	3.1%	●	

※「サービス数」が「0.5」となっているのは、輸出入や寄港により着岸ターミナルが異なる場合を示す。「遅延増」は長い遅延の発生として、平均遅延 ≥ 0.5 日、かつ、1日以上 $\geq 10\%$ の場合に「●」、どちらかのみが該当する場合「▲」とした。

着岸前と着岸中の分離については、遅延が発生した寄港について、当該港湾での実際の入港から出港までの所要時間である着岸日数 ATB_i とスケジュール上の予定着岸日数 ETB_i とを用いて、(3)~(4)式により、着岸前の遅延 ΔDS_i と着岸中の遅延 ΔDT_i に分離した。

$$\Delta DT_i = ATB_i - ETB_i \quad (3)$$

$$\Delta DS_i = \Delta D_i - \Delta DT_i \quad (4)$$

ここで、着岸中の遅延については、スケジュールより早く終わった場合は、マイナスの値のままとした。その結果として、着岸前及び着岸中について、平均遅延日数、遅延なしの寄港割合及び1日以上遅延が発生した寄港の

割合を把握した。さらに、ターミナル全体の遅延が、主に着岸前に発生したのか、もしくは、着岸中に発生したのかを明確にするために、表-5の「遅延増」の列に、長い遅延の発生として、平均遅延が0.5日以上、かつ、1日以上遅延の寄港割合が10%以上の場合に「●」、どちらかの条件の該当する場合に「▲」を記した。表より、中国ではほとんどの遅延が着岸前に発生していた一方、欧米では主に着岸中に遅延が発生していた港湾や着岸前及び着岸中の両方で遅延が発生している港湾も見られた。

4.3 着岸前の遅延要因

着岸前に発生する遅延の主要因としては、①天候不順による入港禁止、②前寄港港湾からの航海の長期化及び③ターミナルの混雑が想定される。なお、水先・タグ等の待ちは、長い遅延の原因とはならないと考えられるため除外する。①入港禁止の例としては、上海港では、2018年3月末の濃霧による入出港禁止で、Waigaoqiaoターミナルで3～7日、Yangshanターミナルで2～3日の到着遅れが発生した¹¹⁾。同港では10～4月にかけて濃霧だけでなく強風も頻繁に発生しており、2017年通年における入出港禁止は合計1,192時間であり、その内訳は、強風：84%、濃霧：9%、台風：7%であった¹³⁾と報告されている。2018年でも大きな変化がなく、スケジュール上でも余裕として考慮していない場合には、上海港では、天候不順により平均0.1日超の入港遅れが生じていたこととなる。

②航海の長期化は、風浪や海流による航海時間の変動に依るが、近年、ビックデータを用いたウェザー・ルーティング技術が進歩してきており¹⁴⁾、長い遅延が頻発する要因にはなり難いと考えられる。

③ターミナル混雑は、ターミナルでの荷役を待つための沖待ちを生じさせ得る。特殊な例ではあるが、2014～15年の米国西岸港湾の労使交渉に伴う混乱では、スローダウン（怠業）により荷役効率が大幅に低下し、Los Angeles/Long Beach港沖合で30隻を超えるコンテナ船の沖待ちが見られた¹⁴⁾。また、既に遅延した状態で到着した船は、その際にターミナルが空いていなければ沖待ちが必要となり、その後の荷役スケジュールを後ろ倒しにすることから、遅延が連鎖的に増加していく場合も想定される。

ここでターミナルの混雑度を示す指標として、着岸予定のバース・時間の全体に占める割合であるバース利用率がある。表-6は、データが入手できた2019年8月時点でのVancouver港の各ターミナルの利用状況とバース利用率を整理したものである。2018年から多少状況が変化していると思われるが、最もバース利用率が高いのはDeltaportターミナルであり、空き時間は3割に満たなかった。高い利用率にあると、遅延している船が到着した時に、バースに他船が着岸している可能性が高く、沖待ちが生じやすい。Centermターミナルも、バース利用率は、Vantermターミナルより高く、寄港サービス数も多くなっていた。利用率と沖待ちによる遅延発生との関係性については、より詳細な分析が必要であるが、天候不順以外では大きな要因が想定されないため、その可能性は十分にあると推察される。一方、①天候不順による入港停止が発生した場合、直接沖待ちを強いられた船だけでなく、

その後に入港する多くの船に影響が生じることになり、バース利用率の高いターミナルでは、遅延が収まるまでに長い日数を要することになる。混雑が激しいとされる上海港や寧波港¹⁵⁾において、全ターミナルで着岸前の長い沖待ちが生じていたのは、①天候不順と③ターミナル混雑の両要因が重なったことが大きな原因と推察される。

表-6 Vancouver 港の各ターミナルの利用状況・利用率

ターミナル	Centerm	Deltaport	Vanterm
主要バース数	2	3	2
サービス数	6	7	3
アライアンス 船社	2M, OA Westwood	TA, OA MSC, ZIM	OA Hyundai
バース利用率	43.8%	73.1%	38.2%

※Data: Port of Vancouver (2019年8月)。ターミナルシフトに合わせたデータのため、荷役準備や後片付けの時間も含まれている可能性がある。

これまで見てきた遅延要因について、実際にどれだけの遅延となるかは、最終的には、スケジュール上の余裕との関係になる。海上航海は所要日数が比較的読めるが、天候不順等に対して十分な余裕が確保されていないこともあり得る。また、サービス全体としては余裕が確保されていても、結果として偏りが生じている可能性もある。ここで、スケジュール余裕の偏りの例として、北米西岸サービスにおける東アジア-北米間航海の余裕日数を整理したのが、表-7である。実際の所要日数平均に対するスケジュールの余裕は、東航では約半日未満であったのに対し、西航では1～3日であった。この余裕日数の相違は、西航より貨物価値が高い東航貨物¹³⁾の輸送において、輸送時間の短縮が、船社・サービスの選択において大きな要因の一つとなっているためと推察される。3.1で北米到着の定時性が東アジアに比べて劣っていたが、この結果より、北米に遅れて到着した後、東アジアに向かう際に遅れを回復していたこととなる。

表-7 東アジア-北米間航海における余裕日数

アライアンス		TA	2M	OA
サービス		PS6	TP6	CEN
東航	距離 (nm)	5,273	6,165	4,628
	予定日数	11.38	12.46	10.38
	実日数平均	10.84	11.95	10.20
	余裕日数	0.54	0.51	0.18
西航	距離 (nm)	4,558	4,855	5,581
	予定日数	13.29	14.00	21.04
	実日数平均	12.05	12.89	18.17
	余裕日数	1.25	1.11	2.87

※実日数は、遅延が発生していない場合の平均

4.4 着岸中の遅延要因

着岸中に発生する遅延の要因としては、①天候不順による荷役中止・出港禁止や、②荷役時間の長期化（荷役待ちを含む）が想定される。①天候不順による出港禁止は、入港禁止と同時に発生するため、その頻度は同じであるが、入港待ちの船は蓄積していくのに対して、出港待ちの船は増えないので、結果としての影響は、特に禁止時間が長くなると大きく異なる。また、台風の場合には、避泊勧告により荷役を中止して港外に待避し、台風通過後に再着岸する場合もある。2018年の台風21号では、大阪湾の港湾において全船舶への避難勧告である第二警戒体制が発令され、解除までに神戸港で5.8日、大阪港で4.7日かかった¹⁴⁾。この場合、着岸中の遅延が非常に長くなるが、前述の上海港のデータにも見られたように、年間を通せば、台風による影響は限定的である。

②荷役時間の長期化は、貨物量が急増した場合や投入クレーンの数・能力が足りない場合に発生する。

①天候不順及び②荷役長期化が発生した場合に、実際にどれだけの遅延発生に結びつくのかは、スケジュール上の余裕との関係になる。荷役時間は、貨物量や投入クレーン数等により大きく変動するため、スケジュールにおいて、ある程度の余裕は確保されていると想定される。この点について、実際の着岸日数とスケジュールの予定日数を比較した例を、図-14～図-16に例を示す。図-14の上海港 Yangshan Phase III ターミナルでは、2MとOAは数多くのサービスが寄港している中で平均的な遅延日数の2サービスずつを採りあげたが、どのサービスでも実着岸日数は、予定より短い場合が多く、遅延してもほぼ0.5日以内であった。図-15のRotterdam港 ETC Delta ターミナルでは、TAのFE5及びOAのAEU5は、日数差±0.5日にほとんど入っていたのに対し、TAのFE2は過半数の寄港で1日以上余分に要していた。図-16のVancouver港 Deltaport ターミナルでは、OAのOPNWでは1/4が0.5日以上早く離岸したのに対し、2MのTP9は全寄港で0.5日以上、TAのPN3では1.0日以上余分に着岸していた。3港湾の比較においては、上海港ターミナルの荷役能力は高く、どのサービスでもスケジュールにある程度の余裕が見られたのに対し、Rotterdam港及びVancouver港ターミナルでは荷役能力が不足がちで、余裕の少ないスケジュールが存在していたことに加え、大きな遅延が高い頻度で発生していた。荷役能力の比較については、より詳細な検討が必要ではあるが、例えば、各ターミナルで、バース100m当たりのガントリークレーン数で比較すると、上海港 Yangshan Phase III ターミナル：1.2台に対して、Rotterdam港 ETC Delta ターミナル

及びVancouver港 Deltaport ターミナル：0.9台であった。また、Rotterdam港及びVancouver港の貨物量が多く、荷役予定日数が上海港に比べて長いこと（表-4）も、長い遅延が発生しやすい要因の一つと見られる。さらに、着岸日数がスケジュールより長引く場合、実際のバース利用率を高めることになり、前節で述べたターミナル混雑を招く可能性があり、着岸前及び着岸中の両方で遅延が著しかったVancouver港のCentermターミナルやDeltaportターミナルはその例と見られる。

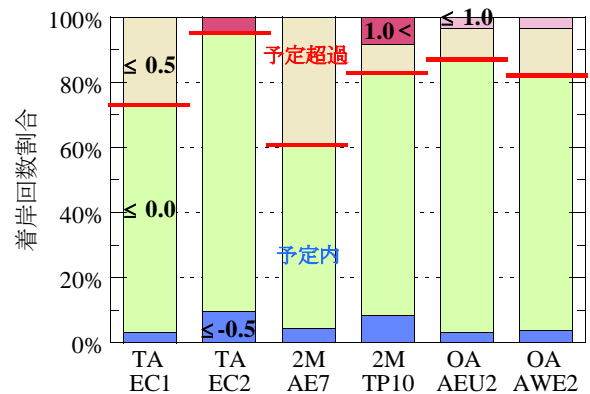


図-14 実際－予定着岸日数（上海/Yangshan P III）

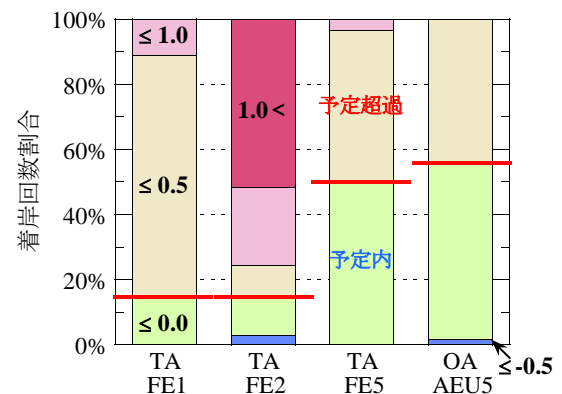


図-15 実際－予定着岸日数（Rotterdam/ETC Delta）

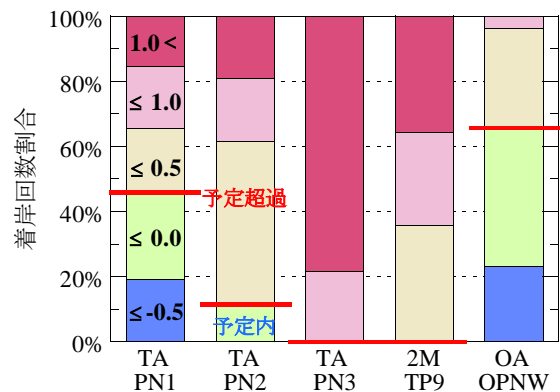


図-16 実際－予定着岸日数（Vancouver/Deltaport）

5. 遅延の減少に向けた考察

定時性の低下は、グローバル・サプライチェーンに大きな影響を及ぼす。輸送日数の増加による影響として、Djankov *et al*¹⁸⁾は、国際貿易における1日の所要日数の増加は少なくとも1%の貿易量の減少をもたらすとしており、赤倉³⁾は、2017年の日本から欧州への直航航路の遅れ(平均2.1日)により、日本の北欧州向け輸出が6.3%、GDPが7~9千万\$減少するとの試算結果を示している。また、スケジュールで予め1日多く要することが判っている場合に比べて、予定より1日遅延する場合には、現地生産部品の在庫増や生産計画の変更が生じるため、さらに影響は大きくなる。加えて、1.で述べたとおり、サプライチェーンがより高効率になるほど、遅延の影響は大きくなっていく。

これまで述べてきたように、コンテナ輸送サービスの定時性は、船社のスケジュール設定に左右される。余裕を持ったスケジュールであれば遅延は生じ難いが、一方で、スケジュール上の所要日数が長くなるほど、荷主に選択される可能性が低くなる。そのため、スケジュール上の所要日数を長くするのは容易ではない。この状況に対して、サービスの所要日数・運賃と共に定時性情報を比較可能とすることで、荷主のサービス選定に変化が生じる可能性がある。その際、特に表-3の北米航路で見られたように、同じサービス内でも東アジア側と北米側で定時性に差がある場合があり、港湾別の定時到着率及び平均遅延時間の開示が望ましい。現在、APLはEagle REACH. Guaranteedとして北米航路東航において特定サービス・特定米国都市への到着日保証(表-8)を、追加料金を徴収して実施しているが、定時性を比較可能とすることにより、このような多様なサービスの提供がさらに進むことも期待される。

表-8 APL Eagle REACH. Guaranteed の到着保証日数

仕出港	目的地				
	Kansas City	Memphis	Dallas	Chicago	New York
釜山	18	19	19	20	22
上海	21	22	22	23	25
青島	24	25	25	26	28
厦門	21	22	22	23	25
塩田	23	24	24	25	27
Cai Mep	26	27	27	28	30

※いずれも、Los Angeles港にて鉄道に積み替え

港湾・ターミナルにおいては、到着予定時刻に対する余裕や、貨物量により変動する荷役日数への余裕を、サ

ービス別の実績に合わせて設定することが必要である。表-5において、上海港及び寧波港は着岸前のスケジュールの余裕が十分ではなく、図-15及び図-16では、Rotterdam港 ETC Delta ターミナル及びVancouver港 Deltaport ターミナルの特定のサービスにおいて、荷役に必要な着岸日数が十分には確保されていなかった。このような状態を改善した上で、さらに、遅延して到着する船舶があることも前提として、バース利用率をある程度の範囲までにとどめておくことが考えられる。ターミナルオペレーターとしては、追加投資がない範囲で、着岸サービスが増えるほど採算性は良くなるが、その結果として、遅延が長くなれば、当該ターミナルを利用するサービスの顧客が逃げていくこととなる。表-6では、Vancouver港の中で、Deltaport ターミナルのバース利用率が非常に高く、平均1日以上遅延が生じていたが、遅延が余り生じないバース利用率の水準を見極め、中長期的にバース利用率が上昇していく見込みがある場合、余裕を持って対応策を進めることが重要であろう。

荷主は、船社・サービスの選定において、定時性の情報を比較することが有効であるが、詳細情報の入手が容易ではないことも想定される。その場合、次善の策として、当該サービスの混雑港湾・ターミナルへの寄港状況を確認する方法も考えられる。Vancouver港では、各月のターミナル別主要サービス別の定時到着率(スケジュールの到着予定日時から8時間以内到着を定時到着と定義)を表-9のような形で公表しており、このようなデータは荷主にとって重要な情報になる。各港湾で、同様のデータの公表が期待される。我が国の港湾については、欧米基幹航路の平均遅延発生は短く(図-9及び図-10)、ターミナル混雑・天候不順による入港待ちや、荷役の長期化による着岸日数の予定超過等の発生頻度は低いと言えるが、サービスによっても状況は異なっている。また、例えば、我が国からの輸出を想定した場合、欧州港湾への到着定時性は、直航航路の方が高くなっていた(表-3)。これらは、荷主の航路サービスの選択において参照が想定される情報の一つであり、各港において、表-9のように、常時、定時性データを航路サービス別に公表していくことが望まれる。

また、2018年で把握した範囲の中では、表-2の欧州航路における定時到着率上位2サービス(FE3及びFE5、共にTA)は、上海港・寧波港・青島港へは寄港していなかった。混雑港湾への寄港状況が、一定の目安となる可能性がある。ただし、これらの港湾に寄港しないサービスは限られており、また、遅延状況等を踏まえて、毎年度、船社は各サービスの寄港港湾・ターミナルの変更を

表-9 Vancouver 港での定時到着率の公表（イメージ）

サービス名	定時到着率(8時間以内)		
	2018年〇月	2018年	2017年
Centerm			
WSH	20.0%	34.6%	56.9%
CPXW	15.0%	39.2%	61.5%
TS9	100.0%	52.0%	55.8%
Centerm	45.0%	41.9%	58.1%
Deltaport			
PGW4	33.3%	28.8%	69.2%
PS1	0.0%	11.5%	45.3%
PS2	0.0%	52.8%	49.0%
PS3	80.0%	41.5%	54.7%
ZNP	25.0%	25.0%	31.4%
CFNW	12.0%	26.9%	45.1%
Deltaport	25.1%	31.1%	49.1%
Gateway	31.7%	34.7%	52.1%

行っており、港湾・ターミナル側も混雑が激しい場合には荷役能力の増強等の対応を行う可能性が高い。例えば、2018年の日本唯一の欧州航路 FE1（TA）は、2017年には荷役能力が不足していた Jeddah 港にて大きな遅延が発生していたが（平均遅延：0.58 日）、2018 年初に能力増強を行い、2018 年度には大きく改善されていた（平均遅延：0.04 日）。このように、前年度の状況が必ずしも翌年度に適用可能ではないが、このような改善状況も含めて荷主が判断可能な情報が一般に提供されるようになれば、状況は大きく変わる可能性があるだろう。

6. 結論

本資料は、我が国に寄港する、もしくは、我が国との間にフィーダー航路が設定されている東西基幹コンテナ航路を対象に、サービス別・港湾別の遅延状況を把握し、遅延発生の要因について分析を行ったものである。本資料で得られた結論は、以下のとおり。

- (1) 我が国の荷主の利用が想定される欧米基幹航路の 2018 年の東アジア・欧米輸入港湾での定時到着率は平均 7 割未満であり、中でも、北米港湾での定時性は低かった。
- (2) 遅延の約 8 割は、中国及び欧米の港湾で発生しており、特定の港湾での遅延が長くなっていた。
- (3) 上海港や寧波港での着岸前の遅延は、天候不順に加えてバース利用率が高いことが大きな要因である可能性が想定された。
- (4) Rotterdam 港や Vancouver 港での着岸中の遅延は、荷役能力の不足や余裕の少ないスケジュールが主要因であると見られ、さらに、長い予定着岸日数も、長い遅延を招く要因の一つと考えられた。
- (5) 定時性向上に向けては、荷主がサービス選択において詳細な定時性情報を参照可能とし、これにより、船社や港湾・ターミナルでの改善を促すことが一つの方法と考えられた。

本資料では、船舶動静データを活用して分析を行ったが、ターミナル別の詳細な要因分析には限界があった。そのため、今後は、より詳細に、AIS データを利用して各船の沖待ち状況を、ターミナルの利用率と兼ね併せて分析を進めていく予定である。

我が国の荷主が定時性の高い航路サービスを利用可能とし、また、我が国の港湾・ターミナルにおいて高い定時性を維持しつつ効率を高めることによって、我が国の産業と港湾・ターミナルの国際競争力が強化されていくように、引き続き研究を進めて参りたい。

(2020 年 2 月 7 日受付)

参考文献

- 1) Lloyd's List: Containers, March/April, 2019.
- 2) 独立行政法人経済産業研究所：RIETI-TID2017.
- 3) 赤倉康寛：国際海上コンテナ輸送の定時性の把握・分析と影響試算－日本の対欧州輸出を例に－，土木学会論文集 B3（海洋開発），Vol.74，No.2，pp.I_318-I_323，2018.
- 4) Notteboom E., T.: The Time Factor in Liner Shipping Services, *Maritime Economics & Logistics*, Vol.8, pp.19-39, 2006.
- 5) 荒谷太郎，佐藤圭二：国内長距離フェリーにおける運航実態に関する分析－日本海航路を対象として－，海上技術安全研究所報告，Vol.14，No.4，2014.
- 6) Salleh, N. H. M., Riahi, R., Yang Z. and Wang J.: Predicting a Containership's Arrival Punctuality in Liner Operations by Using a Fuzzy Rule-Based Bayesian Network (FRBBN), *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol.32, No.2, pp.95-104, 2017.
- 7) Salleh, N. H. M. and Hamid S. A.: Analyzing and Predicting a Containership's Departure Punctuality in Liner Operations Under Different Environments, *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, Vol.8, pp.20-30, 2017.
- 8) Grida M. and Lee C.-Y.: An Empirical Model for Estimating Berth and Sailing Times of Mega Container Ships, *Maritime Policy & Management*, Vol.45, No.8, pp.1078-1093, 2018.
- 9) Hasheminia H. and Jiang C.: Strategic Trade-off between Vessel Delay and Schedule Recovery: an Empirical Analysis of Container Liner Shipping, *Maritime Policy & Management*, Vol.44, No.4, pp.458-473, 2017.
- 10) オーシャンコマース：国際輸送ハンドブック，2019年版，2018.
- 11) BDP International: Heavy fog affecting Shanghai port operations, *News*, April, 13, 2018.
- 12) Wallenius Wilhelmsen ASA: Dealing with disruptive weather in Shanghai, *News & Insights, Features*, September, 28, 2018.
- 13) 森本清二郎，坂本尚繁：船舶の燃費改善と船舶運航・性能管理システム，*エネルギー・資源*，Vol.38，No.6，pp.49-53，2017.
- 14) 赤倉康寛，佐々木友子，小野憲司，渡部富博：米国西岸港湾の労使交渉に伴う混乱の東アジア－米国間海上コンテナ輸送への影響による損失額試算，*日本物流学会誌*，Vol.25，pp.103-110，2017.
- 15) King M.: China congestion 'likely to affect other Asian ports', *Lloyd's List*, 02, May, 2017.
- 16) 岩崎幹平，安部智久：世界のコンテナ船動静及びコンテナ貨物流動（2015），国土技術政策総合研究所資料，No.896，2016.
- 17) 山本康太，江本翔一：AISデータを用いた2018年台風21号時の大阪湾内船舶の避泊実態に関する分析，国土技術政策総合研究所資料，No.1052，2018.
- 18) Djankov S., Freund C. and Pham C. S.: Trading on Time, *World Bank Policy Research Working Paper*, Vol. 3909, 2006.