

我が国のコンテナターミナルにおける沖待ち時間・量の把握・分析 ーリアルタイム把握システムの開発ー

(正) 赤倉康寛 (国土技術政策総合研究所)

1. まえがき

欧米において、クリスマスギフトや生活必需品が消費者に十分に届かないサプライチェーン・クライシスが発生しており、我が国においてもフライドポテトの販売制限や様々な製品の値上げが起きている。現在、欧米や中国の主要港湾においては、多くのコンテナ船が、ターミナルへの着岸の順番が来るまでの間、長ければ数十日にわたり沖待ちを強いられている。本稿では、我が国の主要港湾のターミナルにおける沖待ちを把握・分析した結果と、リアルタイムで沖待ち船を把握するためのシステムの開発を報告する。

グローバル・サプライチェーンを支える海上コンテナ輸送においては、コストメリットを求めた1990年代半ば以降の船型の急激な大型化 (図-1) が、船社のM&Aやアライアンス拡大を進展させ、2017年には東西基幹コンテナ航路の海運アライアンスは3つにまで再編された。これに伴い、例えば、2019年の東アジアー北欧州航路の全18サービスのうち、17サービスがロッテルダム港に寄港するなど、特定の港湾やターミナルへの集中を招き、定時性を低下させた。図-2に示すとおり、遅延船 (スケジュールの翌々日以降に到着) の平均遅延日数は増加し続

け、2021年の到着予定の翌日までの平均到着率は36%まで低下した¹⁾。コンテナ船の遅延は、混雑ターミナルでの更なる沖待ちを誘発するため、ターミナル毎の沖待ち状況の把握は非常に重要である。

現在、我が国も含めて世界各港の沖待ち状況がMarine TrafficやeeSea等複数の民間企業により提供されるようになっているものの、これらは特定海域での錨泊船のみを対象としており、着岸ターミナルの混雑状況等との関係性を分析した研究・資料は見当たらない。また、ロサンゼルス/ロングビーチ港は沖待ち隻数を公表している唯一の港湾と見られるが、2021年11月に入港船リストの作成方法が変更されたため、公式統計の数値は実態を反映しなくなっている。

2. 沖待ち船の把握・分析手法

2.1 沖待ち船の特定及び沖待ち時間の推計

赤倉ら²⁾の手法を踏襲し、特定規模以上の船舶に設置が義務付けられ、自船の情報や位置・船速等を自動で発信するAIS (自動船舶識別装置: Automatic Identification System) のデータを活用し、入湾もしくは

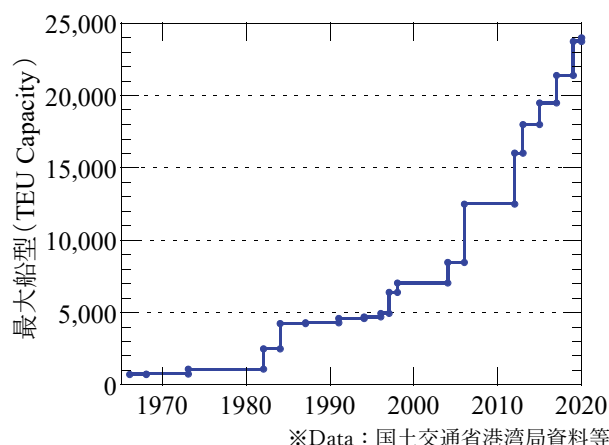


図-1 コンテナ船の最大船型の推移

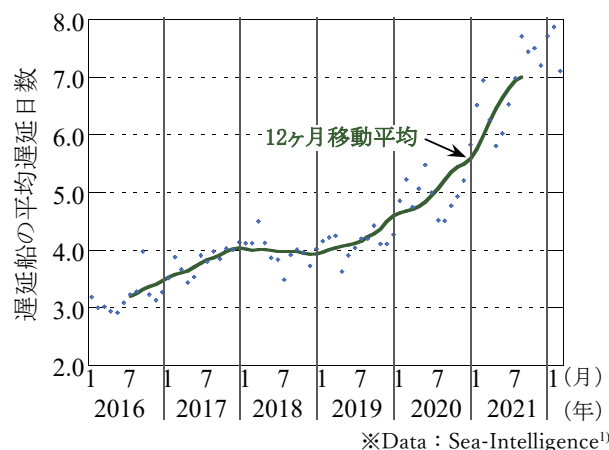


図-2 遅延船の平均遅延日数

は他ターミナル離岸～着岸までの所要時間がある一定値以上である場合に沖待ち船であると特定した。具体的には、表－１に示すとおり、着岸船を入湾もしくは他ターミナル離岸からの所要時間で昇順に並べて、①AISの錨泊信号が記録されている（表中[7][11][12]）、②着岸時以外に3kt未満が連続2時間以上記録されている（[8][10]）、③①及び②と同等以上の時間を要している（[9]）船を沖待ち船と判定し、沖待ちしていない船の最大の所要時間（表中3時間）との差を沖待ち時間として算定した。②は錨泊したもののAISの錨泊信号が出し忘れた船、③は漂流や減速により沖待ちをした船である。対象港湾は京浜・阪神港、対象期間は2019年10月及び2021年1月である。

表－１ 沖待ち船特定及び時間算定イメージ

番号	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	
所要時間	2	2	2	2	3	3	5	5	6	8	11	13	
沖待ち時間	0	0	0	0	0	0	2	2	3	5	8	10	
経過時間	1	13.7	14.1	17.4	12.6	10.1	16.5	8.0	10.6	9.7	8.0	5.2	8.7
	2	8.9	11.9	11.7	10.6	9.7	6.5	3.5	2.6	7.3	1.3	0.9	1.9
	3					1.7	3.2	0.2	0.0	3.1	0.7	0.6	0.0
	4							10.7	3.2	3.3	2.4	0.7	0.0
	5							3.4	1.7	4.5	3.3	0.6	0.0
	6									0.8	5.4	0.7	0.2
	7										4.1	0.7	0.1
	8										0.2	0.7	0.3
	9											3.9	0.0
	10											7.2	0.1
	11											4.6	3.2
	12												9.8
	13												1.3

Statusが錨泊中

船速3.0kt未満

錨泊中 & 船速3.0kt未満

※各セルの数値は平均船速(kt)

※各セルの数値は平均船速(kt)

2.2 沖待ち時間・量の推計方法

各ターミナルにおいて、どれだけの量のコンテナが、どれだけの時間沖待ちしたのかが重要であるため、各沖待ち船の積載コンテナ量 V （TEU）に沖待ち時間 T （時）を掛け合わせて、その総計をバース延長 L （m）で除したバース延長当たりの沖待ち時間量 W （時・TEU/m/月）を、式(1)で定義した。なお、各コンテナ船の消席率は、平均的な数値として60%とした。

$$W = \sum_{Ship} V_{Ship} \cdot T_{Ship} / L \quad (1)$$

3. 推計結果と分析

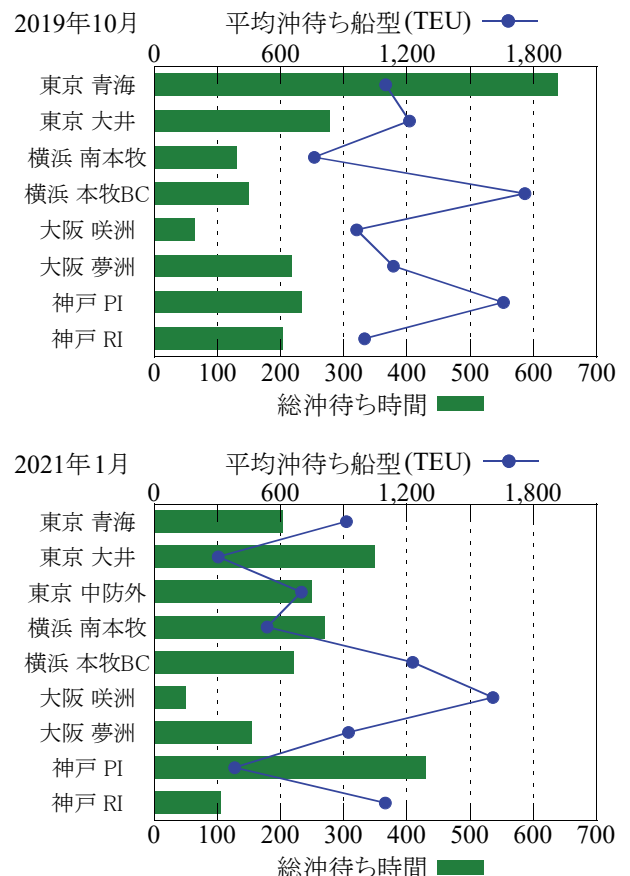
3.1 推計結果

各ターミナルの総沖待ち時間と平均沖待ち船型の推計結果を、図－３に示す。なお、2019年の10月は東京湾に台風19号の襲来したため、その影響期間の10月10～13日の港外待避は除いた（以降の分析も同じ）。2019年10月では、最も沖待ち時間の長かった東京港青海ターミナルでは平均船型が比較的小さく、2021年1月でも、沖待ち時間の長かった東京港大井ターミナルや神戸港PIターミナルでは、平均船型は小さかった。逆に、平均船型の大きかった2019年10月の横浜港本牧BCターミナルや2021年1月の大阪港咲洲ターミナルは、総沖待ち時間が短かった。

3.2 海外港湾との比較

図－４に、赤倉ら²⁾の海外港湾も含めた、バース延長当たりの沖待ち時間・量の分布を示す。日本のターミナルは、50～200時・TEU/m/月であり、同時期のアメリカ（ロサンゼルス/ロングビーチ港）よりは大きく、オランダ（ロッテルダム港）や中国（上海、寧波港）よりは小さかった。

沖待ちのほとんどなかったアメリカを除く海外



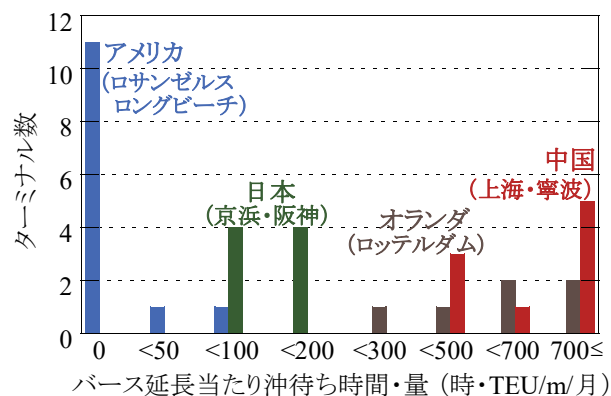
図－３ 総沖待ち時間及び平均沖待ち船型

のロッテルダム港、寧波港と、京浜港のターミナルでの着岸船と沖待ち時間・量の船型シェアを比較したのが、図－5である。海外の両港湾のターミナルでは、着岸船と沖待ち時間・量の船型シェアがある程度近くなっていたのに対し、京浜港大井ターミナルでは、両者に明確な差があり、沖待ちは小型船（4千TEU未満の近海航路や5百TEU未満の国際フィーダー船）に限定されていた。図－3では沖待ち船の平均船型は全て2千TEU未満であり、図－4で日本の沖待ち時間・量が小さめだったのは、船型が主要因の一つである。

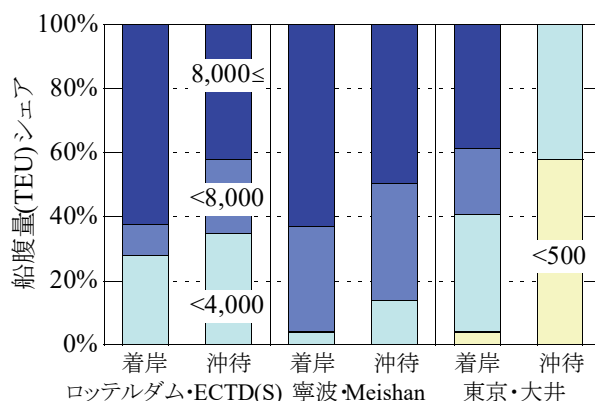
4. 沖待ちの要因分析と削減方策

4.1 要因分析 混雑しているターミナルでは、沖待ち時間・量が增多する傾向が想定される。そこで、全バース延長・時間に占める着岸船の占有長・時間の割合であるバース占有率と、沖待ち時間との関係を見たのが図－6である。バース占有率が高くなると、特に占有率30%以上において、沖待ち時間・量が急激に大きくなることが確認された。一方、同じバース占有率でも、離着岸が多く、大型船が多いターミナルほど沖待ち時間・量が大きくなる傾向が見られたことから、バース占有率に加えて、バース延長当たりの着岸コンテナ船のTEU capacity総計値と、沖待ち時間・量の関係性を確認したのが、図－7である。この図によれば、バース占有率約30%以上かつ着岸船約150 TEU/m/月以上において100 時・TEU/m/月以上の沖待ちが、バース占有率約50%以上かつ着岸船約300 TEU/m/月以上で700 時・TEU/m/月以上の沖待ちが生じる傾向があると見ることができる。

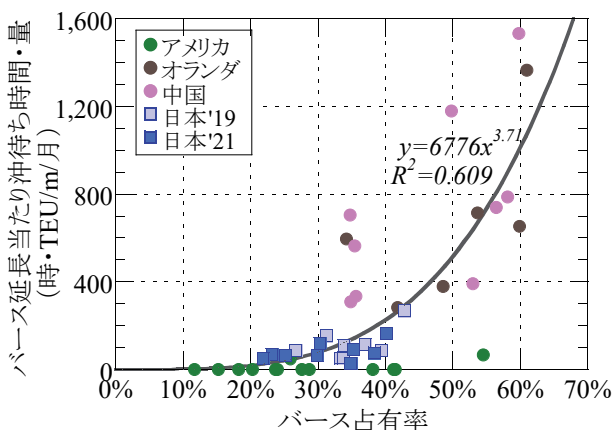
4.2 削減方策 スケジュールが乱れても沖待ちがなるべく生じないようにする具体的対策としては、①拡張整備、②ターミナル運営規模の拡大、③フィーダー船対策が考えられる。①拡張整備の効果は確実であるが、長い期間と多くの費用を要する。②運営規模拡大は、各ターミナルのピークに相違があれば、一体的に運営することで、空きバースを確保出来る可能性が高くなり、空きスペースの有効活用も可能となる。シンガポール港では整備中の新Tuasターミナル完成後には現存5ターミナルを全て新ター



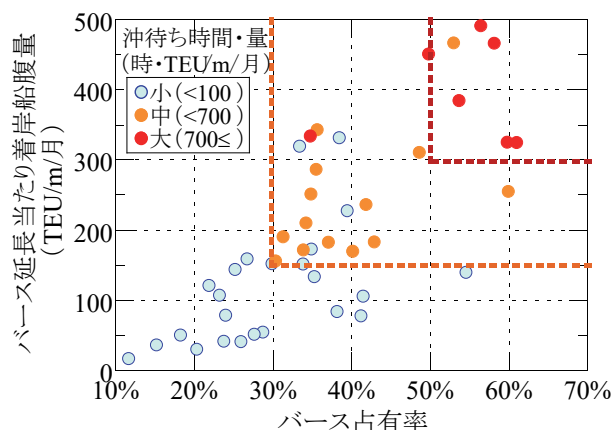
図－4 沖待ち時間・コンテナ量の分布（2019 年）



図－5 着岸船と沖待ち時間・量の船型シェア



図－6 バース占有率と沖待ち時間・量



図－7 バース占有率／着岸船腹量と沖待ち時間・量

ミナルに集約させる。また、香港港では、2019年に既存4ターミナルがHong Kong Sea Port Allianceを結成し、その運営を一体化した。我が国でも、神戸港PC15-17や横浜港南本牧ターミナルで一体運営が行われており、隣接するターミナルでは検討の価値があると考えられる。③フィーダー船対策では、我が国港湾にて沖待ちの頻度が高い国際フィーダー船等小型船のためのバースを整備するものであり、ロッテルダム港ではバージや小型専用バースが多く見られ、神戸港にも小型船専用バースあり、横浜港では本牧CDが整備中である。東京港の次期港湾計画改訂では、②及び③についての必要性が示されている³⁾。

5. リアルタイム把握システムの開発

前述のとおり、港湾において、沖待ち隻数を公表している例はロサンゼルス/ロングビーチ港しか見当たらない。しかし、沖待ち時間・量の大小は、スポットで利用する荷主の経路選択にとって重要な参照情報であり、さらに、ターミナルが混雑対策として前述の①～③の必要性を検討する上でも重要な指標となり得る。そこで、リアルタイムで自動的に沖待ち状況を把握するシステムを開発した。

システムでは、日付が変わり次第、ターミナル別に、自動的に、前日に着岸した船舶のリストを作成し、当該船舶の入湾もしくは他ターミナル離岸～着岸までの所要時間により、沖待ち船を特定して、沖待ち時間・量を算定する。また、同時に、参照情報として、ターミナルのバース占有率も算定する。2022年1～2月に、横浜港を対象として、実際に稼働させた画面例を図－8に示す。約1ヶ月の実験期間において問題なく稼働し、数値も事後の確認算定と一致した。

6. おわりに

現在のサプライチェーン・クライシス下において、少しでもコンテナ輸送の定時性の向上に寄与できるよう、引き続き港湾物流の分析を進めていきたい。

参考文献

- 1) Sea-Intelligence: Global Liner Performance
- 2) 赤倉康寛・高橋宏直：世界のコンテナターミナルにおける船舶の沖待ち時間の把握・分析，土木学会論文集B3，Vol.77，No.2，pp.I_157-I_162，2021.
- 3) 東京都港湾審議会：東京港第9次改訂港湾計画に向けた長期構想答申，2022.



図－8 リアルタイム把握システムの画面例