

内航海運における船員不足問題の経済的影響

安藤 良彬¹・石黒 一彦²

¹ 学生会員 神戸大学大学院 海事科学研究科 (〒658-0022 兵庫県神戸市東灘区深江南町五丁目 1-1)
E-mail:yandoh@sk-ship.co.jp

² 正会員 神戸大学大学院准教授 海事科学研究科 (〒658-0022 兵庫県神戸市東灘区深江南町五丁目 1-1)
E-mail:ishiguro@maritime.kobe-u.ac.jp

内航海運は、国内輸送の 44.3%を担う重要な輸送機関である。モーダルシフトの推進により、船舶による輸送は増加傾向が続いているが、船員不足が深刻化しつつある。船員不足の要因を検討する研究はあるものの、その経済的影響を論じたものはない。本研究では、船員不足による経済的損失を以下の 4 段階により推計する。すなわち、①不足する船員数の推計、②船員不足により運航が途絶する船舶数の推計、③船舶運航が途絶することにより輸送が途絶する貨物の重量の推計、④貨物輸送が途絶することによる経済的損失の推計である。船員不足問題により失われる経済的付加価値を推計し、その対策にかかる費用の合理性を検討する材料を提供する点に本研究の意義がある。

Key Words: Shipping, Seafarers, GDP, East Asia

1. 研究の背景・目的

内航海運は、日本の国内貨物輸送の 44.3% (2015 年度、トンキロベース)¹⁾を担っており、鉄鋼・石油・セメントなどの産業基幹物資に限れば約 8 割を輸送する、我が国の根幹を支えるものである。また、1 トンの貨物を 1km 運ぶ際の CO₂ 排出量は、トラックと比較して約 5 分の 1 であり、環境にやさしい輸送機関である。この環境負荷への配慮、トラック業界でのドライバー不足から、トラックでの輸送から船舶での輸送に切り替える、モーダルシフトの動きがすすんでおり、2008 年以降の輸送機関ごとの輸送活動シェアを見ると自動車が増加し、船舶が増加する傾向が続いている。

しかしながら、内航海運業界においては船員不足の問題が深刻化しつつあり、これにより運航ができなくなる船舶が生じ、経済面・環境面で日本社会全体に悪影響が及ぶことが懸念されている。官民による対策²⁾が検討されているものの、問題そのものの深刻度がどれ程のインパクトのあるものかを一定の根拠を基に論じたものは少ない。本研究は、内航海運における船員不足問題を放置した場合の社会全体の経済損失を推計し、対策を講じる際の判断材料の一助とすることを目的とするものである。

なお、内航海運とは広義には船舶による国内間の人と物の輸送を指すが、本研究においては狭義の内航海運、

すなわち船舶による国内間の物の輸送のみを対象とする。同様に、本研究における内航船は狭義の内航海運に供される船舶を指すものとする。

2. 既往研究

内航海運における船員不足問題を扱った先行研究として、松尾 (2016)³⁾は小型内航船に焦点を当て、より現実に近い分析をおこなっており、その中で船舶が小型であるほど経営収支が赤字となり、若年船員採用も困難となると指摘している。李 (2014)⁴⁾は船員養成支援制度について、韓国では海事高校の授業料に加え、教科書代や被服大等も国費から支給されること、海技士試験の受験に卒業後の乗船実習を必要としないことなどを挙げ、これと比較した日本の産官学の連携の弱さを課題としている。堀内 (2008)⁵⁾は内航海運業界の構造問題を挙げ、船主が適正な運賃収入を得られていない現状を指摘した上で、それが元々脆弱な船主経営を圧迫し船員の労働環境にも悪影響を与えているとしている。森 (2012)⁶⁾は外航や漁業 OB の流入や定年延長の形で船員不足問題が先送りされてきた現状を指摘している。また、業界の大半を占める零細船主の中には劣悪な労働環境となっているものも多く、そうした環境で働きたい若者がいないこ

とも船員不足の一因として挙げている。

これら研究では、内航海運における船員不足問題の分析結果として、問題の構造、要因、打開の方策が示されているが、船員不足の進行がどのような結果を生むのかを明らかにした上で、そのような事態を招かぬよう警鐘を鳴らす内容の研究は見受けられない。船員不足対策の費用対効果を検討する際に必要とされる情報、すなわち船員不足がもたらす影響を定量的に推計することに本研究の意義がある。

3. 推計の流れ

本研究では、船員不足が社会に与える影響として最終的に日本社会から失われる経済的価値の大きさをもって結論とする。そのため、4つのステップに分けて船員不足の影響を経済的価値に換算していく。すなわち、①将来における船員の不足数の推計、②船員不足により運航が途絶する船舶の隻数の推計、③船舶の運航途絶により輸送が途絶する貨物の重量の推計、④輸送途絶する貨物の経済的価値の推計である。以上4ステップで推計された輸送途絶する貨物の経済的価値を基に、産業連関分析によって最終的に失われる日本社会全体の付加価値を推計する。

4. 推計手法と結果

(1) 不足する船員数の推計

a) 概要

将来における船員の不足数の推計については、2007年に国土交通省海事局が行った推計手法⁷⁾に基づいて行う。将来における船員数の需要と供給を推計し、その差がマイナスになった時点で不足が生じるものとする、船員需要については図1のとおり、隻数の実績値から将来の隻数の予測値を推計し、隻数の実績値と船員数の実績値から隻数と船員数の相関式を求め、その相関式に隻数の予測値を当てはめることで算出する。船員供給については、船員数の実績値から年齢階層別の増減率を求め、それを最新の船員の年齢階層別人口に当てはめることで算出する。

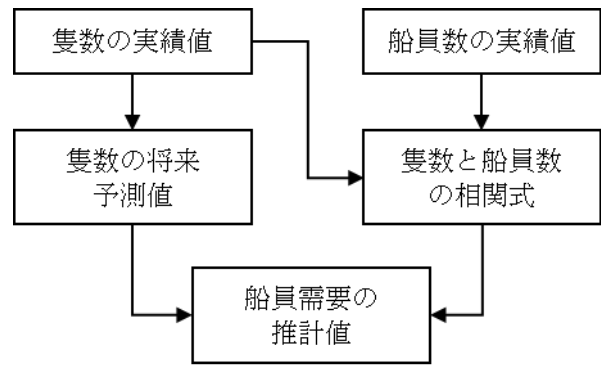


図1 船員需要の推計の流れ

b) 将来における船員需要の推計

図2は、一般社団法人日本船主協会⁸⁾、公益財団法人日本海事広報協会⁹⁾および内航ジャーナル株式会社¹⁰⁾のデータから抽出した2008～2017年の内航船の隻数の推移を回帰分析した結果をグラフに表したものである。この10年間における隻数の推移の近似式は $y = -366 \ln(x) + 5989.5$ と表される。決定係数 R^2 は、その式を用いた予測の信頼性を表すもので、一般に0.8以上の数値が出れば、その式の信頼性は十分に高いとみなせるものであるが、今回の式の決定係数 R^2 は0.9799となるため、この式を用いた将来の隻数予測の信頼性は非常に高いものといえる。この式により、内航船の隻数は2020年には5,051隻、2025年には4,932隻、2030年には4,842隻、2035年には4,770隻になることが推計された。

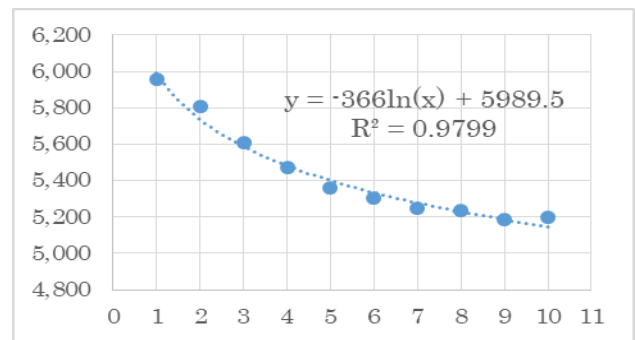


図2 内航船の隻数の推移

図3は、2006～2015年の10年間の隻数と船員数¹¹⁾の相関について分析した結果をグラフに表したものである。隻数と船員数の相関関係の近似式は $y = 2.4119x + 7318.9$ と表される。決定係数 R^2 は0.8694であり、十分な精度が得られていると考えられる。

先に得られた将来の隻数の予測値を、隻数と船員数の相関式に当てはめると、将来における船員需要が算出できる。これにより2020年に19,501人、2025年に19,213人、2030年に18,997人、2035年には18,823人の需要が存

在すると推計された。

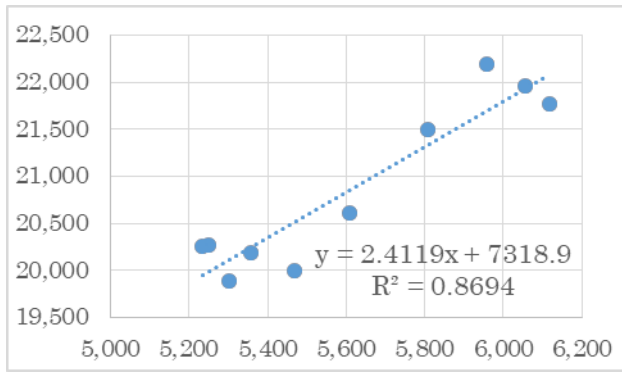


図 3 内航船の隻数と内航船員数の相関関係

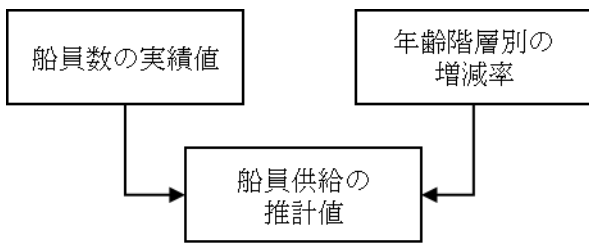


図 4 船員供給の推計の流れ

ホート分析におけるコーホート変化率法を用いて推計値の算出を行う。コーホート変化率法とは、各コーホート（同時期に出生した人の集団）について、過去における実績人口の動勢から「変化率」を求め、それに基づき将来人口を推計する方法である。例えば、ある時点で 21～25 歳のコーホートに所属する人は、その 5 年後には 26～30 歳のコーホートに移動するはずであるが、このときの移動に伴う人数の変化率を、将来にわたって適用して人数を推計する方法である。

図 5 は、2010 年と 2015 年における各年代の船員数の推移²⁾から変化率を算出し、それを 5 年毎に当てはめて将来の各年代の船員数を推計したものである。ただし、2010 年の 60 歳以上の船員の詳細な年齢階層別人口のデータが入手できなかったため、上表は 65 歳以上を最高年齢層として分析を行った結果である。2010 年から 2015 年の人数変化から読み取れることは、64 歳未満の全年齢層において減少した部分を 65 歳以上の高齢船員が埋めているということである。2010～2015 年は、漁業・外航海運 OB の流入や定年の延長などの形で内航海運における高齢船員の活用が顕著に進んだ時期である。分析結果は、この傾向は今後も続くものの、高齢船員だけでは穴埋めが間に合わなくなることを示唆している。

c) 将来における船員供給の推計

次に船員供給の将来予測を行う。これについてはコー

表 5 内航海運における船員の年齢階層別人口のコーホート分析結果

	2010 年	2015 年	変化率	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年
～19	330	196		196	196	196	196
20～24	2,041	1,422		1,422	1,422	1,422	1,422
25～29	1,484	1,271	62.3%	886	886	886	886
30～34	1,525	1,173	79.0%	1,005	700	700	700
35～39	1,958	1,326	86.9%	1,020	873	609	609
40～44	1,999	1,663	84.9%	1,126	866	742	517
45～49	2,577	1,977	98.9%	1,644	1,113	856	733
50～54	3,649	2,454	95.2%	1,883	1,566	1,060	815
55～59	3,813	3,387	92.8%	2,278	1,748	1,454	984
60～64	1,237	3,442	90.3%	3,057	2,056	1,578	1,312
65～		1,947	157.4%	5,419	4,813	3,237	2,484
合計	20,613	20,258		19,935	16,239	12,739	10,658

なお、コーホート分析の宿命として、最も若い年齢階層については分析できないという点は言及せねばならない。本研究では、近年の商船高等専門学校等の卒業生数が一定で推移していることや、若年船員養成施策を考慮して、19 歳未満、および 24 歳未満の層については今後も一定に推移するとの仮定の下で算出している。

これにより 2020 年に 19,935 人、2025 年に 16,239 人、2030 年に 12,739 人、2035 年に 10,658 人の供給が存在するものと推計された。

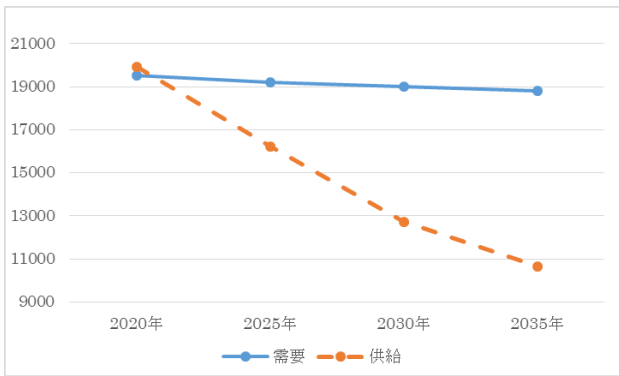


図 6 内航船員の不足数

図 6 は、先に得られた将来における船員の需要と供給の推計値から将来における船員不足数をグラフに示したものである。2020 年時点では船員不足は顕在化しないものの、遅くとも 2021 年には船員の需要と供給の逆転が生じ、船員不足が顕在化すると考えられる。不足する船員数は 2025 年に 2,974 人、2030 年に 6,258 人、2035 年に 8,165 人と推計された。

(2) 運航できなくなる船舶数の推計

ステップ 1 で推計された船員の不足数を基に、運航が途絶する船舶の隻数を推計していく。実際の手法は次のとおりである。すなわち、仮説に基づいて途絶する船舶を選定し、前述の船員不足数を 1 隻運航するのに必要となる船員数で除した数値を選定船種ごとに当てはめて、途絶する船舶数を推計するものである。

途絶する船舶の選定にあたっては「小型船から運航が途絶する」との仮定を置く。具体的には、まず総トン数 200GT 未満の船舶の運航途絶隻数を推計し、200GT 未満が全滅したら 500GT 未満の船舶の運航途絶隻数を推計する。これは、国土交通省海事局の指摘¹³⁾にもあるように、船員不足の影響を最も強く受けるのが小型船であると考えられるためである。その理由として、第一に安全最少定員や船内スペースの問題から新卒船員の採用がほぼ不可能であること、またそれにより大型船に比べて高齢化が激しいことが挙げられる。また第二に、小型船運航会社は経営基盤の脆弱な中小零細企業である場合が多いこと、小型船であるほど船員 1 人あたりの積荷の量が少ないため運航コストと運賃収入の収支バランスが赤字になりやすいことから、船員不足という経営に対するマイナス要因が運航途絶につながりやすいと考えられることが挙げられる。

表 7 研究対象となる船型別隻数の将来予測

船型	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年
100～199GT	501	427	366	315
200～499GT	1,220	1,187	1,161	1,139

表 7 は、2005 年から 2015 年の 10 年間の各船型別の隻数推移¹⁴⁾を回帰分析し、将来の各船型別の隻数予測を行った結果である。本研究では、一般社団法人日本海運集会所発行の船舶明細書¹⁵⁾に基づいて分析を行う。上表は、船舶明細書に記載があり、かつ積荷の種類が判別できる隻数の将来予測である。実際には、2016 年の実績値では 200GT 未満で 30.3%、500GT 未満で 16.8%の船舶が船舶明細書に記載されていないため、本研究の対象外となっていることには触れておく。しかし、これは一概に本研究の信頼性を損なうものではないと考える。なぜなら、水深等の制限により大型船が寄港できない港の存在や、運航頻度の確保等の問題から、本研究が対象とする小型船が完全に途絶することは現実には考えにくいことがその理由である。完全には途絶せず一部細々と残る船舶が、船舶明細書に記載されない船舶として示されるとすれば、その説明は充分につくものといえよう。

本研究では、上表の 200GT 未満の隻数を運航途絶させてなお余りある船員不足は同年の 500GT 未満の船舶を運航途絶させるものとする。

表 8 研究対象船舶の貨物分類ごとの隻数

分類	貨物例	200GT 未満	500GT 未満
石炭	石炭	8	13
砂利	砂、石材等	36	238
石灰石	石灰石	11	31
木材	木材、チップ	13	30
ソーダ	苛性ソーダ、塩酸等	35	41
無機化学	水酸化カリウム等	40	140
石油	白油、黒油	144	159
コークス	コークス	5	17
セメント	セメント	16	37
鋼材	鋼材	140	385
一般貨物	コンテナ、雑貨等	69	201
その他	作業船、台船等	5	6
合計		522	1,298

仮説を基に、船舶明細書から対象となる 200GT 未満の船舶を抽出すると、602 隻が対象となるが、積荷につ

いての記載がないものを除外して 522 隻を本研究の対象船舶とする。また、500GT 未満の船舶では積荷不明な 61 隻を除外した 1,298 隻が対象となる。この対象船舶について、今後のステップで参照する産業連関表の分類に従って、輸送する積荷ごとに 12 品目に分類したものが表 8 である。

表 9 研究対象船舶の貨物分類ごとの隻数比率

分類	200GT 未満		500GT 未満	
	隻数	構成比	隻数	構成比
石炭	8	1.8%	13	1.2%
砂利	36	8.0%	238	21.8%
石灰石	11	2.5%	31	2.8%
木材	13	2.9%	30	2.7%
ソーダ	35	7.8%	41	3.8%
無機化学	40	8.9%	140	12.8%
石油	144	32.1%	159	14.6%
コークス	5	1.1%	17	1.6%
セメント	16	3.6%	37	3.4%
鋼材	140	31.3%	385	35.3%
合計	448	100.0%	1,091	100.0%

この内、「一般貨物」と「その他」を除外する。「一般貨物」については、今後のステップで輸送品目ごとの重量と、その単価をもって途絶貨物の経済的価値を算出するにあたって、単価の算出が不可能であること、比較的重量の大きな貨物が多く、除外しても経済的影響が過大評価になる恐れが少ないことがその理由である。「その他」については、その内容が作業船や起重機船であることから、貨物輸送量への直接の影響がないと判断できることがその理由である。結果として、対象船舶は 10 品目、200GT 未満 448 隻、500GT 未満 1,091 隻に絞られる。その上で、各分類の構成比を算出したものが表 9 である。

絞り込まれた対象船舶のうち船舶明細書の「職員数」及び「部員数」の欄に記載のある船舶の船員数（「職員数」と「部員数」の合計値）の平均は 200GT 未満で 3.80 人、500GT 未満で 4.90 人であった。また、平成 28 年度内航タンカー船員実態調査報告書¹⁶⁾によると理想の予備員率は 43%、実際の予備員率は 35%であった。本研究では、この中間値を取って 39%を予備員率とする。これらの数値から、200GT 未満の船舶 1 隻を運航するのに必要な船員数は 5.28 人、500GT 未満は 1 隻あたり 6.81 人となる。ステップ 1 の船員需給予測の結果、2025 年に 2,974 人、2030 年に 6,258 人、2035 年に 8,165 人の不足が発生することが推計されている。これを 200GT 未満の対象船舶の必要船員数 5.28 で除することで、運航途絶する船舶数が算出できる。その結果、2025 年の時点で

表 10 貨物分類ごとの運航途絶隻数

分類	200GT 未満			500GT 未満		
	2025 年	2030 年	2035 年	2025 年	2030 年	2035 年
石炭	8	7	6	1	8	11
砂利	34	29	25	23	139	208
石灰石	10	9	8	3	18	27
木材	12	11	9	3	17	26
ソーダ	33	29	25	4	24	36
無機化学	38	33	28	14	81	123
石油	137	118	101	15	93	139
コークス	5	4	4	2	10	15
セメント	15	13	11	4	22	32
鋼材	133	114	98	37	224	337
合計	427	366	315	106	635	955

表 7 に示した隻数予測を超える隻数が途絶することが推計された。これは、2025 年以降は 200GT 未満が全滅し、500GT 未満の中でも運航停止する船舶が発生することを意味する。蛇足ではあるが、内航海運における主力船型である 499 型が属する 500GT 未満の分類で運航途絶する船舶が発生し、2035 年にほぼ全滅に追い込まれることは、内航海運にとって非常に重大な意味を持つという点はここで言及しておく。

上記を踏まえて、運航途絶する船舶数を前述の輸送品目ごとの構成比から算出した内訳と共に表したのが表 10 である。2025 年には合計 533 隻、2030 年には合計 1,001 隻、2035 年には 1,270 隻の船舶が運航できなくなることが推計された。

(3) 輸送できなくなる貨物量の推計

運航途絶する船舶の隻数から輸送途絶する貨物の重量を推計するにあたっての手法は次のとおりである。すなわち、品目ごとの年間輸送量と、各品目を輸送する船舶の載貨重量トン数の相関関係を算出し、対象船舶の載貨重量トン数から、輸送できなくなる貨物の重量を推計するものである。

平成 28 年度の内航船舶輸送統計調査の第 6 表小型鋼船及び木船コンテナ品目別トン階級別輸送量（営業用）¹⁷⁾によれば、各積荷の輸送量実績は表 11 に示すとおりであった。なお、第 6 表にある小型鋼船とは 20GT 以上 500GT 未満の鋼船を指し、またタイトルには「木船」とあるが、実際には平成 18 年以降、木船は 1 隻しかなく、小型鋼船に含めて公表されているため、本研究ではこの数値をそのまま用いて推計を行うものとする。また、化学製品についてはその詳細な内訳までは公表されていないため、ここではソーダ製品と無機化学製品については一つの分類に統合している。

表 11 貨物分類ごとの輸送重量実績

分類	重量
石炭	1,957,598
砂利	14,848,062
石灰石	5,024,045
木材	2,101,399
ソーダ	3,444,924
無機化学	
石油	875,893
コークス	2,050,562
セメント	1,094,511
鋼材	31,870,772
合計	63,267,766

表 12 輸送重量実績と DWT の関係

分類	重量	合計 DWT	1DWT あたり 輸送重量
石炭	1,957,598	17,956	109.02
砂利	14,848,062	267,824.4	55.44
石灰石	5,024,045	49,300.44	101.91
木材	2,101,399	43,570.92	48.23
ソーダ	3,444,924	243,652.2	14.14
無機化学			
石油	875,893	210,903	4.15
コークス	2,050,562	26,421	77.61
セメント	1,094,511	45,351.85	24.13
鋼材	31,870,772	666,762.6	47.80
合計	63,267,766	1,571,742	

載貨重量トン数(DWT)はその船がどれだけの貨物を積載可能か示す数値である。この DWT と輸送重量実績との関係を示したのが表 12 である。これにより、1DWT あたりの貨物輸送重量が示される。なお、輸送重量のデータが内航船舶輸送統計調査の最新版である平成 28 年(2016 年)版に基づいていることとの整合性を保つため、合計 DWT も 2016 年 6 月 30 日時点のデータである 2017 年版船舶明細書¹⁸⁾から 500GT 未満の 1,484 隻のデータを

抽出した。

2018 年版船舶明細書から分類ごとの研究対象船舶の平均 DWT を算出し、1DWT あたりの輸送重量を乗じることで 1 隻あたりの年間輸送重量を算出した結果が表 13 である。

表 13 研究対象船舶の平均 DWT と
1 隻あたりの年間輸送重量

分類	平均 DWT		年間輸送重量	
	200GT 未満	500GT 未満	200GT 未満	500GT 未満
石炭	604.13	1418.15	65863.21	154609.79
砂利	455.97	1201.32	25279.02	66600.62
石灰石	584.00	1434.16	59513.51	146150.51
木材	659.11	1258.53	31788.52	60698.14
ソーダ	448.32	840.19	6338.63	11879.20
無機化学	508.42	1078.81	7188.34	15252.95
石油	416.75	1048.24	1730.77	4353.38
コークス	703.33	1615.94	54586.45	125414.91
セメント	437.75	1279.97	10564.66	30890.38
鋼材	677.41	1482.20	32379.82	70848.14

表 14 輸送が途絶する貨物重量

分類	途絶貨物重量		
	2025 年	2030 年	2035 年
石炭	697,489	1,600,311	2,129,858
砂利	2,407,442	9,969,278	14,514,903
石灰石	1,064,155	3,171,830	4,426,190
木材	570,800	1,397,464	1,884,519
ソーダ	258,773	464,724	582,323
無機化学	481,529	1,477,790	2,071,393
石油	304,801	606,491	781,143
コークス	467,286	1,463,905	2,058,185
セメント	272,158	803,328	1,119,321
鋼材	6,970,832	19,579,335	27,063,731
合計	13,495,264	40,534,455	56,631,566

ステップ 2 において、2025 年に 533 隻、2030 年に 1,001 隻、2035 年に 1,270 隻の船舶の運航が途絶することが推計された。これによって輸送が途絶する貨物の重量を 1 隻あたりの輸送重量から求めた結果を示したものが表 14 である。これによって 2025 年には合計約 1,350 万 t、2030 年には合計約 4,050 万 t、2035 年には 5,650 万 t の貨物の輸送が途絶することが推計された。

(4) 減少する付加価値の推計

a) 輸送できなくなる貨物量の金額換算

輸送が途絶する貨物の重量を基に、その貨物の経済的価値を推計する。後述する、最終的な日本社会全体への経済的影響の推計には、産業連関分析の手法を用いる。同分析で使用する産業連関表において記録されている取引量の単位は貨幣単位、すなわち日本においては円の単位である。したがって、ステップ 3 で推計された輸送途絶する貨物の重量 (トン) を金額 (円) に換算する必要がある。この換算にあたっては、各貨物分類の中で代表的な品目の価格をその貨物分類全体の価格に置き換えて計算を行う。以下に貨物分類ごとの価格算出過程を示す。

・石炭

資源エネルギー庁 平成 28 年度エネルギーに関する年次報告 (エネルギー白書 2017) ¹⁹⁾によると、直近 10 年間 (2007~2016 年) の原料炭および一般炭の平均価格は 1t あたり 12,042 円であった。

・砂利

一般財団法人経済調査会の市況・価格推移 ²⁰⁾によると、2017 年の東京では、砕石が 1m³ あたり 4,200 円、砂が 1m³ あたり 4,850 円であった。国土交通省北陸地方整備局設計要領 ²¹⁾によると砕石の重量は 1m³ あたり 2.1t、砂の重量は 1m³ あたり 2.02t であった。これを当てはめると、砕石は 1t あたり 2,000 円、砂は 1t あたり 2,401 円となる。砂利に分類される対象船全体に占める石材運搬船の隻数比率は 23.53%、砂運搬船の比率は 76.47%であった。この比率にそれぞれの価格を乗じて砂利分類全体の単価を算出すると、1t あたり 2,307 円となる。

・石灰石

経済産業省生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編 (旧資源・エネルギー統計年報) ²²⁾の販売数量 (単位: t) と販売金額 (単位: 円) から 1t あたりの価格を計算すると、直近 10 年間 (2007~2016 年) の平均価格は 1t あたり 790 円であった。

・木材

林野庁 平成 26 年度森林・林業白書 ²³⁾によると、樹種別の木材生産量では杉が 56% と半数以上を占めることから、杉の価格を木材全体の価格として扱うこととする。農林水産省 木材統計調査 ²⁴⁾によると、直近 10 年間 (2007~2016 年) の杉の平均価格は 1m³ あたり 49,710

円であった。これを 1t あたりの価格に換算するために比重を用いる。一般財団法人日本木材総合情報センター ²⁵⁾によると、杉の比重は平均 0.38 である。これを基に算出される杉の 1t あたりの価格は 130,816 円となる。また、木材統計調査によると、直近 4 年間 (2013~2016 年) の木材チップの平均価格は 1t あたり 12,975 円であった。木材に分類される対象船全体に占めるチップ運搬船は 72.73%、木材運搬船は 27.27% であった。この比率にそれぞれの価格を乗じて木材分類全体の価格を算出すると、1t あたり 45,113 円となる。

・ソーダ

経済産業省生産動態統計年報 化学工業統計編 (旧化学工業統計年報) ²⁶⁾の販売数量 (単位: t) と販売金額 (単位: 円) から 1t あたりの価格を計算すると、直近 10 年間 (2008~2017 年) の苛性ソーダの平均価格は 1t あたり 45,269 円、塩酸の平均価格は 1t あたり 14,085 円、硝酸の平均価格は 1t あたり 42,978 円であった。3 品目の比率にそれぞれの価格を乗じて算出されるソーダ分類全体の単価は 1t あたり 35,992 円となる。

・無機化学

経済産業省生産動態統計年報 化学工業統計編 (旧化学工業統計年報) の販売数量 (単位: t) と販売金額 (単位: 円) から 1t あたりの価格を計算すると、直近 10 年間 (2008~2017 年) の硫酸の平均価格は 1t あたり 6,305 円、水酸化カリウムの平均価格は 1t あたり 184,594 円であった。2 品目の比率にそれぞれの価格を乗じて算出される無機化学分類全体の単価は 1t あたり 46,825 円となる。無機化学分類のうち 55.0% が左記 2 品目で占められていることから、この 2 品目の価格を無機化学分類全体の価格に置き換えることとする。

・石油

資源エネルギー庁 石油製品価格調査 ²⁷⁾によると、直近 10 年間 (2008~2017 年) の平均価格は A 重油が 10 あたり 68.2 円、軽油が 10 あたり 100.1 円であった。これを 1t あたりの価格に換算するために比重を用いる。国土交通省海事局 ²⁸⁾によれば A 重油の比重は 0.8684 であり、地方税法 144 条 1 項 1 号 ²⁹⁾によれば軽油の比重は 0.8017~0.8762 と定義されている、軽油の比重については定義された幅の中間値 (0.83895) をとることとして計算すると、A 重油は 1t あたり 78,536 円、軽油は 1t あたり 119,299 円となる。石油業界では、燃料油の中でもガソリン・ナフサ・灯油・軽油などを「白油」、重油などを「黒油」と分類して呼称するが、船舶明細書もこれに倣った記載がされている。本研究では、軽油の価格を白油の価格として、A 重油の価格を黒油の価格としてそれぞれ扱うこととする。石油に分類される対象船全体に占める白油を貨物とする船の DWT 比率は 59.72%、黒油を貨物とする船の DWT 比率は 40.28% であった。この比率

にそれぞれの価格を乗じて石油分類全体の単価を算出すると、1tあたり 94,239 円となる。

・コークス

経済産業省生産動態統計年報 資源・窯業・建材統計編（旧資源・エネルギー統計年報）によると、コークスの直近 10 年間（2008～2017 年）のコークスの平均価格は 1t あたり 27,129 円であった。

・セメント

一般財団法人建設物価調査会の主要資材価格・市場単価推移表³⁰⁾によれば、直近 10 年間（2008～2017 年）の普通ポルトランドセメントの価格は全国平均で 1t あたり 10,352 円であった。一般社団法人セメント協会³¹⁾によると、直近 10 年間（2007～2016 年）の国内生産の 69.2%が普通ポルトランドセメントである。このことから、本研究では普通ポルトランドセメントの価格をセメント全体の価格に置き換えて今後の計算を行うこととする。

・鋼材

一般財団法人建設物価調査会の主要資材価格・市場単価推移表によると直近 10 年間（2008～2017 年）の異形棒鋼の平均価格は 1t あたり 63,054 円、H 形鋼の平均価格は 1t あたり 78,602 円であった。船舶明細書の積荷欄では、単に「鋼材」とされているものがほとんど（200GT 未満では 143 隻中 127 隻）であり、それ以上に子細な分類が不明であるため、本研究では異形棒鋼と H 形鋼の平均価格 70,828 円を鋼材全体の価格として扱うこととする。

表 15 貨物分類ごとの単価と輸送途絶する貨物の経済的価値

分類	1t の価格	輸送途絶貨物の経済的価値 (単位：百万円)		
		2025 年	2030 年	2035 年
石炭	12,042	8,399	19,271	25,647
砂利	2,307	5,553	22,996	33,481
石灰石	790	841	2,506	3,497
木材	45,113	25,751	63,044	85,017
ソーダ	35,992	9,314	16,726	20,959
無機化学	46,825	22,548	69,197	96,993
石油	94,239	28,724	57,155	73,614
コークス	27,129	12,677	39,715	55,837
セメント	10,352	2,817	8,316	11,587
鋼材	70,828	493,731	1,386,768	1,916,873
合計		610,355	1,685,694	2,323,506

ここまでで算出した各分類の 1t あたりの価格を、ステップ 3 で推計した各分類の輸送途絶重量に乗じることによって、重量から金額への換算を行った結果をまとめたもの

が表 15 である。これにより 2025 年には合計約 6,100 億円分、2030 年には合計約 1 兆 6,800 億円分、2035 年には 2 兆 3,200 億円分の貨物が途絶することが推計された。

b) 経済的影響と考察

ステップ 1～4 において、船員不足がどれだけの貨物輸送途絶をもたらすかを金額ベースで推計した。これによる経済的影響の推計には、前述のとおり産業連関分析の手法を用いる。産業連関分析とは、産業連関表を用いた分析手法である。産業連関表とは、その国あるいは地域における経済活動を域内で生産される商品の投入構造と需要構造（産出構造）の両面からとらえ、生産部門間の相互依存の姿を体系的に記述するものである。本研究では、輸送が途絶する分の貨物については生産がストップするものと仮定し（船で輸送できなくなる分を他の輸送機関での輸送に切り替えることはしないと考える）、この生産のマイナスが他の産業にどれだけの影響を及ぼすか、を産業連関分析によって定量化を図る。

産業連関分析に使用される産業連関表³²⁾のうち基本取引表では、ある産業 A の生産額について、他の産業から原材料等がどれだけ投入されたかを示す「中間投入」と、その産業 A で雇用者の賃金や企業の利潤などがどれだけ発生したかを示す「粗付加価値」の合計であらわされる。この粗付加価値を生産額で除することでその産業の付加価値率が算出できる。また、産業連関表のうち逆行列係数表では、産業 A で最終需要が 1 単位生じた場合に、その需要をまかなうために他の産業で何単位の生産が誘発されるかの係数が示されている。本研究では、ある産業の生産の減少によって、相互依存関係にある他の産業において発生する付加価値がどれだけ減少するかを上記の付加価値率、逆行列係数表を用いて算出する。

表 16 各分類の貨物輸送途絶がもたらす日本社会全体の生産減少

分類	生産減少額 (単位：百万円)		
	2025 年	2030 年	2035 年
石炭	14,779	33,909	45,129
砂利	12,590	52,135	75,906
石灰石	1,755	5,232	7,301
木材	49,443	121,049	163,238
ソーダ	21,121	37,930	47,528
無機化学	46,386	142,358	199,540
石油	32,370	64,411	82,959
コークス	17,892	56,050	78,804
セメント	5,631	16,622	23,160
鋼材	1,363,830	3,830,660	5,294,969
合計	1,565,798	4,360,356	6,018,536

表 16 に、各分類の貨物の輸送途絶が日本の全 190 部門の産業に与える生産減少額を示す。これにより、2025 年には合計約 1 兆 5,600 億円、2030 年には合計約 4 兆 3,600 億円、2035 年には合計約 6 兆円の生産減少が発生することが推計された。この生産減少額に前述の付加価値率を乗じることで、付加価値の減少額が算出できる。

表 17 各分類の貨物輸送途絶がもたらす
日本社会全体の付加価値減少

分類	付加価値減少額 (単位：百万円)		
	2025 年	2030 年	2035 年
石炭	7,684	17,631	23,465
砂利	4,480	18,553	27,013
石灰石	696	2,075	2,896
木材	20,257	49,593	66,878
ソーダ	6,994	12,560	15,738
無機化学	16,659	51,125	71,661
石油	8,225	16,366	21,079
コークス	3,663	11,477	16,135
セメント	2,414	7,125	9,928
鋼材	291,790	819,565	1,132,851
合計	362,862	1,006,070	1,387,645

表 17 に、各分類の貨物輸送途絶によって、日本社会全体からどれだけの付加価値が失われるかを示す。これにより、2025 年には合計約 3,600 億円、2030 年には合計約 1 兆円、2035 年には合計約 1 兆 4,000 億円の付加価値が減少すると推計された。

5. 結論

付加価値とは企業の営業利益や従業員の給与など、企業の売り上げのうちで自社の経営資源によって生み出された部分と定義できる。また、国内総生産(GDP)は国内で一定期間内に生産されたモノやサービスの付加価値の合計額と定義される。つまり、本研究によって明らかとなる付加価値の減少は日本の GDP の減少であると言い換えられる。内閣府³⁾によれば、2016 年の日本の GDP は約 524 兆円であり、内航における船員不足により、2030 年にはこのうちの約 0.26%が失われる計算となる。見た目の数値は小さいものの、一般的に GDP が減少することで、企業の収益が減少し、従業員の給与が引き下げられ（または人員削減で失業者が増加し）、家計消費が減少することで、企業の収益がさらに悪化するという悪循環に陥る恐れが考えられる。また、労働力人口が 2030 年までに約 1,050 万人減少することで、GDP に 1.5%の減少がもたらされるとの試算³⁾がある。これを単純に人数で除して比較すると、船員が 1 人不足するこ

とで GDP に与える影響は、労働力人口が 1 人減少することで GDP に与える影響の約 297 倍の大きさである。

本研究は、船員不足問題に何も対策をとらず、問題がこのまま進行した場合のシミュレーションである。ここから導かれる結論は、1 兆円超の付加価値減少を防ぐための対策にコストをかけることには十分な価値があるという点である。言い換えれば、船員不足問題の解消は 1 兆円超の価値を持つということに他ならない。内航海運を取り巻く状況は決して順風満帆といえるものではなく、船員不足問題の解消は一朝一夕になせるものでもない。多少のコストをかけてでも、早急な対策検討が官民に求められるところである。

参考文献

- 1) 国土交通省海事局：船員の安定的・効果的な確保・育成に向けた具体的施策について、2017。
- 2) 日本内航海運組合総連合会：内航海運の活動、2016。
- 3) 松尾俊彦：小型内航船の課題と内航海運業界の構造問題、2016。
- 4) 李志明：内航海運事業と新規船員育成に関する日本と韓国の比較、2014。
- 5) 堀内重人：内航海運業界におけるコンテナ船の現状とモーダルシフトへの課題、2008。
- 6) 森隆行：内航海運における船員問題の所在とその解決策についての考察、2012。
- 7) 国土交通省海事局：船員の確保・育成に関する検討会 第 2 回内航部会議事次第、2011。
- 8) 日本船主協会：鋼船の船種別船腹構成の推移、2017
- 9) 日本海事広報協会：SHIPPING NOW 2017-2018 データ編、2017
- 10) 内航ジャーナル：2018 年版内航データ集、2018
- 11) 日本内航海運組合総連合会：<http://www.naikokaiun.or.jp/union/union09.html>
- 12) 国土交通省：平成 22 年度船員需給総合調査、2010
- 13) 国土交通省：内航・外航船員の確保・育成、2013
- 14) 日本船主協会：内航船の船型別船腹構成の推移、2017
- 15) 日本海運集会所：船舶明細書 2018 年版、2018
- 16) 全国内航タンカー海運組合：平成 28 年度内航タンカー船員実態調査報告書、2017
- 17) 国土交通省：平成 28 年度内航船舶輸送統計年報、2017
- 18) 日本海運集会所：船舶明細書 2017 年版、2017
- 19) 資源エネルギー庁：平成 28 年度エネルギーに関する年次報告書、2017
- 20) 経済調査会：積算資料 2018 年 3 月版、2018
- 21) 国土交通省北陸地方整備局：設計要領（共通編）、2011
- 22) 経済産業省：生産動態統計年報（資源・窯業・建材統計編）
- 23) 林野庁：平成 26 年度森林・林業白書 国産材・樹種別生産量、2015
- 24) 農林水産省：木材統計調査 木材需給報告書
- 25) 日本木材総合情報センター：http://jawic-orip.check-xxserver.jp/woods/sch_j.php

- 26) 経済産業省：生産動態統計年報（化学工業統計編）
- 27) 資源エネルギー庁：石油製品価格調査（結果詳細版）
- 28) 国土交通省海事局：事務連絡 平成 23 年中の特定油受取量の報告について, 2012
- 29) 地方税法 144 条 1 項 1 号（用語の意義）
- 30) 建設物価調査会：主要資材価格・市場単価推移表, 2017
- 31) セメント協会：セメント需給実績 都道府県別種類別販売高
- 32) 総務省：平成 23 年産業連関表, 2015
- 33) 内閣府：平成 28 年度国民経済計算年次推計, 2017
- 34) みずほ総合研究所：みずほ政策インサイト 人口変動が日本経済に与える影響を再考する, 2007

Estimation of Seafarer Shortage in the Coastal Shipping and its Economic Impact in Japan

Yoshiaki Ando, Kazuhiko Ishiguro

Coastal shipping is one of the most important modes and is taking more than 44% of domestic freight transport activity in Japan. The coastal shipping industry has been suffering from excess-supply and low freight rate, however the situation will be changed. The industry is facing a supply constraint caused by seafarer shortage. This is also a serious problem. An objective of this research is to estimate negative economic impacts of moorings due to seafarer shortage. We divide estimation process into four steps and try to convert the influence of seafarer shortage into economic value as follows; (1) to estimate how many seafarers will be short, (2) to estimate how many ships will be unable to operate due to the seafarer shortage, (3) to estimate how much cargo transportation will be forced to abort due to the ship shortage, and (4) to estimate how much economic value will be lost due to supply shortage of coastal transportation. The feature of this research is calculating negative impacts on GDP under several scenarios to discuss policies to solve the seafarer shortage problem.