北極海航路を用いた東アジアと欧州間のコンテナ輸送 における二酸化炭素排出量の削減に関する研究

咸 曉黎¹・郭 天淳²・黒川 久幸³・鈴木 理沙⁴

A Study to the Reduction in Carbon Dioxide Emissions in Container Transport between East Asia and Europe using the Northern Sea Route

Xiaoli XIAN, Tianchun GUO, Hisayuki KUROKAWA and Lisa SUZUKI

Abstract

According to the presumption of IMO, the amount of the greenhouse gas emissions from international maritime transportation is represented 850 million tons in 2007. Furthermore, carbon dioxide emissions from international maritime transportation represented 3% of the world's total carbon-dioxide emissions. Therefore, it is necessary to reduce the carbon dioxide emissions from maritime transportation.

In this paper, we targeted for distribution of the container transport between East Asia and Europe with a large amount of cargos which examine the reduction effect of the carbon dioxide emissions in the case of Northern Sea Route. We should also consider the depth of water and the speed of navigation when we examine the effect of the carbon dioxide emissions reduction. In this paper, we will examine the reduction of carbon dioxide's emissions when the container vessels are distributed. As a result, the reduction of the carbon dioxide's emissions is approximately 317million tons.

Keywords: Shipping and Logistics, carbon-dioxide emissions, container transportation, Northern Sea Route

キーワード：物流・海運、二酸化炭素排出量、コンテナ輸送、北極海航路

1. はじめに

2011 年における世界全体の二酸化炭素排出量は、318 億トンであった⁽¹⁾。そして、外航海運から排出される 2007 年の温室効果ガスは IMO の推定によれば 8.5 億 t-CO₂⁽²⁾ で、世界全体の二酸化炭素排出量の約 3%を占めており、イギリスとフランスの全産業の二酸化炭素排出量より多い。このため外航海運からの二酸化炭素排出量を削減することが必要となっており、ここでは海上コンテナ輸送を対象とする。

東西主要航路におけるコンテナ荷動き量の約 42% (2011 年約 2 千万 TEU) を欧州航路(東アジアと欧州間)が占めている⁽³⁾。そこで本研究では、東アジアと欧州間のコンテナ輸送を対象とする。

近年、この東アジアと欧州間の航路として北極海航路が注目されている。北極海航路は既存のスエズ運河を通過する東アジアと欧州間の航路と比べ、航海距離が短く、このため航海日数の短縮を図ることが可能となっている。例えば、東アジアの釜山港か

¹ 学生会員 東京海洋大学 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6) ldaxxl@163.com

² 学生会員 東京海洋大学 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6) guotianchun2013@yahoo.co.jp

³ 正会員 東京海洋大学 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6) kurokawa@kaiyodai.ac.jp

⁴ 正会員 広島商船高等専門学校 (〒725-0231 広島県豊田郡大崎上島町東野 4272-1) sail3@nifty.com

ら欧州のロッテルダム港まで、通常のスエズ運河を通過する航路に比べて、航海距離は 3,252 海里短く、これにより航海日数を 5.5 日ほど短縮できるとされている。さらには、アデン湾等における海賊対策としても注目されている⁽⁴⁾。

この北極海航路は、従来は不定期の石油製品や鉄鉱石の輸送に使用されており、定期の運航が要求される輸送には使用されてこなかった。しかし、温暖化により夏季の北極海の海氷は、近年では毎年約 8 万 km²⁽⁵⁾ も減少しており、夏季の期間中の安定した通航が可能となりつつある。このため中国が商業利用を念頭に貨物船の実験的運航⁽⁶⁾をはじめたほか、ロシア北部で産出される LNG の通年の定期輸送が、砕氷機能を持った LNG 船を用いて行われようとしている⁽⁷⁾。したがって、コンテナ輸送においても北極海航路の活用の可能性が高まっている。

そこで本研究では、北極海航路を用いた東アジアと欧州間の二酸化炭素排出量の削減効果を検討することを目的とする。

なお、検討では北極海航路における水深と航行速度の制約を考慮する。現在、欧州航路では 8,000 TEU 台を中心とした大型のコンテナ船が就航しているが、北極海航路では水深の制約から 4,000TEU までのコンテナ船しか航行できない⁽⁸⁾。そのため、欧州航路のコンテナ船を北極海航路に就航させることが出来ないため、他の航路からの転配を考慮する。そして、砕氷船の先導が必要なことから航行速度の低下も考慮し、年間を通じた削減効果の検討を行う。

なお、東アジアの港湾は南北に広がっているため、港湾毎に北極海航路を用いた場合の航海距離の短縮効果が異なる。そこで、東アジアを南北に 3 つのエリアに分けて、北極海航路を用いた場合の効果の違いを比較し、効果的な北極海航路の活用についても検討する。

2. 既存研究

北極海航路に関する既存研究は、特に運航面に関してみると、北極海航路における航行実態等の現状把握⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾や、北極海航路を用いた場合の輸送費用の推計⁽⁸⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾に関する研究が多い。

一方、北極海航路を用いた場合の二酸化炭素排出量について検討されたものは少なく、古市ら⁽¹¹⁾⁽¹²⁾の研究の中で北極海航路利用の実現に向けた評価指標の一部として試算されているにすぎなかった。具体的には、コンテナ船に着目すると東アジアと欧

州間の横浜港～ハンブルグ港間のコンテナ輸送を事例に、二酸化炭素排出量の推計をしている。しかし、ここでは 2 つの港湾間の輸送しか対象としていないため、東アジアの南北に広がる港湾全体の特徴を考慮した北極海航路を用いた場合の港湾毎の削減効果の違いが不明である。

さらに、夏季の航行可能期間にのみ専用のコンテナ船を就航させる事は非現実的なため、欧州航路等からの北極海航路へのコンテナ船の転配を考慮する必要がある。このためには転配可能な船舶を特定するために、航路毎の船型の分布の特徴を把握しなければならない。しかし、既存研究では北極海航路の水深の制約より通行可能な最大船型である 4,000TEU の船舶のみの検討で、航路毎の船型の分布を考慮した北極海航路への転配は考慮されていない。

そこで本研究では、より現実的な北極海航路を活用した場合の効果を検証するために、コンテナ船の転配のほか、東アジアを幾つかのエリアに分割して、個々のエリアにおける効果の違いについても考慮した検討を行う。

3. 北極海航路

3.1 北極海航路の概況

北極海航路は、スカンジナビア半島の北側、バルチック海、カラ海、ラプテフ海、東シベリア海、チュクチ海を経て、ベーリング海峡に至る航路である⁽¹²⁾。北極海航路上には多くの島々が点在し、狭隘で浅い海峡が多いため船舶の喫水が制限される。例えば、船舶がカラ海峡(水深 13-15m)やサニコフ海峡(水深 13m)を通過する際には、喫水に制限がかかる。これらの海峡の水深の制約から航行可能な船舶の船型は 4,000TEU までの大きさに制限されている。

なお、航行する船舶には砕氷機能、もしくは砕氷船の先導が必要となることから航行速度も低下する。船種別平均速度は全体では約 10.0kt で船種毎の大きな差はみられないが、コンテナ船が一番速く、平均速度は 11.9kt である⁽⁹⁾。

3.2 北極海航路の通航実績

ロシア沿岸の北極海航路の利用実績は、スエズ運河の利用実績(2012 年 17,225 航海、貨物量 73,991 万トン)と比べるとまだ僅かなものであるが、毎年着実に増加している。2010 年に通航したのは僅か 4 隻であったが、2013 年は 71 隻と、約 18 倍も増加した。

過去の通航船舶は、原材料などを運ぶバラ積み貨物船であったが、2013年9月10日には、中国の国有企業、中国遠洋運輸集団（コスコグループ）の貨物船「永盛」が、鉄鋼や産業機械を満載の状態で北極海航路を通航した⁽¹⁴⁾。

4. コンテナ船輸送における主要航路

4.1 荷動き量及び就航船舶

外航コンテナ船輸送における主要航路毎のコンテナ荷動き量の推移を表1に示す。表1より、2008年のリーマンショックの影響により一時的な荷動き量の減少が見られるが、2010年から全体として増加している。

2011年の欧州航路の荷動き量は、北米航路より多く、約2,000万TEUとなっている。また、欧州航路は北米航路よりも航海距離が長いことから、二酸化炭素排出量の削減が重要となっている。

表1 コンテナ荷動き量の推移（百万TEU）

年度	欧州航路	北米航路	大西洋航路	東アジア域内
2006	16.3	19.1	4.5	12.8
2007	18.6	20.1	4.7	28.3
2008	18.7	19.4	4.6	47.2
2009	17.0	17.3	3.6	44.0
2010	19.2	19.3	4.1	49.4
2011	20.0	19.9	4.4	52.7

出典：日本郵船調査グループ編(2012年版)より作成

なお、北極海航路を用いたコンテナ船の輸送では、水深の制約から最大4,000TEUまでのコンテナ船しか通航できない。しかし、欧州航路は中心船型が8,000TEUであるため、他航路から中型のコンテナ船を転配しなければならない。表2に2010年における主要航路毎のコンテナ船の船型別隻数及び構成割合を示す。表2より、欧州航路に就航しているコンテナ船の隻数が一番多く、494隻である。なお、主要航路のうち、3,000~4,999TEUという転配候補となる船型の隻数が最も多いのは北米航路で、196隻である。

したがって、本研究では北極海航路で活用するコンテナ船を北米航路から転配し、これにより北米航路で不足する船舶に、欧州航路で余剰となる船舶を転配することを検討する。

表2 各航路のコンテナ船の船型分布

船型(TEU)	欧州航路		北米航路		大西洋航路		東アジア域内	
	隻数	比率	隻数	比率	隻数	比率	隻数	比率
1,000未満	0	0%	0	0%	0	0%	359	43%
1,000~2,999	9	2%	32	7%	53	27%	457	55%
3,000~4,999	74	15%	196	40%	106	53%	11	1%
5,000~7,999	179	36%	187	38%	39	20%	3	0%
8,000~9,999	196	40%	75	15%	0	0%	0	0%
10,000以上	36	7%	1	0%	0	0%	0	0%
合計	494	100%	491	100%	198	100%	830	100%

出典：日本郵船調査グループ編(2012年版)より作成

4.2 欧州航路

東アジアと欧州間のコンテナ荷動き量の推移を図1に示す。図中の棒グラフが荷動き量で、折れ線グラフが荷動き量の増減率である。

図1より、2008年のリーマンショックの影響により一時的な荷動き量の減少や停滞が見られるが、全体として増加傾向を示していることが分かる。2011年は、東アジアから欧州が約1,390万TEU、欧州から東アジアが約600万TEUとなっている。

なお、北極海航路の通航が可能な夏季の3ヶ月間（7月から9月）の間における荷動き量は、季節波動を考慮するために参考文献(15)より求めた。アジアから欧州が378万3,000TEUで、欧州からアジアが159万7,700TEUである。そして、東アジアの各エリアと欧州間の荷動き量を参考文献(15)と(16)より各港湾の合計の取扱量に比例するとして按分した。

図1 東アジアと欧州間の荷動き量の推移⁽³⁾

また、増加する荷動き量に対応すべく、コンテナ船の急激な大型化が進んでいる。コンテナ船の平均船型は、2006年に5,708TEUであったが、2013年には1万728TEUとなっており、5,020TEUも増加した。ちなみに、最大船型はMaerskの1万8,270TEUである。

図2に東アジアと欧州間のコンテナ船の船型分

布を示す。図 2 より、最も隻数の多い船型で見ると、2007 年に 5,000TEU~7,999TEU だったのが、2010 年には 8,000TEU~9,999TEU となり、2013 年には 10,000TEU 以上となっている。

以上のことから欧州航路の特徴として、海上コンテナの荷動き量が横ばい傾向を示す中で、就航するコンテナ船の大型化が急激に進んでいることが分かった。

図 2 欧州航路のコンテナ船の船型分布⁽³⁾

図 3 に欧州航路のループ数の推移を示す。図より、欧州航路におけるコンテナ船の大型化ならびにコンテナ船社のグローバル・アライアンスの進展により、ループ数が減少していることが分かった。2008 年には、ループ数が 64 であったが、2012 年には 42 となっており、ループ数が 22 も減少した。

図 3 欧州航路のループ数の推移⁽³⁾

本研究ではコンテナ船が寄港する東アジアと欧州の港湾の内、参考文献(16)と(17)から取扱量と寄港する航路数の多い 21 の港湾を対象とする。図 4 に示す東アジアは、釜山港や上海港等の 15 港湾、欧州はハンブルク港やロッテルダム港等の 6 港湾である。

そして、既存のサービスを参考に 21 港湾に寄港

する 3 つのサービスを対象として二酸化炭素排出量を算出する。なお、北極海航路を用いた場合の削減効果の比較では、東アジアを図 4 に示すように南北に 3 つのエリアに分けた。

出典：Yahoo 世界地図より作成

図 4 欧州航路における対象とする港湾と航路

4.3 北米航路

東アジアと北米間のコンテナ荷動き量の推移を図 5 に示す。図中の棒グラフが荷動き量で、折れ線グラフが荷動き量の増減率である。

図より、荷動き量は 2008 年のリーマンショックの影響により一時的な減少傾向が見られるが、2010 年からは微増傾向にある。2011 年は、アジアから北米が約 1,310 万 TEU、北米から東アジアが約 670 万 TEU となっている。なお、2010 年の夏季の 3 ヶ月間の荷動き量は参考文献 (18) をもとに、アジアから北米が約 360 万 TEU、北米からアジアが 148 万 TEU である。

図 5 東アジアと北米間の荷動き量の推移⁽³⁾

北米航路のコンテナ船の大型化も進んでいるが、欧州航路と比べると緩やかで、毎年約 180TEU ほど大型化している。2006 年に平均船型が 4,628TEU であったが、2013 年に 5,908TEU となっている。

北米航路に就航するコンテナ船の詳細な船型別の隻数を図 6 に示す。図中の棒グラフの種類の違い

は、年数の違いを表している。図 6 より、2007 年から 2013 年にかけて、コンテナ船の大型化が進んでいることが分かる。特に、8,000TEU 以上のコンテナ船の隻数が増加している。しかし、最も就航隻数が多いのは 3,000TEU から 4,999TEU の中型のコンテナ船である。

図 6 北米航路のコンテナ船の船型分布⁽³⁾

図 7 に北米航路のループ数の推移を示す。図より、北米航路におけるループ数は、リーマンショックの影響により減少した後、近年は約 65 ループで横ばい傾向を示している。

図 7 北米航路のループ数の推移⁽³⁾

本研究ではコンテナ船が寄港する東アジアと北米の港湾の内、参考文献(16)と(17)から取扱量と寄港する航路数の多い 19 の港湾を対象とする。図 8 に本研究で対象とする東アジアの釜山港や Hong Kong 港等の 5 港湾と、北米における東岸のニューヨーク港や西岸のシアトル港等の 13 港湾を示す。

そして、対象とする 19 港湾を寄港する航路を東岸と西岸に分けて二つの既存サービスとして二酸化炭素排出量を算出する。

出典：Yahoo 世界地図より作成

図 8 北米航路における対象とする港湾と航路

5. 二酸化炭素排出量及び就航隻数の算出式

5.1 二酸化炭素排出量の算出式

北極海航路を利用する際は、砕氷船からの二酸化炭素排出量も考慮する必要がある。しかし、参考文献(19)によれば、ロシアが定める運航規定では原子力砕氷船を用いることとなっている。このため、砕氷船からの二酸化炭素排出量はない。そこで本研究では、コンテナ船のみを対象とする。

二酸化炭素排出量は、就航するコンテナ船の船型や消費率によって異なる。そこで、これらの影響を考慮した二酸化炭素排出量の推計を行うために、参考文献(20)で用いられている算出式から燃料消費量を算出する。そして、この燃料消費量にコンテナ船の総航海距離を掛けて二酸化炭素排出量を算出する。なお、航海距離は参考文献(21)より求めた。

$$F_0 = 6.87 \times 10^{-5} \times \{DSP - (1 - 0.65 \times Lf) \times DWT\} \times DSP^{-1/3} \times V^2 \quad \text{--- (1)}$$

$$DSP = 1.37 \times DWT + 1660 \quad \text{--- (2)}$$

F_0 : 燃料消費量 (kg/km)

DSP : 船舶の満載排水トン (t)

Lf : 消費率 (%)

DWT : 船舶の載貨重量 (t)

V : 船舶の速力 (km/h)

$$CO_2 = C \times F_0 \left(DST \times \frac{DEM}{W} \right) \quad \text{--- (3)}$$

CO_2 : 二酸化炭素排出量 (t- CO_2)

C : 換算係数 (t- CO_2 /kg-Fuel)

F_0 : 燃料消費量 (kg/km)

DST：航海距離 (km)
 DEM：輸送需要量 (TEU)
 W：船舶の積載量 (TEU)

5.2 就航隻数の算出式

輸送需要量を輸送するために必要なコンテナ船の就航隻数を次のように算出する。なお、1 サイクル時間とは、一つのサービスにおいて寄港する港を一巡するのに係る時間で、航海時間、荷役時間、入出港時間等の全ての時間の合計である。

$$N = \frac{DEM_{MAX}}{f \times W} \quad \text{--- (4)}$$

$$f = \frac{Q}{CT} \quad \text{--- (5)}$$

N：隻数
 DEM_{MAX}：往復路の輸送需要量の最大値 (TEU)
 f：寄港頻度
 W：船舶の積載量 (TEU/隻)
 CT：1 サイクル時間 (h)
 Q：計算の対象期間 (h)

5.3 1 サイクル時間の算出式

1 サイクル時間は、式 (6) に示すように航海時間、荷役時間、入出港時間、そしてシーマージンに相当するその他の時間に分けることが出来る。そして、航海時間は航海距離と速力から算出でき、北極海航路使用時は、砕氷船の先導が必要な減速区間とその他の区間に分けて算出する。荷役時間は船型に比例し、入出港時間は寄港回数に比例すると仮定できる。また、シーマージンは航海距離が長いほど余裕を多くとる必要があると考えられる。

そこで、参考文献 (17) のサービス毎の 1 サイクル時間から航海時間を引いた残りの時間を被説明変数とし、船型、寄港回数、航海距離を説明変数として重回帰分析を行った結果を表 3 に示す。表から欧州航路及び北米航路ともに決定係数の値が 0.9 以上で、全ての回帰係数が有意水準 5% で有意であることが分かり、妥当なモデルとなっていることが分かった。

$$CT = T_{航海} + T_{荷役} + T_{入出港} + T_{その他} \quad \text{--- (6)}$$

CT：1 サイクル時間 (h)
 T_{航海}：航海時間 (h)
 T_{荷役}：荷役時間 (h)
 T_{入出港}：入出港時間 (h)
 T_{その他}：シーマージン (h)

表 3 重回帰分析の結果

項目	欧州航路		北米航路	
データの数	30		51	
決定係数	0.9878		0.9675	
項目	係数の値	t値	係数の値	t値
船型	0.0123*	2.1866	0.0228**	4.0486
寄港回数	21.5224**	4.2323	17.4908**	3.0233
航海距離	0.0097*	2.4673	0.0107**	3.4758

*有意水準 5% **有意水準 1%

6. 現状の二酸化炭素排出量及び就航隻数の推計

6.1 欧州航路及び北米航路における現状の二酸化炭素排出量

欧州航路及び北米航路における二酸化炭素排出量を表 4 と表 5 に示す。夏季の 3 ヶ月間の計算は、参考文献 (15) を参考に輸送需要の季節変動を考慮して求めた値である。

まず、欧州航路は表 4 より、年間の二酸化炭素排出量は 2,021 万 5,423t-CO₂ で、その内訳は、東アジアから欧州間が 1,446 万 4,706t-CO₂ で、欧州から東アジア間が 575 万 717t-CO₂ である。そして、夏季の 3 ヶ月間の排出量は 533 万 8,950t-CO₂ で、年間の約 26% となっている。

表 4 欧州航路における現状の二酸化炭素排出量

向き	二酸化炭素排出量(万t-CO2)		
	3ヶ月	その他の9ヶ月	合計
東アジアから欧州	390	1,056	1,446
欧州から東アジア	144	432	576
合計	534	1,488	2,022

また、北米航路は表 5 より、年間の二酸化炭素排出量は 614 万 5,425t-CO₂ で、その内訳は、東アジアから北米間が 447 万 4,918t-CO₂ で、北米から東アジア間が 167 万 507t-CO₂ である。そして、夏季の 3 ヶ月間の排出量は 165 万 4,877t-CO₂ で、年間の約 27% となっている。

表5 北米航路における現状の二酸化炭素排出量

向き	二酸化炭素排出量(万t-CO ₂)		
	3ヶ月	その他の9ヶ月	合計
東アジアから北米	125	322	447
北米から東アジア	40	127	167
合計	165	449	614

6.2 欧州航路及び北米航路における就航隻数

欧州航路及び北米航路における就航隻数を表6と表7に示す。表中の実際の隻数は、参考文献(3)における調査値で、推計値は本研究における算出式から求めた値である。

調査値と推計値の比較から非常に精度良く推計できていることが分かる。

以上のことから、この推計値をもとに夏季の期間におけるコンテナ船の転配を検討することとする。

表6 欧州航路における推計の隻数と実際の隻数

船型(TEU)	推計の隻数	実際の隻数
1,000未満	0	0
1,000-2,999	9	9
3,000-4,999	70	74
5,000-7,999	169	179
8,000-9,999	185	196
10,000以上	34	36
合計	467	494

表7 北米航路における推計の隻数と実際の隻数

船型(TEU)	推計の隻数	実際の隻数
1,000未満	0	0
1,000-2,999	31	32
3,000-4,999	190	196
5,000-7,999	181	187
8,000-9,999	73	75
10,000以上	1	1
合計	476	491

7. 北極海航路の活用が有効な東アジアの港湾の検討

7.1 検討内容

東アジアの港湾は南北に広がっているため、港湾毎に北極海航路を用いた場合の航海距離の短縮効果が異なる。そこで、図4に示すように東アジアを南北に3つのエリアに分けて、北極海航路を用いた場合の二酸化炭素排出量の削減効果の違いを比較する。

具体的には表8に示すように北極海航路を用いる東アジアのエリアを3つのパターンに分けて、パターン毎に二酸化炭素排出量を算出し、削減量の多い

有効なパターンを抽出する。

表8 東アジアのエリア分割パターン

パターン	欧州航路	北極海航路
パターン①	B+C	A
パターン②	C	A+B
パターン③	—	A+B+C

7.2 二酸化炭素排出量の削減効果

表8に示す3つのパターンで輸送を行った場合の二酸化炭素排出量の算出結果を図9に示す。

図9より、北極海航路を用いる全てのパターンにおいて、二酸化炭素排出量が現状より大幅に削減されていることが分かる。特に、パターン②の削減量が大きく、現状の約58%に相当する313万t-CO₂も削減されている。

以上のことからパターン②を対象に夏季の期間におけるコンテナ船の転配を検討し、より現実的な削減効果について検討する。

なお、パターン②よりもパターン③の排出量が増加していることから、Cのエリアは北極海航路の活用に向かないことが分かる。したがって、北極海航路を用いるのが有効な港湾は、HongKong港以北にある港湾であるといえる。

図9 現状と北極海航路を用いた二酸化炭素排出量

8. コンテナ船の転配

8.1 転配の方針

北極海航路に就航するコンテナ船は、水深の制約から4,000TEUが限度となる。しかし、欧州航路のコンテナ船は大型化が進んでいるため、中型船の隻数が少ない。そこで、北極海航路に近く、かつ中型船が多い北米航路から転配する。

具体的には、まず、パターン②において北極海航路に就航させる4,000TEUの必要隻数を算出する。そ

して、欧州航路から中型船を転配し、不足分を北米航路から北極海航路へ転配する。最後に、北米航路の夏季、3ヶ月間の需要量に対して、転配されたコンテナ船の輸送能力を補うために、欧州航路で余剰となっているコンテナ船を転配する。

8.2 コンテナ船の転配結果

コンテナ船の転配結果を図 10 に示す。図から北極海航路に必要な 4,000TEU の隻数は 129 隻で、これを欧州航路から 70 隻、北米航路から 59 隻転配することにより対応している。そして、北米航路の輸送能力の不足分を補うために、欧州航路から 5,000~7,999TEU のコンテナ船を 36 隻、北米航路へ転配している。

図 10 コンテナ船の転配結果

9. 転配を考慮した二酸化炭素排出量の削減効果

年間の二酸化炭素排出量について、現状と北極海航路を活用した場合の比較を図 11 に示す。なお、排出量を夏季の 3 ヶ月間とその他の 9 ヶ月間の 2 つの期間に分けて示している。

図から現状の二酸化炭素排出量、2,636 万 848t-CO₂ に対して、北極海航路を活用した場合は 2,319 万 4,316t-CO₂ と、316 万 6,532t-CO₂ (12%) も削減されていることが分かる。

そして、この削減効果について参考文献(22)をもとに、他の減速等の削減策と比較すると、次のような結果となる。

減速の効果：19%削減（減速 10%の場合）

大型化の効果：6%削減（大型化 10%の場合）

以上のことから、夏季の 3 ヶ月間しか活用できない削減策であるが、一つの有効な削減策であることが分かった。

図 11 現状と北極海航路を活用した場合の二酸化炭素排出量の比較

次に、各航路における削減効果について図 12 に示す。図中の左の棒グラフは現状で、右の棒グラフは北極海航路を活用した場合である。

図から欧州航路も北米航路も北極海航路を活用することにより、二酸化炭素排出量が削減されることが分かった。特に、欧州航路の削減量は大きく、現状の約 58% も削減されている。一方、北米航路は僅かな削減となっている。これは、欧州航路から転配されたコンテナ船の船型が北極海航路に転配した船型より大きいため、船型の大型化による削減効果である。削減量は、約 3.5 万 t-CO₂ となっている。

図 12 航路毎の二酸化炭素排出量の比較

10. おわりに

本研究では、北極海航路を用いた二酸化炭素排出量の削減効果を検討することを目的に、コンテナ船の就航隻数や荷役時間や入出港時間を推計する算出式を構築した。そして、これらの算出式を用いて検討した結果、次のようなことが分かった。

- (1) 二酸化炭素排出量の削減策として北極海航路を活用する方策は、非常に有効であることが分かった。その削減量は、夏季の欧州航路の排出量の約 58%、北米航路も含めた年間の排出量の約 12%に達することが分かった。これは、コンテナ船の減速や大型化といった他の削減策と遜色のない削減効果である。
- (2) また、東アジアの港湾で北極海航路を活用するのが有効な港湾は、HongKong 港以北にある港湾であることが分かった。

参考文献

- (1) 全国地球温暖化防止活動推進センター,
http://www.jccca.org/global_warming/knowledge/kno03.html, 2014. 01. 28
- (2) International Maritime Organization(IMO):
Second IMO GHG Study 2009, 2009. 04
- (3) 日本郵船調査グループ編：世界のコンテナ船隊および就航状況, 2012 年版
- (4) 稲野雅之, 三岡照之, 古屋武志：北極海航路について北海道港湾の可能性に関する検討, 北海道開発局港湾空港部港湾計画課, 平成 24 年度
- (5) 石原敬浩：北極海の戦略的意義と中国の関与, 海幹校戦略研究, pp. 49-74, 2011 年 5 月
- (6) 日本経済新聞：中国が北極海を商業利用一大連、ハブ港めざす
http://www.nikkei.com/article/DGXDasGM1203B_T10C13A8EB1000/, 2015. 03. 27
- (7) 商船三井：ロシア航路の拡大～ロシア・ヤマル LNG プロジェクト
<http://www.mol.co.jp/saiyou/kaisya/challenge.html>, 2015. 03. 24
- (8) 古市正彦, 大塚夏彦：東アジア～欧州航路における NSR・SCR 組合せ輸送の経済的フェージビリティ-コンテナ輸送, 完成自動車輸送, LNG 輸送-, 日本マリンエンジニアリング学会特別講演会講演予稿集, Vol. 7th, pp. 7-17, 2014
- (9) 安部智久, 押村康一, 谷本剛, 西川綾乃：国総研資料, NO. 768, 衛星 AIS を活用した北極海航路航行実態分析手法に関する検討, 2013. 12
- (10) 谷本剛, 安部智久：国総研資料, NO. 799, AIS を活用した北極海航路航行実態に関する詳細分析, 2014. 07
- (11) 古市正彦：北極海航路(NSR)輸送の経済的フェージビリティ, 港湾荷役, Vol. 59 No. 2, pp. 204-210, 2014. 03. 25
- (12) 古市正彦, 大塚夏彦：北極海航路(NSR)及び競合代替航路利用における輸送費用の分析, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), Vol. 47, ROMBUNNO. 5, 2013. 06
- (13) 大塚夏彦, 古市正彦, 泉山耕, 中野佑哉：北極海航路によるバルク貨物の海上輸送コストの分析, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol. 70 No. 2, pp. I. 151-I. 156, 2014
- (14) National Geographic News：北極海航路が活況、ロシアの思惑は？
http://www.nationalgeographic.co.jp/news/news_article.php?file_id=20131203003, 2014. 04. 30
- (15) Jils-net, 主要航路のコンテナ荷動き量と運賃指数 (2013 年 1 月 31 日時点)
<https://www.jils-net.com>, 2014. 08. 09
- (16) GLOBAL NOTE：海上コンテナ取扱量 国別ランキング統計・推移,
<http://www.globalnote.jp/post-3775.html> 2014. 08. 11
- (17) 2011 年版国際輸送ハンドブック, 株式会社オーシャンコマース, 2010. 12. 20
- (18) 2013 年版国際輸送ハンドブック, 株式会社オーシャンコマース, 2012. 12. 20
- (19) 大塚夏彦：北極海航路が拓くあたらしい海の道, 情報誌 OCDI, 2014 WINTER Vol. 4, pp. 10-13, 2014.
- (20) 鈴木 武：国総研資料 No. 494, コンテナ船および RORO 貨物船の燃料消費量と長距離内航 RORO 貨物船輸送における燃料価格上昇の影響
- (21) BLM-SHIPPING,
<http://www.landho.cn/blmshipping/index.php> 2014. 07. 23
- (22) 黒川久幸, 高野智貴, 鈴木理紗, 鶴田三郎：日本航海学会論文集 No. 124, 国際海上コンテナ輸送における CO₂ 排出量削減策の実行可能性に関する研究, pp. 1-9, 2011. 03