

かごしま丸における発電機関使用台数と 燃料消費量の検討

内山正樹ら：かごしま丸の発電機関台数と燃料消費量

内山正樹,^{1*} 善福 忍,¹ 東 隆文,¹ 有田洋一,¹ 牧野文洋,¹
武田篤史,¹ 那須佳奈子,¹

Study of the relation between the number of generator engines used and fuel consumption in Kagoshima Maru

Masaki Uchiyama^{1*}, Shinobu Zenfuku¹, Takafumi Azuma¹, Yoichi Arita¹,
Fumihiko Makino¹, Atushi Takeda¹ and Kanako Nasu¹

Key words: Kagoshima Maru, generator engines, fuel consumption

Abstract

The number of generator engines used and their relation to fuel consumption were examined from April to September, 2014, in the Training Ship Kagoshima Maru.

The mean values of fuel consumption per hour were 129 liters for one, 243 liters for two and 385 liters for three generator engines. The fuel consumption increased in proportion to the number of generator engines used.

Two generator engines were usually used between April, 2012 and March 2014. If the navigation plan is made for this speed, the fuel consumption can be reduced because the speed of 7 knots can be obtained by using one generator engine.

昭和56年10月に竣工した鹿児島大学水産学部附属練習船第3代かごしま丸は全長69.3m、幅12.6m、総トン数1297トン（国際トン数1539トン）のディーゼル主機関1機による4翼可変ピッチプロペラ推進器を採用していた。その後30年経過し、平成24年3月に第4代かごしま丸が竣工した。新かごしま丸は全長66.9m、幅12.1m、総トン数935トン（国際トン数1284トン）と旧かごしま丸に比べ一回り小さくなったが、4機の発

電機関及び発電機と2機の電動式全旋回推進機(Plate 1.)に4翼可変ピッチプロペラを採用することにより格段の運動性能と静粛性及び低振動性を得ることができた。

しかしながら、第3代かごしま丸交代前3年間で第4代かごしま丸竣工後2年間における平均航走距離（航海報告（かごしま丸甲板部記録））と平均燃料使用量（年度別油類消費明細（かごしま丸機関部記録））を比較したところ運航距離が約900マイル増えたこともあるが、

1 鹿児島大学水産学部附属練習船かごしま丸(Training Ship Kagoshima Maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056, Japan)

*Corresponding Author, Email: uchiyama@fish.kagoshima-u.ac.jp

Table 1. Comparison table of Training Ship Kagoshima Maru III and IV.

	Fiscal year	Sailing distance (mile)	Fuel consumption (kℓ)	Fuel cost (mile/kℓ)	Average fuel unit price of year (yen)
Kagoshima Maru II	2009	14144	385.260	37	56.70
	2010	16288	398.210	41	63.13
	2011	14144	396.150	36	78.93
Kagoshima Maru III	2012	16004	531.706	30	80.46
	2013	15529	573.904	27	84.79

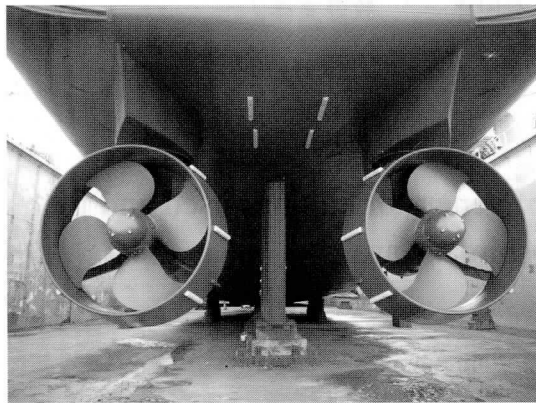


Plate 1. Azimuth thruster propulsion units. NIGATA POWER SYSTEM 4blades controllible-pitch propeller with kort nozzle, 2.

第4代かごしま丸の消費量が年間150kℓ以上増加している (Table 1.)。この5年間に於いて燃料油価格が上昇したこともあり、練習船運航費に占める燃料費の割合も増加している。第4代かごしま丸では船内電力使用量に合わせ保有する4台の発電機は適宜使用台数を変えることが可能なため、その使用台数やプロペラ回転数そしてプロペラピッチ角の変更が燃料消費量に与える影響を調べた。

方 法

船舶の運航時における燃料消費量を検討する場合、通常航海時間当たりの燃料消費量を用いるため¹⁾、かごしま丸の平成26年4月から9月の航海で、通常航走中の各当直 (0時～4時, 4時～8時, 8時～12時, 12時～16時, 16時～20時, 20時～0時) における発電機使用台数・プロペラ回転速度・プロペラピッチ・燃料消費量の記録と共に気象海象状況を参考とするため、波高・風向・風力階級・針路・船速も記録した。これらより燃料消費量が少なくなる運航条件を検討したが、当直途中に発電機台数やプロペラピッチを変更したものは除いた。

波高はマイクロ波式波高計 ((株) 鶴見精機マイクロ

波式波高計) の1/3有義波高, 風向及び風速は10分間平均を気象観測装置 ((株) 日本エレクトリック・インスルメント風向・風速発信器N363D型) で, 船速は4時間の航走距離からの平均速力, 燃料消費量は4台の発電機に繋がる各燃料パイプに接続してある流量計の4時間累積積算流量 (ℓ) (OVAL フローベット LS4976-460A) の値である。

結 果

トカラ海域潮流観測航海 (Fig.1.), 漁業乗船実習 I (Fig.2.), 漁獲物船上処理乗船実習 (Fig.3.), 海洋観測乗船実習 I (Fig.4.), 公海域水産乗船実習 (Fig.5.) の5実習航海で燃料消費量の計測結果を検討した。各航海4時間の1当直を1データとして, 5航海で136組のデータを取得した。

これを各航海及び実習海域ごとに発電機台数とプロペラ回転速度そして, プロペラピッチの違いによる1時間当たりの平均燃料使用量 (以降, 燃料消費量とする) をその時の気象海象および針路速力と共にまとめたものが Table 2-1. ～ 2-4. である。船速は波浪, 風力, 潮流の影響

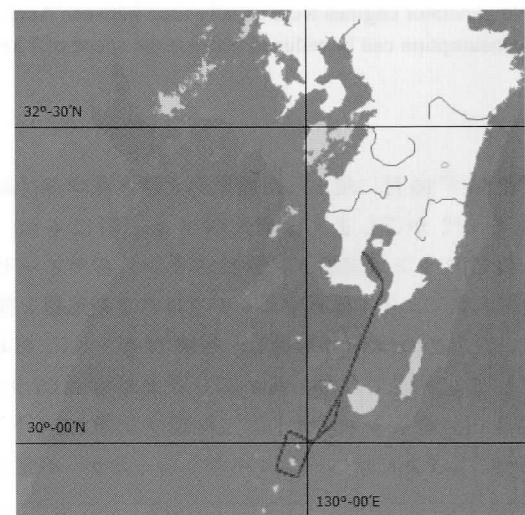


Fig. 1. Cruise track of Training Ship Kagoshima Maru during April 15 ~ 17, 2014. Investigation of Current off Kuchino Shima

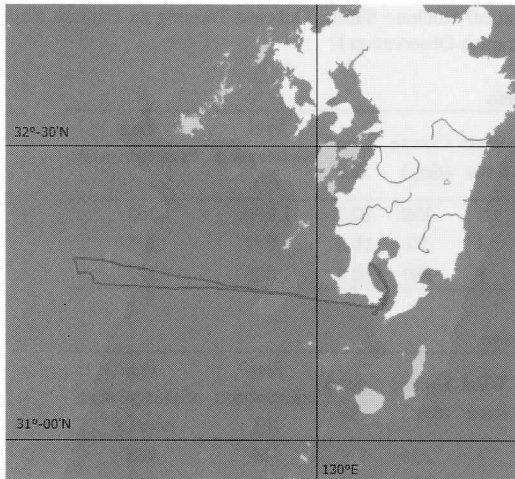


Fig. 2. Cruise track of Training Ship Kagoshima Maru during May 9 ~ 14, 2014. Onboard Training on Capture Fishery I

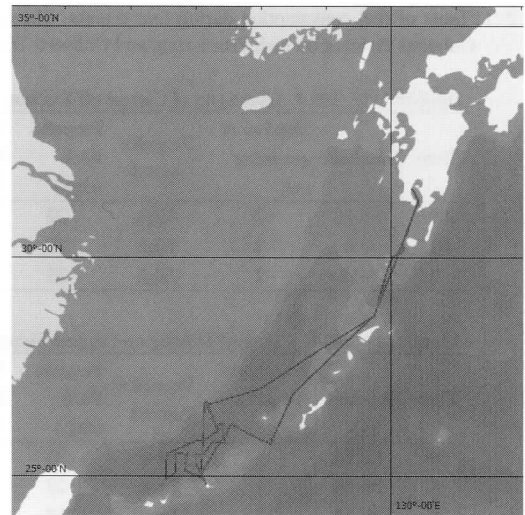


Fig. 4. Cruise track of Training Ship Kagoshima Maru during June 7 ~ 22, 2014. Onboard Training on Oceanographic Observation I

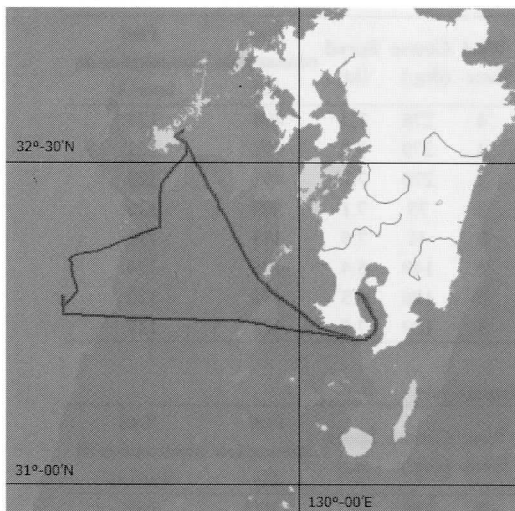


Fig. 3. Cruise track of Training Ship Kagoshima Maru during May 23 ~ 29, 2014. Onboard Training on Fish Processing

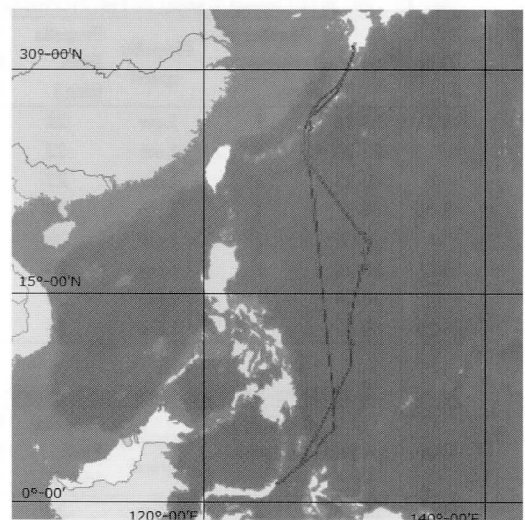


Fig. 5. Cruise track of Training Ship Kagoshima Maru during Aug. 18 ~ Sept. 25, 2014. Fisheries Research in Ocean Zone

響を受け増減するが、今回は単位時間当たりの燃料消費量について検討するため、航行状況の参考としているだけである。

また、荒天時には造波抵抗、渦抵抗、空気抵抗が増加するが、そのほとんどは造波抵抗であるため^{1,2)}波高が燃料消費量に大きな影響を及ぼすと考え、発電機関台数と波高ごと（1m以下、1mを超え2m以下、2mを超え3m以下、3mを超え4m以下）にその時のプロペラピッチと燃料消費量をFig. 6.に示す。

1. 発電機関1台・プロペラ低速回転

波高1m以下の海況ではプロペラピッチ19°~23°で航走し、燃料消費量の最小値111ℓ最大値138ℓで燃料消費量の差は27ℓとなった。波高1mを超え2m以下ではプ

ロペラピッチ18°~21°で航走し、燃料消費量の最小値118ℓ最大値139ℓで燃料消費量の差は21ℓとなった。波高2mを超え3m以下ではプロペラピッチ18°~20°で航走し、燃料消費量の最小値117ℓ最大値150ℓで燃料消費量の差は33ℓとなった。波高3mを超えたのは1データ(3.6m)のみでプロペラピッチ20°で航走し燃料消費量は122ℓであった。

発電機関1台使用でのデータ数は79個あり燃料消費量の最小値はプロペラピッチ20°波高0.5mで111ℓ、最大値はプロペラピッチ18°波高3mで150ℓとなり、燃料消費量の平均は129ℓとなった。

2. 発電機関2台・プロペラ高速回転

波高1m以下の海況ではプロペラピッチ17°~25°で航

Table 2-1. Table of fuel consumption during four cruises, (Investigation of Current off Kuchino Shima, Onboard Training on Capture Fishery I, Onboard Training on Fish Processing, and Onboard Training on Oceanographic Observation I)

April 15~17, 2014 Investigate of Current off Kuchino Shima, Tokara Gunto											
Date	Time zone	Number of generator eng.	Propeller speed	Propella Pitch (deg.)	Wave height (m)	Wind direction	Wind force	Course (deg.)	Speed (kt)	Fuel consumption (ℓ)	Fuel consumption an hour (ℓ)
4/15	12-16	2	High	20	0.3	SW	2	208	10.3	1,050	263
4/17	4-8	2	High	20	0.3	ENE	2	20	10.2	1,077	269
//	8-12	2	High	25	0.3	SSW	1	350	10.5	1,088	272
May 9~14, 2014 Onboard Training on Capture Fishery I, West of Kyusyu											
Date	Time zone	Number of generator eng.	Propeller speed	Propella Pitch (deg.)	Wave height (m)	Wind direction	Wind force	Course (deg.)	Speed (kt)	Fuel consumption (ℓ)	Fuel consumption an hour (ℓ)
5/9	12-16	1	Low	23	0.3	NW	4	284	7.8	540	135
//	16-20	1	Low	23	0.3	North	4	275	7.8	550	138
//	20-24	1	Low	23	0.5	NNE	3	281	8.0	539	135
5/10	0-4	1	Low	23	0.5	NNE	4	279	7.8	526	132
//	4-8	1	Low	23	0.5	East	3	272	7.8	538	135
May 23~29, 2014 Onboard Training on Fish Processing, West of Kyusyu											
Date	Time zone	Number of generator eng.	Propeller speed	Propella Pitch (deg.)	Wave height (m)	Wind direction	Wind force	Course (deg.)	Speed (kt)	Fuel consumption (ℓ)	Fuel consumption an hour (ℓ)
5/23	12-16	1	Low	22	0.3	SE	4	276	7.2	494	124
//	16-20	1	Low	22	0.5	SE	4	279	7.6	492	123
//	20-24	1	Low	22	0.3	East	2	270	7.2	491	123
5/25	4-8	1	Low	20	0.5	SSE	3	75	7.1	504	126
//	8-12	1	Low	20	0.5	South	3	41	7.5	445	111
5/28	16-20	1	Low	20	0.5	South	4	149	6.4	496	124
//	20-24	1	Low	20	0.5	SW	3	126	6.5	478	120
5/29	0-4	1	Low	20	0.5	West	3	109	7.5	468	117
June 7~22, 2014 Onboard Training on Oceanographic Observation I, Nansei Syoto											
Date	Time zone	Number of generator eng.	Propeller speed	Propella Pitch (deg.)	Wave height (m)	Wind direction	Wind force	Course (deg.)	Speed (kt)	Fuel consumption (ℓ)	Fuel consumption an hour (ℓ)
6/7	12-16	2	High	20	0.3	WNW	3	196	10.7	1,072	268
//	16-20	2	High	20	0.5	NW	3	206	10.2	1,062	266
6/8	12-16	2	High	19	0.3	NE	3	200	10.4	1,063	266
//	16-20	2	High	19	0.3	East	2	203	9.5	997	249
//	20-24	2	High	19	0.3	SE	2	230	10.4	987	247
6/9	0-4	2	High	19	0.3	East	3	223	11.5	984	246
//	4-8	2	High	19	0.3	East	4	224	11.0	991	248
//	8-12	2	High	19	0.5	East	5	210	9.6	1,004	251
//	12-16	2	High	19	0.3	SSE	3	202	9.7	1,025	256
6/20	8-12	2	High	17	0.5	SSW	3	78	10.5	946	237
//	12-16	2	High	17	0.5	South	4	35	9.9	939	235
//	16-20	2	High	18	0.5	SW	4	59	9.2	952	238
//	20-24	2	High	18	0.5	SSW	4	65	9.3	1,006	252
6/21	0-4	2	High	18	1.5	SSW	5	54	9.4	1,005	251
//	4-8	2	High	18	1.5	SW	5	54	10.1	1,007	252
//	8-12	2	High	18	2.0	SW	6	14	9.6	1,009	252
//	12-16	2	High	18	2.0	SW	5	9	9.1	1,010	253
//	16-20	2	High	18	2.0	SW	4	13	7.4	1,019	255

Table 2-2. Table of fuel consumption during Fisheries Research in Ocean Zone (Kagoshima ~ F.G., F.G. (Change of location))

August 18~23, 2014 Fisheries Research in Ocean Zone(Kagoshima~F.G.), Northwest of Pacific Ocean

Date	Time zone	Number of generator eng.	Propeller speed	Propella Pitch (deg.)	Wave height (m)	Wind direction	Wind force	Course (deg.)	Speed (kt)	Fuel consumption (ℓ)	Fuel consumption an hour (ℓ)
8/18	16-20	1	Low	20	1.5	SE	4	220	7.0	522	131
//	20-24	1	Low	20	1.5	SSW	2	205	6.0	521	130
8/19	0-4	1	Low	20	1.5	SSE	5	217	5.5	514	129
//	4-8	1	Low	20	1.5	SSE	5	220	6.3	521	130
//	8-12	1	Low	20	1.5	South	5	206	6.1	529	132
//	12-16	1	Low	20	1.5	South	5	201	6.1	526	132
//	20-24	1	Low	21	1.5	South	3	226	7.0	534	134
8/20	0-4	1	Low	21	1.5	South	4	220	6.9	529	132
//	4-8	1	Low	21	1.5	SSE	4	230	7.4	535	134
//	8-12	1	Low	21	1.0	SSE	5	220	7.6	544	136
//	12-16	1	Low	21	1.0	SSE	5	224	6.9	545	136
//	16-20	1	Low	21	1.0	SSW	4	208	6.8	547	137
//	20-24	1	Low	21	1.0	South	4	207	7.2	537	134
8/21	0-4	1	Low	21	1.0	South	3	185	7.5	538	135
//	4-8	1	Low	21	1.0	SSW	2	181	7.3	530	133
//	8-12	1	Low	21	1.0	NNE	3	177	7.3	529	132
//	16-20	2	High	20	1.0	ENE	4	144	10.1	1,123	281
//	20-24	2	High	20	1.0	East	4	140	10.1	1,134	284
8/22	0-4	2	High	20	1.0	ENE	3	141	10.1	1,121	280
//	4-8	2	High	20	0.5	ENE	3	142	10.0	1,125	281
//	8-12	2	High	20	0.5	East	3	150	9.9	1,129	282
//	12-16	2	High	20	0.5	SE	4	148	10.0	1,128	282
//	16-20	2	High	20	0.5	East	3	140	10.0	1,131	283
//	20-24	2	High	20	0.5	ESE	2	139	10.2	1,118	280
8/23	0-4	2	High	20	0.5	SE	1	143	10.2	1,105	276

August 27~28, 2014 Fisheries Research in Ocean Zone(Chang of location), Northwest of Pacific Ocean

Date	Time zone	Number of generator eng.	Propeller speed	Propella Pitch (deg.)	Wave height (m)	Wind direction	Wind force	Course (deg.)	Speed (kt)	Fuel consumption (ℓ)	Fuel consumption an hour (ℓ)
8/27	0-4	1	Low	20	0.5	NE	4	182	6.9	504	126
//	4-8	1	Low	20	0.5	NE	3	191	7.2	512	128
//	8-12	1	Low	20	0.5	NE	3	188	7.0	518	130
//	12-16	1	Low	20	0.5	NNE	3	189	6.6	518	130
//	16-20	1	Low	20	0.5	NE	2	193	6.2	515	129
//	20-24	1	Low	20	0.5	NE	3	191	6.2	511	128
8/28	0-4	1	Low	20	0.5	NE	2	196	6.2	501	125

走し、燃料消費量の最小値235ℓ 最大値284ℓ で燃料消費量の差は49ℓ となった。波高1 m 超え2 m 以下ではプロペラピッチ18°~21°で航走し、燃料消費量の最小値251ℓ 最大値298ℓ で燃料消費量の差は47ℓ となった。波高2 m 超え3 m 以下ではプロペラピッチ17°~20°で航走し、燃料消費量の最小値244ℓ 最大値298ℓ で燃料消費量の差は54ℓ となった。

発電機関2台使用でのデータ数は53個あり燃料消費量の最小値はプロペラピッチ17°波高0.5 m で235ℓ、最

大値はプロペラピッチ19°波高3 m で298ℓ となった。また燃料消費量の平均は243ℓ となり、この値は発電機関1台・プロペラ低速回転の燃料消費量平均の約2倍となる。

3. 発電機関3台・プロペラ高速回転

波高1 m 超え2 m 以下の海況でプロペラピッチ24°で航走し、燃料消費量の最小値375ℓ 最大値399ℓ で燃料消費量の差は24ℓ となった。

発電機関3台使用でのデータ数は入港時間調整のため

Table 2-3. Table of fuel consumption during Fisheries Research in Ocean Zone (F.G. ~ Bitung)

August 31~September 6, 2014 Fisheries Research in Ocean Zone(F.G.~Bitung), Northwest of Pacific Ocean											
Date	Time zone	Number of generator eng.	Propeller speed	Propella Pitch (deg.)	Wave height (m)	Wind direction	Wind force	Course (deg.)	Speed (kt)	Fuel consumption (ℓ)	Fuel consumption an hour (ℓ)
8/31	20-24	1	Low	20	1.5	NW	3	169	6.7	509	127
9/1	0-4	1	Low	20	1.5	West	4	173	6.8	508	127
	4-8	1	Low	20	1.5	West	3	206	6.5	524	131
	8-12	1	Low	20	1.5	NW	4	215	6.7	557	139
	20-24	2	Heigh	18	2.0	WSW	4	209	8.9	1,022	256
9/2	0-4	2	Heigh	18	2.0	West	4	208	8.6	1,027	257
	16-20	1	Low	18	2.5	SSW	6	208	4.5	531	133
	*20-24	1	Low	18	2.5	SSW	6	214	4.0	594	132
9/3	0-4	1	Low	18	3.0	SW	6	217	3.1	529	132
	4-8	1	Low	18	3.0	SSW	6	215	3.6	538	135
	8-12	1	Low	18	3.0	SSW	5	215	3.9	538	135
	12-16	1	Low	18	3.0	SSW	6	212	3.9	530	133
	16-20	1	Low	18	3.0	SSW	6	217	3.8	535	134
	20-24	1	Low	18	3.0	SSW	6	215	3.7	601	150
9/4	0-4	1	Low	18	3.0	SSW	6	215	3.5	531	133
	4-8	1	Low	18	3.0	SSW	6	219	3.2	531	133
	8-12	1	Low	18	2.5	SW	6	218	3.2	543	136
	12-16	1	Low	18	2.5	SSW	6	217	3.0	509	127
	*16-20	1	Low	18	2.5	SSW	6	224	2.7	570	127
	20-24	1	Low	18	2.5	South	6	222	2.6	531	133
9/5	0-4	1	Low	18	2.5	South	5	226	3.5	507	127
	4-8	1	Low	18	2.5	South	6	217	3.7	508	127
	8-12	1	Low	18	2.5	South	5	217	3.5	505	126
	16-20	2	Heigh	21	1.5	South	5	230	7.8	1,165	291
	20-24	2	Heigh	21	1.5	SSW	5	229	8.2	1,190	298
9/6	0-4	2	Heigh	21	1.5	South	5	228	8.8	1,176	294

*Ran for four and a half hours to adjust the ship's clock

短時間使用だったので4個のみで燃料消費量平均は385ℓとなり、この値は発電機関1台・プロペラ低速回転の燃料消費量平均の約3倍となった。

考 察

発電機関1台・プロペラ低速回転では、燃料消費量平均値の付近にデータがまとまっており、航走時の波高が低いほどプロペラピッチが大きくなっているが、燃料消費量に大差が無いことが分かった。1データ波高3.6mでありながらプロペラピッチ20°で燃料消費量平均以下の値が出ているのは公海域乗船実習にてビツンから那覇に向かう途中船尾方向から波を受け航走してきたことによる。今後はさらにデータを蓄積し波高のみならず波向と燃料消費量の関係も検討したい。

発電機関2台・プロペラ高速回転では、全ての波高範囲においてプロペラピッチが大きくなるほど燃料消費量が増えており、これは船速が10kt前後となり速力の増

大が船体抵抗も増やした結果と考えられる。また、この中で1データ、プロペラピッチが25°と大きいにもかかわらず燃料消費量が272ℓとさほど多くないのは波高が0.3mと低いことによるものと考えられる。

使用発電機関の数が増すにつれ燃料消費量の平均は、ほぼ2倍そして3倍と比例して増加することが分かった。平成24年3月第4代かごしま丸が竣工以来2年間、航行中の発電機関は通常2台運転・プロペラ高速回転として速力10kt程度で運用していたが、今回の試行で発電機関1台・プロペラ低速回転で波高1m程度なら速力7kt程度が望めることが解った(参照:Table 2-1. May 9 ~ 14, 2014 Onboard Training on Capture Fishery I・May 23 ~ 29, 2014 Onboard Training on Fish Processing)。限られた航海日数と実習海域・実習内容そして気象状況によりこの組み合わせによる運航が難しい場合もあるが、航海計画を立案するに当たり航海速力7ktを多用できれば燃料消費量の低減が可能と思われる。

Table 2-4. Table of fuel consumption during Fisheries Research in Ocean Zone (Bitung ~ Naha, Naha ~ Yamagawa)

September 10~18, 2014 Fisheries Research in Ocean Zone(Bitung~Naha), Northwest of Pacific Ocean												
Date	Time zone	Number of generator eng.	Propeller speed	Propella Pitch (deg.)	Wave height (m)	Wind direction	Wind force	Course (deg.)	Speed (kt)	Fuel consumption (ℓ)	Fuel consumption an hour(ℓ)	
9/10	12-16	1	Low	20	0.5	SSW	5	44	8.5	498	125	
	16-20	1	Low	20	1.0	South	5	41	8.2	496	124	
	20-24	1	Low	20	1.0	South	5	44	7.7	492	123	
9/11	0-4	1	Low	20	1.0	SW	4	37	8.4	478	120	
	4-8	1	Low	20	1.0	SSW	5	44	8.3	487	122	
	8-12	1	Low	20	1.5	SW	5	52	8.2	504	126	
	12-16	1	Low	18	1.5	SW	4	349	7.8	470	118	
9/13	8-12	1	Low	18	2.5	SW	3	340	6.5	466	117	
	12-16	1	Low	18	2.5	SSW	5	335	6.4	468	117	
	16-20	1	Low	18	2.8	SW	5	341	6.3	465	116	
9/14	0-4	1	Low	20	3.6	SSW	5	358	7.0	489	122	
	4-8	1	Low	20	3.0	South	5	355	7.0	495	124	
	12-16	2	Heigh	19	3.0	SSW	4	347	11.0	1,190	298	
	16-20	2	Heigh	20	2.8	South	4	349	10.1	1,123	281	
	20-24	2	Heigh	20	2.3	South	4	349	10.0	1,106	277	
9/15	0-4	2	Heigh	20	2.3	South	3	351	10.4	1,104	276	
	4-8	2	Heigh	20	2.2	South	3	354	10.3	1,106	277	
	8-12	2	Heigh	20	2.0	South	2	345	10.6	1,112	278	
	16-20	2	Heigh	20	1.8	SE	2	350	11.4	1,103	276	
	20-24	2	Heigh	20	2.0	NE	2	343	11.5	1,096	274	
9/16	0-4	2	Heigh	20	0.3	NNW	2	345	10.8	1,091	273	
	4-8	2	Heigh	20	0.3	North	3	348	10.3	1,104	276	
	8-12	2	Heigh	20	1.0	North	4	348	9.2	1,120	280	
	12-16	2	Heigh	20	1.0	North	5	355	9.3	1,127	282	
	16-20	2	Heigh	20	1.0	North	5	3	9.5	1,128	282	
	20-24	2	Heigh	20	1.0	North	5	355	10.8	1,136	284	
9/17	0-4	2	Heigh	20	1.5	North	5	356	11.0	1,145	286	
	4-8	2	Heigh	20	1.5	North	5	358	10.6	1,152	288	
	8-12	2	Heigh	20	1.5	North	5	354	10.1	1,164	291	
	16-20	3	Heigh	24	2.0	NE	5	355	11.2	1,596	399	
	20-24	3	Heigh	24	2.0	NE	5	352	10.9	1,561	390	
9/18	0-4	3	Heigh	24	1.5	NE	5	351	11.0	1,501	375	
	4-8	3	Heigh	24	1.5	NE	5	358	11.4	1,506	377	

September 19~22, 2014 Fisheries Research in Ocean Zone(Naha~Yamagawa), Nansei Syoto

Date	Time zone	Number of generator eng.	Propeller speed	Propella Pitch (deg.)	Wave height (m)	Wind direction	Wind force	Course (deg.)	Speed (kt)	Fuel consumption (ℓ)	Fuel consumption an hour(ℓ)
9/19	20-24	1	Low	21	0.3	SSW	2	27	7.3	527	132
9/20	0-4	1	Low	21	1.5	WSW	4	21	7.1	515	129
	4-8	1	Low	21	1.5	West	3	34	6.7	525	131
	12-16	1	Low	19	3.0	NNE	7	61	4.2	534	134
	16-20	1	Low	19	3.0	ENE	6	70	3.5	542	136
	20-24	1	Low	19	2.5	East	5	63	4.3	527	132
9/21	0-4	1	Low	19	2.3	NE	6	54	5.2	514	129
	4-8	1	Low	19	2.0	ENE	5	36	5.2	526	132
	8-12	1	Low	19	2.5	ENE	6	27	5.3	525	131
	16-20	2	Heigh	17	2.5	East	5	20	7.9	975	244
9/22	0-4	1	Low	19	0.5	East	3	12	6.3	467	117

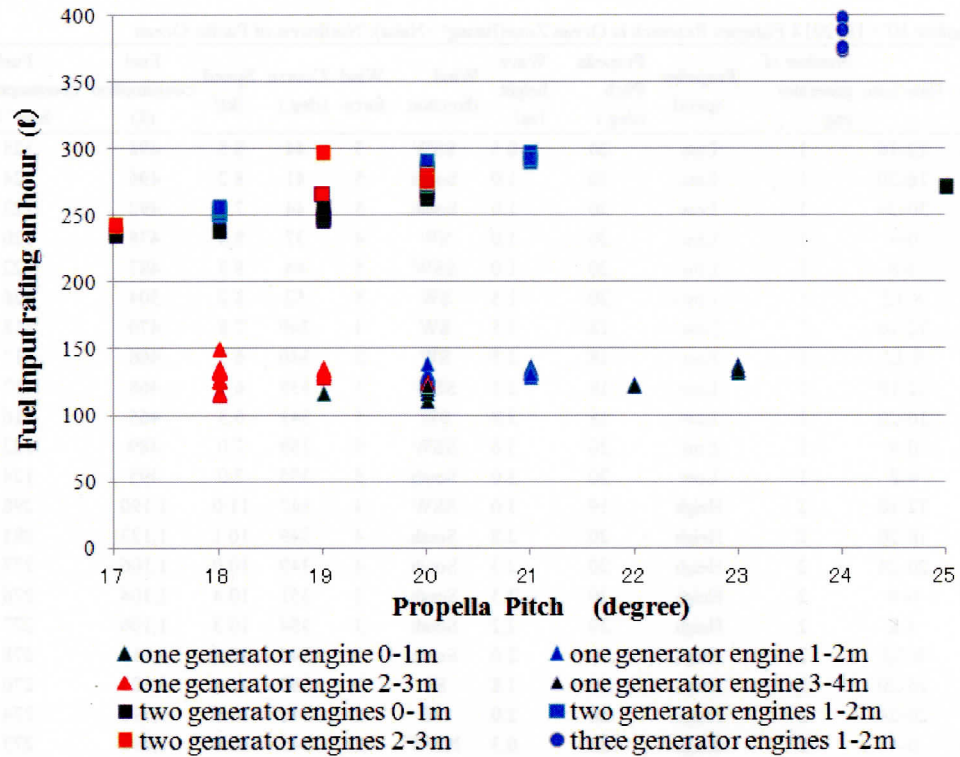


Fig. 6. Fuel consumption of each number of generator engines

今後もデータを収集し、気象や海況による影響を解析することで状況に応じた発電機台数やプロペラピッチでかごしま丸を効率よく運用したい。

引用文献

- 1) 津田稔, 前田和幸, 小松和也(2007). 荒天時の航行における出力と千足及び燃料消費量の変化. 水産大学校研究報告, 55(4):161-167
- 2) 野原威男(1974). 航海造船学, 海文堂, 東京, pp211-224.