

## 八重山諸島におけるCO<sub>2</sub>発生量の推定

### Estimate of CO<sub>2</sub> gas Emission from Oil-fuels at Yaeyama Island in Okinawa.

金城義勝・長嶺弘輝・比嘉尚哉・与儀和夫・洲鎌久人  
宮国信栄・大山峰吉・我那覇 晃<sup>1)</sup>・佐久川 春範<sup>1)</sup>

Yoshikatsu KINJO, Koki NAGAMINE, Naoki HIGA, Kazuo YOGI, Hisato SUGAMA  
Shinei MIYAGUNI, Minekichi OYAMA, Akira GANAHA and Harunori SAKUGAWA.

**Abstract :** In order to evaluate the influence of exhausted gas to the Hateruma monitoring station, we investigated total CO<sub>2</sub> gas emission in Yaeyama islands.

In this area, total consumed fuels were 152,205 tons/year, main fuels was heavy oils(A and C), others were gasoline, diesel, kerosene, LPG. Bagasse was also used in sugar products. Ishigaki Island was the biggest consumer of the fuels, that was 84.7%(122,911 tons) of the total fuels. Hatoma Island was the least consumer of the fuels, that was 0.03%(8 tons) of the total fuels.

Concerned to CO<sub>2</sub> gas emission, total was about 370,519 tons/year in Yaeyama area. Investigate it in each islands, Ishigaki Island was 89.11%(330,173 tons), Yonaguni Island 3.16%(11,711 tons), Hateruma Island 2.78%(10,219 tons), Kohama Island 2.46%(9,103 tons), Iriomote Island 2.16%(8,020 tons), Kuroshima Island 0.19%(719 tons), Taketomi Island 0.12%(439.6 tons), Aragusuku Island 0.01%(39.2 tons) and Hatoma Island was 0.01%(24.1 tons).

**Key words :** CO<sub>2</sub> Oil-fuels, bagasse, Yaeyama Islands

#### I はじめに

近年、人口の増加及び経済発展に伴う化石燃料の使用が著しく増加し、地球的規模での大気汚染物質が問題となっている。化石燃料の利用は、我々人類の文化の発展に寄与すると共に、燃焼という過程において硫黄化合物・窒素酸化物及び炭酸ガス等の種々の大気汚染物質を二次的に発生させる。この様な燃焼過程に伴う炭酸ガス排出量の増加も地球温暖化問題の一つである。

国立環境研究所・地球環境研究センターでは地球的規模の温暖化問題に対処するため、沖縄県の八重山諸島内に国設地上大気観測所を建設し地球環境モニタリングを実施している。

当研究所では建設に伴う事前調査として1990年度に同研究所の委託を受け、大気汚染防止法並びに沖縄県公害防止条例に基づく特定施設を対象に大気汚染物質排出量調査を行うと共に、同諸島内で消費される化石燃料等を調査し観測地点に及ぼすと推察される周辺諸島のCO<sub>2</sub>発生量を推定した。

#### II CO<sub>2</sub>発生量の推定対象地域

八重山諸島は行政区として1市2町で構成されており、

1) 環境保健部 公害対策課

その中に有人、無人の多くの島々が点在する。

その中で燃料消費量が掌握されている下記の島々を対象とした(図1)。

1. 石垣市・・・石垣島
2. 竹富町・・・竹富島, 黒島, 小浜島, 新城島, 西表島, 波照間島, 鳩間島
3. 与那国町・・・与那国島

#### III 八重山諸島における燃料等の種類及び島別の使用状況

「平成元年度・島別石油製品輸送量実績」<sup>1)</sup>に基づく、八重山諸島では燃料として揮発油、軽油、灯油、重油(A重油, C重油), LPG(プロパンガス, オートガス)が主として使用されている。

また、その他に製糖工場を有する石垣島(石垣市)、竹富町の西表島、小浜島、波照間島、与那国島(与那国町)では砂糖キビから搾汁した後のキビ殻をバガス燃料として工場自体で使用しており、その使用量は地域によって年間約1,300~24,000 tにも達することが今回の大気汚染物質排出量調査で判明した。

ちなみに、これらの島々において消費される総燃料使

用量の約20~88%がバガス燃料で占めている。

表1は今回のCO<sub>2</sub>発生量推定の為の基礎資料として「島別石油製品輸送量実績」<sup>1)</sup>から関係箇所を引用し、表2の石油製品成分分析表<sup>2)</sup>を用いて重量単位(kg)に換算した平成元年度の八重山諸島における輸送実績である。

「島別石油製品輸送量実績」<sup>1)</sup>によると、各離島における石油燃料は県の補助対象事業となっており、輸送実績は消費量とみなして良いと思われる。

但し、電気事業、八重山諸島以外からの船舶、海上保

安及び自衛隊で使用される石油製品は除外されており、表1の発電所で使用されているA重油、C重油の年間使用量は沖縄電力(株)の資料から引用した。

バガス燃料は、各製糖工場において調査した大気汚染物質排出量調査票から引用した。ただ、西表島の製糖工場に関しては、1日のバガス燃料使用量が約15~20t、製糖期間が1月中旬から3月末までの24時間稼働している事から、調査票に記載されている年間のバガス燃料使用量を45tから平均17t×75日 = 1,275tに修正した。

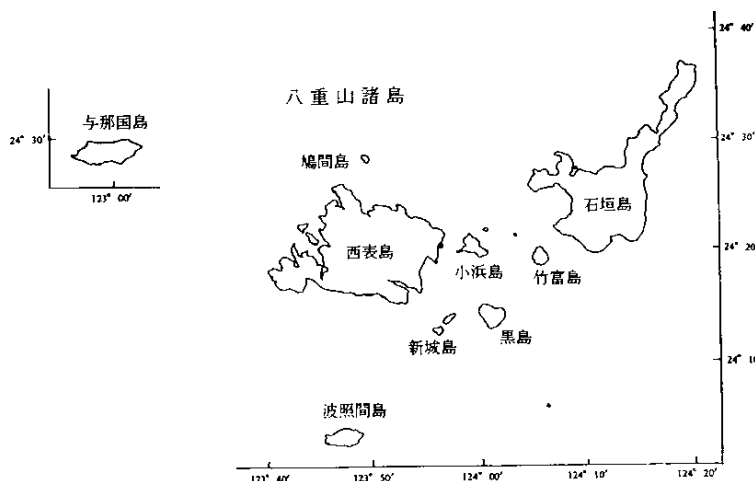


図1. CO<sub>2</sub>発生量推定調査対象地域

表1. 平成元年度・八重山諸島に於ける石油製品輸送量実績及び発電所、精糖工場の燃料使用量(kg換算値)

島名	揮発油	軽油	灯油	重油		LPG	製糖工場 バガス	発電所(重油)	
				A重油	C重油			A重油	C重油
1 石垣島	7,606,058	11,241,361	10,544,286	18,251,627	1,881,542	4,097,400	24,370,000	546,179	44,372,172
2 竹富島	26,041	61,949	21,368	20,223		12,000			
3 西表島	362,926	945,639	132,480	605,356	55,900		84,000	1,275,000	
4 鳩間島	599	994	158	2,486		3,600			
5 小浜島	137,089	331,446	26,749	177,529	154,003	60,000	6,646,000		
6 黒島	17,959	81,826	13,929	105,092		12,000			
7 新城島		12,257	317						
8 波照間島	49,986	508,515	31,656	924,278	82,370	30,000	4,150,000	401,968	
9 与那国島	208,626	594,979	86,737	961,242	27,765	106,000	1,401,000	1,342,656	
計	8,409,283	13,778,965	10,857,680	21,047,833	2,201,579	4,405,000	37,842,000	2,290,803	44,372,172

表2. 石油製品成分分析表

	平成3年4月現在						
	揮発油	軽油	灯油	A重油	B重油	C重油	
硫黄含有率	0.001	0.14	0.01	0.2	1.21	1.54	
比	0.7483	0.8282	0.7914	0.8288	0.899	0.9255	

\* 硫黄含有率(%)      \*\* 日本石油精製株式会社の資料による。

表3. 平成元年度・八重山諸島における各種燃料の使用割合(トン換算値)

島名	揮発油	軽油	灯油	重油	LPG	バガス	燃料使用	
							合計	割合(%)
1 石垣島	7606.1	11241.4	10544.3	65051.5	4097.4	24370.0	122910.6	84.65
2 竹富島	26.0	61.9	21.4	20.2	12.0		141.6	0.10
3 西表島	362.9	945.6	132.5	661.3	84.0	1275.0	3461.3	2.38
4 鳩間島	0.6	1.0	0.2	2.5	3.6		7.8	0.01
5 小浜島	137.1	331.4	26.7	331.5	60.0	6646.0	7532.8	5.19
6 黒島	18.0	81.8	13.9	105.1	12.0		230.8	0.16
7 新城島		12.3	0.3	0.0	0.0		12.6	0.01
8 波照間島	50.0	508.5	31.7	1408.6	30.0	4150.0	6178.8	4.26
9 与那国島	208.6	595.0	86.7	2331.7	106.0	1401.0	4729.0	3.26
計	8409.3	13779.0	10857.7	69912.4	4405.0	37842.0	145205.3	100.00
割合(%)	5.79	9.49	7.48	48.15	3.03	26.06		100.00

1. 八重山諸島における使用燃料の種類毎の割合。

表3はA重油, C重油を一括して重油とし, 各地域における燃料種別毎の使用量をまとめたものである。

なお, 波照間島では製糖工場でC重油が使用されており, 輸送実績(表1)では68kLと記載されているが, 大気汚染物質排出量調査票では実績として89kLが使用されている事から表3では調査票の値を採用した。

八重山諸島に於ける年間の総燃料消費量は145,205 tで, その中の84.7%に当たる122,911 tは都市機能の大きな石垣島(石垣市)で消費されている。

逆に燃料使用量の最も少ない地域は鳩間島で, 年間約8 tである。

年間の燃料種別毎の消費量は, 重油が69,912 tと最も多く全消費量の48.1%を占め, 次いでバガス燃料の37,842 t (26.1%), 軽油・13,779 t (9.5%), 灯油・10,858 t (7.5%), 揮発油・8,409 t (5.8%), LPG・4,405 t (3.0%)となっている(表3)。

また, 重油の年間消費量の66.8%に当たる46,663 tが発電所で使用されている。

2. 八重山諸島の各地域における燃料種別の消費割合。

各地域における使用燃料の種別割合を知る事は発生源対策等に有効と考えられる。特に, 人口の少ない地域では使用燃料の種類, 割合を知る事によってその地域の生産活動が推定可能と思われる事から地域別における燃料種別の消費割合を調べてみた(図2~図10)。

(1). 石垣島(石垣市)

石垣島(石垣市)は面積221.12km<sup>2</sup>, 人口42,772人を有し<sup>3)</sup>, 八重山諸島で中核をなす都市である。各離島への交通網は石垣市を拠点として整備され, 高速艇及び飛行機で結ばれている。

年間の燃料使用量は122,911 tで, 大気汚染防止法並びに沖縄県公害防止条例に基づく特定施設(以下, 特定施設という。)が24施設あり, 燃料種別の消費割合は重

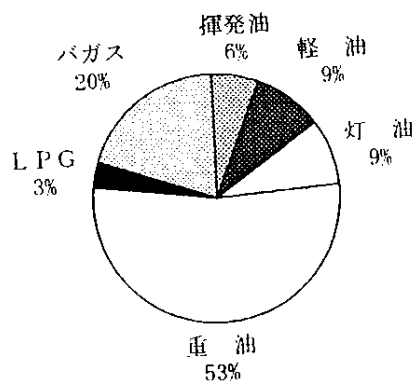


図2. 石垣島の燃料種別使用量割合

油が52.9%と最も多く, 次いでバガス燃料の19.8%で, 軽油, 灯油等の燃料使用量は10%以下であった(図2)。

(2). 竹富島

竹富島は面積5.41km<sup>2</sup>, 人口271人の島で特定施設はなく, 主要産業は観光と養蚕である<sup>3)</sup>。

年間の燃料使用量は142 tで, 電力は海底ケーブルにより石垣市(石垣島)から供給されている。

燃料種別の消費割合も軽油が43.8%と最も多く, 次いで揮発油の18.4%である(図3)。

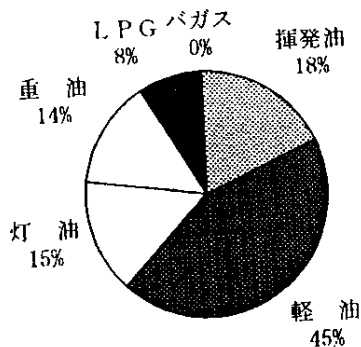


図3. 竹富島の燃料種別使用量

(3). 西表島

西表島は面積が284.44km<sup>2</sup>と八重山諸島で一番大きな面積を有する島である。しかし, 人口は1,726人と少ない<sup>3)</sup>。島の主要産業は製糖と観光で, 電力は石垣市より海底ケーブルで供給されている。

年間燃料使用量は3,461 tで, 特定施設として製糖工場とアスファルトプラントがある。燃料種別の消費割合もバガス燃料が36.8%と最も多く, 次いで軽油の27.3%, 重油は19.1%である(図4)。

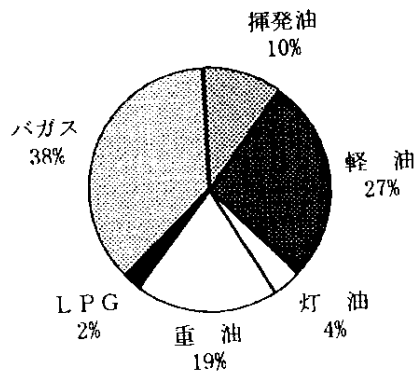


図4. 西表島の燃料種別使用量割合

(4). 鳩間島

鳩間島は八重山諸島の中の有人島としては面積1.01km<sup>2</sup>と最も小さく、人口も61人の島である<sup>3)</sup>。主要産業は漁業で、電力は石垣市より海底ケーブルで供給されている。

年間燃料使用量は8tと八重山諸島で最も少なく、特定施設もない。燃料種別の消費割合はLPGが45.9%を占め、次いで重油の31.7%である(図5)。

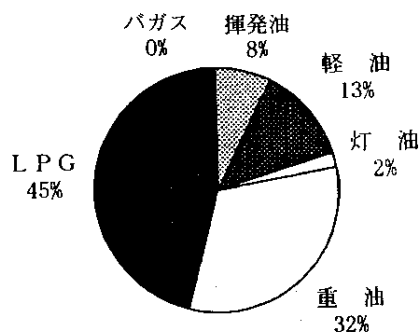


図5. 鳩間島の燃料種別使用量割合

(5). 小浜島

小浜島は面積8.14km<sup>2</sup>、人口484人の島で、特定施設として製糖工場と大型リゾート施設があり、主要産業は製糖と観光である<sup>3)</sup>。

年間の燃料使用量も八重山諸島の総消費量の5.2%に相当する7,533tと石垣島に次ぐ消費量である。燃料種別の消費割合はバガス燃料が88.2%と圧倒的な消費量を示し、次いで重油、軽油の4.4%である(図6)。

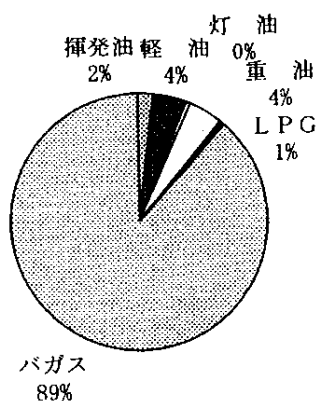


図6. 小浜島の燃料種別使用量割合

(6). 黒島

黒島は面積9.83km<sup>2</sup>、人口212人の島で、特定施設はない。島の主要産業は畜産からなり、電力は石垣市から海底ケーブルで供給されている<sup>3)</sup>。

年間の燃料使用量は231tで、燃料種別の消費割合として重油が45.5%を占め、次いで軽油の35.5%である(図7)。

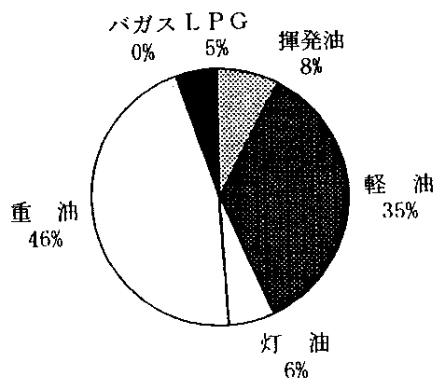


図7. 黒島の燃料種別使用量割合

(7). 新城島

新城島は上地島(面積9.83km<sup>2</sup>)と下地島(面積1.55km<sup>2</sup>)の2つの島からなり、八重山諸島で最も人口が少なく、11人が住んでいるだけである。

当然の事ながら特定施設はなく、主要産業も畜産だけで、電力は石垣市から海底ケーブルで供給されている。

年間の燃料使用量は13tで、燃料種別の消費割合として軽油が97.5%と最も多く、その他に灯油が2.5%程度消費されている(図8)。

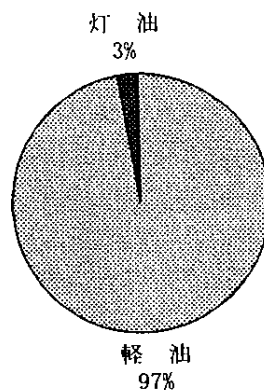


図8. 新城島の燃料種別使用量割合

(8). 波照間島

波照間島は有人島として日本国内で最南端の地にあり、面積12.46km<sup>2</sup>、人口677人の島である。

特定施設として発電所、製糖工場、アスファルトプラント、酒造所があり、島の主要産業は製糖と観光で、今回の調査範囲外ではあるが空港も整備されている。

年間の燃料使用量は6,179 tと石垣島、小浜島に次いで八重山諸島では3番目に多い燃料消費量である。燃料種別の消費割合はバガス燃料が67.2%を占め、次いで重油の22.8%である(図9)。

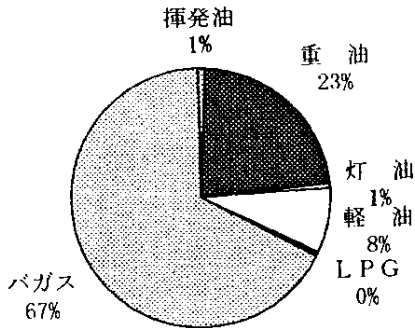


図9. 波照間島の燃料種別使用量割合

(9). 与那国島

与那国島は日本国内で有人島として最西端に位置し、面積は28.52km<sup>2</sup>で台湾に最も近く、人口分布も八重山諸島では石垣島、西表島に次いで3番目に多い1,892人が住んでいる。主要産業は製糖、漁業及び観光で、特定施設として発電所、製糖工場、アスファルトプラント、酒造所等の7施設があり、空港も整備され定期便としてYS-11型機が就航している。

年間の燃料使用量は4,729 tで、燃料種別の消費割合は重油が49.3%を占め、次いでバガス燃料の29.6%と、中核都市の石垣島と類似した傾向がみられる(図10)。

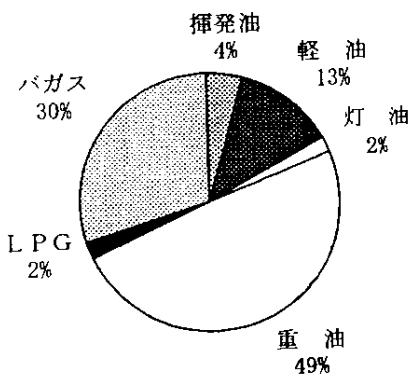


図10. 与那国島の燃料種別使用量割合

IV 八重山諸島におけるCO<sub>2</sub>発生量の推定

1. 気体、液体、固体燃料中の炭素含有量。

燃料中の炭素含有量の算出に於ける資料は、日本石

油資料<sup>2)</sup>、石油便覧<sup>4)</sup>、炭化水素化合物<sup>5)</sup>、石油精製技術便覧<sup>6)</sup>、"Handbook of cane sugar engineering"<sup>7)</sup>等より参考及び引用した。

(1). 気体燃料。

八重山諸島ではプロパンガスとオートガスが使用されており、両方をまとめてLPGとした。

LPG: プロパン(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>): ブタン(C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)=1:1とする。

炭素含有量=(C<sub>3</sub>+C<sub>4</sub>)/(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)=0.824(kgC/kg)

(2). 液体燃料。

① 揮発油: 炭素数5~11の炭化水素を主体とする。

仮定式: C<sub>n</sub>(H<sub>2n+2</sub>): C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>

炭素含有量=C<sub>8</sub>/C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>=0.842(kgC/kg)

炭素含有量=0.842×0.748=0.630(kg/L)

② 灯油: 炭素数12~16の炭化水素を主体とする。

仮定式: C<sub>n</sub>(H<sub>2n+2</sub>): C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>

炭素含有量=C<sub>12</sub>/C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>=0.847(kgC/kg)

炭素含有量=0.847×0.791=0.670(kg/L)

③ 軽油: 炭素数16~20の炭化水素を主体とする。

仮定式: C<sub>n</sub>(H<sub>2n+2</sub>): C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>

炭素含有量=C<sub>16</sub>/C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>=0.850(kgC/kg)

炭素含有量=0.850×0.828=0.704(kg/L)

④ 重油(八重山諸島ではA重油、C重油が使用されており、両方をまとめて重油とする。): 多環芳香族を主体としている。

仮定式: C<sub>n</sub>(H<sub>2n+2</sub>): C<sub>20</sub>H<sub>42</sub>

炭素含有量=C<sub>20</sub>/C<sub>20</sub>H<sub>42</sub>=0.851(kgC/kg)

A重油: 炭素含有量=0.851×0.829=0.705(kg/L)

C重油: 炭素含有量=0.851×0.926=0.788(kg/L)

(3). 固体燃料

八重山諸島のみならず、沖縄県下の製糖工場では砂糖キビの搾汁後の殻(バガス)を燃料として使用しており、水分含量: 45%、炭素成分: 47.3%で計算した。

バガス: 炭素含有量=0.473(1-0.45)=0.260(kgC/kg)

2. 各地域におけるCO<sub>2</sub>発生量の推定。

CO<sub>2</sub>の発生量は理論燃焼を仮定して計算した。

(1). 石垣島

計算基礎資料を表4に、燃料及び主要発生源からの発生量を図11に示す。

石垣島のCO<sub>2</sub>発生量は年間で330,173 t (168,235kNm<sup>3</sup>)で、その中の42.5%に相当する140,288 tが発電所からの影響と推定される。

発電所に次ぐ発生源としては、発電所で使用する重油分を差し引いたその他の産業活動に伴って使用される重

油燃料によって62,850 t (19.0%)、軽油から35,067 t (10.6%)、灯油・32,777 t (9.9%)、揮発油・23,504 t (7.1%)、製糖工場及びLPGからは23,296 t (7.1%)、12,391 t (3.8%)の発生量が推定された。

表4. 石垣島におけるCO<sub>2</sub>発生量計算基礎資料

使用燃料	輸送量及び炭素含有量		燃料中のCO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>	
	使用量 (kg/y)	(kg C/kg)	全炭素量 (kg C/y)	発生量 (%) (tons/y)	発生量 (%)	発生量 (kNm <sup>3</sup> /y)
LPG	4,097,400	0.824	3,376,258	12,391	3.8	6,314
揮発油	7,606,058	0.842	6,404,301	23,504	7.1	11,976
軽油	11,241,361	0.850	9,555,157	35,067	10.6	17,868
灯油	10,544,286	0.847	8,931,010	32,777	9.9	16,701
A重油	18,251,627	0.851	15,532,135	57,003	17.3	29,945
C重油	1,872,287	0.851	1,593,316	5,847	1.8	2,980
発電所 A重油	546,179	0.851	464,798	1,706	0.5	869
C重油	44,372,172	0.851	37,760,718	138,582	42.0	70,613
製糖工場 パガス	24,370,000	0.260	6,339,856	23,287	7.0	11,856
C重油	9,255	0.851	7,876	29	0.0	15
計	122,940,625		89,965,424	330,173	100.0	168,235

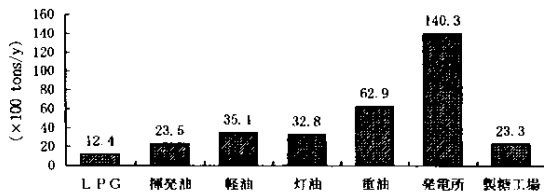


図11. 石垣島における燃料種別及び主要発生源からのCO<sub>2</sub>発生量

(2). 竹富島

計算基礎資料を表5に、燃料及び主要発生源からの発生量を図12に示す。

竹富島には特定施設がないことから燃料の消費量も少なく、CO<sub>2</sub>発生量は年間で439.6 t (224.0 kNm<sup>3</sup>)と推定される。

同島での燃料種別消費量によるCO<sub>2</sub>の発生量は、軽油使用に伴うものが193.3 tと最も大きく年間発生量の44.0%を占め、次いで揮発油による

80.5 t (18.3%)、灯油が66.4 t (15.1%)、重油及びLPGからは63.2 t (14.4%)、36.3 t (8.3%)の発生量が推定された。

(3). 西表島

計算基礎資料を表6に、燃料及び主要発生源からの発生量を図13に示す。

西表島でのCO<sub>2</sub>発生量は年間8,020 t (4,086 kNm<sup>3</sup>)で、その中の36.8%に相当する2,950 tが軽油の使用に伴う発生量と推定される。

軽油に次ぐ発生源として、重油から2,065 t (25.7%)、製糖工場は1,218 t (15.2%)、揮発油が1,121 t (4.0%)で、灯油及びLPGからは412 t (5.1%)、254 t (3.2%)の発生量が推定された。

(4). 鳩間島

計算基礎資料を表7に、燃料及び主要発生源からの発生量を図14に示す。

鳩間島は八重山諸島の中で最も燃料使用量が少

なく、CO<sub>2</sub>発生量も年間で24.1 t (12.3kNm<sup>3</sup>)と推定される。

同島ではLPG使用に伴う発生量が10.9 t (45.2%)と最も大きく、次いで重油からの7.8 t (32.2%)、軽油から3.1 t (12.9%)で、揮発油及び灯油からは1.8 t (7.7%)、0.5 t (2.0%)の発生量が推定された。

表5. 竹富島におけるCO<sub>2</sub>発生量計算基礎資料

使用燃料	輸送量及び炭素含有量		燃料中のCO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>	
	使用量 (kg/y)	(kg C/kg)	全炭素量 (kg C/y)	発生量 (%) (tons/y)	発生量 (%)	発生量 (kNm <sup>3</sup> /y)
LPG	12,000	0.824	9,888	36.3	8.3	18.5
揮発油	26,041	0.842	21,926	80.5	18.3	41.0
軽油	61,949	0.850	52,657	193.3	44.0	98.5
灯油	21,368	0.847	18,099	66.4	15.1	33.8
A重油	20,223	0.851	17,210	63.2	14.4	32.2
C重油						
発電所 A重油						
C重油						
製糖工場 パガス						
C重油						
計	141,581		119,779	439.6	100.0	224.0

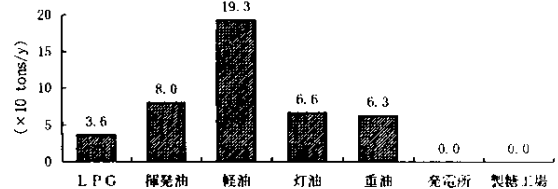


図12. 竹富島における燃料種別及び主要発生源からのCO<sub>2</sub>発生量

表6. 西表島におけるCO<sub>2</sub>発生量計算基礎資料

使用燃料	輸送量及び炭素含有量		燃料中のCO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>	
	使用量 (kg/y)	(kg C/kg)	全炭素量 (kg C/y)	発生量 (%) (tons/y)	発生量 (%)	発生量 (kNm <sup>3</sup> /y)
LPG	84,000	0.824	69,216	254	3.2	129
揮発油	362,926	0.842	305,583	1,121	14.0	571
軽油	945,639	0.850	803,793	2,950	36.8	1,503
灯油	132,480	0.847	112,211	412	5.1	210
A重油	605,356	0.851	515,158	1,891	23.6	963
C重油	55,687	0.851	47,390	174	2.2	89
A重油						
C重油						
製糖工場 パガス	1,275,090	0.260	331,691	1,217	15.2	620
C重油	213	0.851	181	1	0.0	0
計	3,461,300		2,185,223	8,020	100.0	4,086

\* パガス使用量: 17 ton/day \*75days = 1,275(ton)

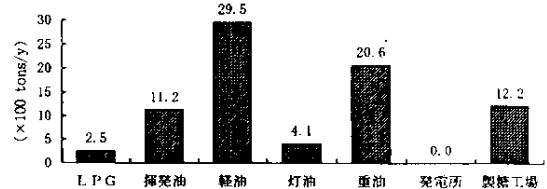


図13. 西表島における燃料種別及び主要発生源からのCO<sub>2</sub>発生量

表7. 鳩間島におけるCO<sub>2</sub>発生量計算基礎資料

使用燃料	輸送量及び炭素含有量		燃料中の全炭素量 (kg C/y)	CO <sub>2</sub> 発生量	
	使用量 (kg/y)	(kg C/kg)		(%)	(kNm <sup>3</sup> /y)
LPG	3,600	0.824	2,966	10.9	45.2
揮発油	599	0.842	504	1.8	7.7
軽油	994	0.850	845	3.1	12.9
灯油	158	0.847	134	0.5	2.0
A重油	2,486	0.851	2,116	7.8	32.2
C重油					
発電所					
A重油					
C重油					
製糖工場					
パガス					
C重油					
計	7,837		6,565	24.1	100.0

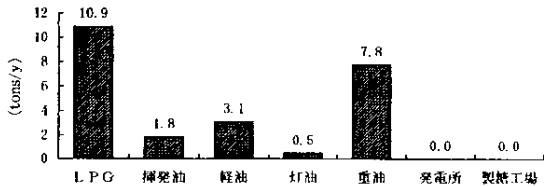


図14. 鳩間島における燃料種別及び主要発生源からのCO<sub>2</sub>発生量

(5). 小浜島

計算基礎資料を表8に、燃料及び主要発生源からの発生量を図15に示す。

小浜島は石垣島に次ぐ燃料消費地域であるが、使用燃料の69.7%が水分含有の多いパガス燃料であることから、燃料消費量の少ない与那国、波照間島よりもCO<sub>2</sub>発生量は少なく年間で9,103 t (4,638kNm<sup>3</sup>)と推定される。

同島では製糖工場からのCO<sub>2</sub>発生量が最も多く 6,826 t と総発生量の75.0%を占め、次いで軽油による1,034 t (11.4%), 重油から554 t (6.1%), 揮発油は424 t (4.7%)で、LPG及び灯油からは

181 t (2.0%), 83 t (0.9%)の発生量が推定された。

表8. 小浜島におけるCO<sub>2</sub>発生量計算基礎資料

使用燃料	輸送量及び炭素含有量		燃料中の全炭素量 (kg C/y)	CO <sub>2</sub> 発生量	
	使用量 (kg/y)	(kg C/kg)		(%)	(kNm <sup>3</sup> /y)
LPG	60,000	0.821	49,440	181	2.0
揮発油	137,089	0.842	115,429	424	4.7
軽油	331,446	0.850	281,729	1,034	11.4
灯油	26,749	0.847	22,657	83	0.9
A重油	177,529	0.851	151,077	554	6.1
C重油					
発電所					
A重油					
C重油					
製糖工場	6,646,000	0.260	1,728,957	6,345	69.7
パガス	154,003	0.851	131,057	481	5.3
C重油					
計	7,532,816		2,480,345	9,103	100.0

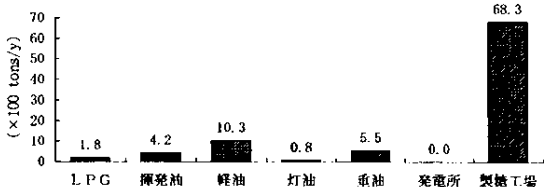


図15. 小浜島における燃料種別及び主要発生源からのCO<sub>2</sub>発生量

(6). 黒島

計算基礎資料を表9に、燃料及び主要発生源からの発生量を図16に示す。

黒島でのCO<sub>2</sub>発生量は年間719 t (366kNm<sup>3</sup>)で、その中の45.7%に相当する328 tが重油の使用に伴う発生量と推定される。

重油に次ぐ発生源として、軽油から255 t (35.5%), 揮発油は55 t (7.7%)で、灯油及びLPGからは43 t (6.0%), 36 t (5.1%)の発生量が推定された。

表9. 黒島におけるCO<sub>2</sub>発生量計算基礎資料

使用燃料	輸送量及び炭素含有量		燃料中の全炭素量 (kg C/y)	CO <sub>2</sub> 発生量	
	使用量 (kg/y)	(kg C/kg)		(%)	(kNm <sup>3</sup> /y)
LPG	12,000	0.824	9,888	36.3	5.1
揮発油	17,959	0.842	15,122	55.5	7.7
軽油	81,826	0.850	69,552	255.3	35.5
灯油	13,929	0.847	11,798	43.3	6.0
A重油	105,092	0.851	89,433	328.2	45.7
C重油					
発電所					
A重油					
C重油					
製糖工場					
パガス					
C重油					
計	230,806		195,793	718.6	100.0

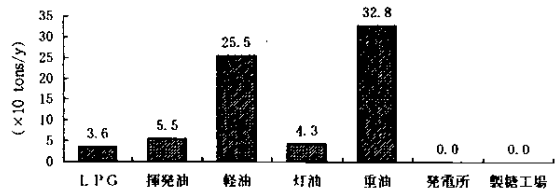


図16. 黒島における燃料種別及び主要発生源からのCO<sub>2</sub>発生量

(7). 新城島

計算基礎資料を表10に、燃料及び主要発生源からの発生量を図17に示す。

新城島では燃料として軽油と灯油の二種類しか使用されていず、それらの消費に伴って発生するCO<sub>2</sub>の年間発生量は39.2 t (20.0kNm<sup>3</sup>)と推定される。

同島では軽油による発生量が38.2 t (97.5%)と最も多く、灯油からの発生量は約1.0 t (2.5%)が推定された。

表10. 新城島におけるCO<sub>2</sub>発生量計算基礎資料

使用燃料	輸送量及び炭素含有量		燃料中の全炭素量 (kg C/y)	CO <sub>2</sub> 発生量	
	使用量 (kg/y)	(kg C/kg)		(%)	(kNm <sup>3</sup> /y)
LPG					
揮発油					
軽油	12,257	0.850	10,419	38.2	97.5
灯油	317	0.847	268	1.0	2.5
A重油					
C重油					
発電所					
A重油					
C重油					
製糖工場					
パガス					
C重油					
計	12,574		10,687	39.2	100.0

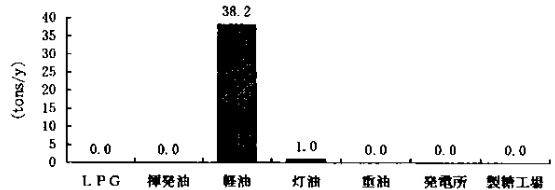


図17. 新城島における燃料種別及び主要発生源からのCO<sub>2</sub>発生量

(8). 波照間島

計算基礎資料を表11に、燃料及び主要発生源からの発生量を図18に示す。

波照間島は石垣島、与那国島に次いでCO<sub>2</sub>の発生量が多く年間10,291 t (5,244kNm<sup>3</sup>)で、その中の41.3%に相当する4,253 t が製糖工場からの発生量と推定される。

製糖工場に次ぐ発生源として、重油から2,861 t (27.8%), 軽油は1,579 t (15.3%), 発電所が1,255 t (12.2%), 揮発油から154 t (1.5%), 灯油及びLPGからは98 t (1.0%), 91 t (0.9%)の発生量が推定された。

表11. 波照間島におけるCO<sub>2</sub>発生量計算基礎資料

使用燃料	輸送量及び 使用量 (kg/y)	炭素含有量 (kg C/kg)	燃料中の CO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> 発生量 (kNm <sup>3</sup> /y)	
			全炭素量 (kg C/y)	発生量 (%)		
LPG	30,000	0.824	24,720	91	0.9	46
揮発油	49,986	0.842	42,089	154	1.5	79
軽油	506,030	0.850	430,126	1,579	15.3	804
灯油	31,656	0.847	26,813	98	1.0	50
A重油	915,990	0.851	779,507	2,861	27.8	1,458
C重油						
発電所	401,968	0.851	342,075	1,255	12.2	640
A重油						
C重油						
製糖工場	4,150,000	0.260	1,079,623	3,962	38.5	2,019
バガス				8	0.1	4
軽油	2,485	0.850	2,112	26	0.3	13
A重油	8,288	0.851	7,053	257	2.5	131
C重油	82,370	0.851	70,096			
計	6,178,773		2,804,213	10,291	100.0	5,244

(注)：波照間島へのC重油の輸送量は68kl/yであるが、製糖工場の大気汚染物質排出量総合調査票では89kl/yと記載されているため調査票記載値を使用した。

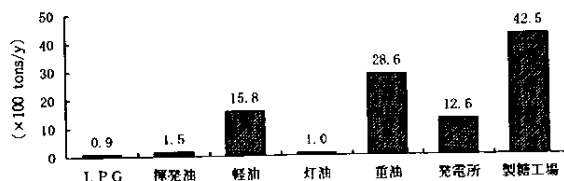


図18. 波照間島における燃料種別及び主要発生源からのCO<sub>2</sub>発生量

(9). 与那国島

計算基礎資料を表12に、燃料及び主要発生源からの発生量を図19に示す。

与那国島におけるCO<sub>2</sub>発生量は年間11,711 t (5,967 kNm<sup>3</sup>)と石垣島に次いで多く、その中の35.8%に相当する4,193 t が発電所からの発生量と推定される。

発電所に次ぐ発生源として、重油から3,008 t (25.7%), 軽油は1,856 t (15.8%), 製糖工場が1,419 t (12.1%), 揮発油で645 t (5.5%), LPG及び灯油からは321 t (2.7%), 270 t (2.3%)の発生量が推定された。

表12. 与那国島におけるCO<sub>2</sub>発生量計算基礎資料

使用燃料	輸送量及び 使用量 (kg/y)	炭素含有量 (kg C/kg)	燃料中の CO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> 発生量 (kNm <sup>3</sup> /y)	
			全炭素量 (kg C/y)	発生量 (%)		
LPG	106,000	0.824	87,344	321	2.7	163
揮発油	208,626	0.842	175,663	645	5.5	328
軽油	594,979	0.850	505,732	1,856	15.8	946
灯油	86,737	0.847	73,467	270	2.3	137
A重油	961,242	0.851	818,017	3,002	25.6	1,530
C重油	1,851	0.851	1,575	6	0.0	3
発電所	1,342,656	0.851	1,142,600	4,193	35.8	2,137
A重油						
C重油						
製糖工場	1,401,000	0.260	364,470	1,338	11.4	682
バガス				81	0.7	41
C重油	25,914	0.851	22,053			
計	4,729,006		3,190,921	11,711	100.0	5,967

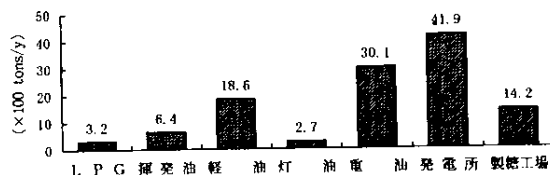


図19. 与那国島における燃料種別及び主要発生源からのCO<sub>2</sub>発生量

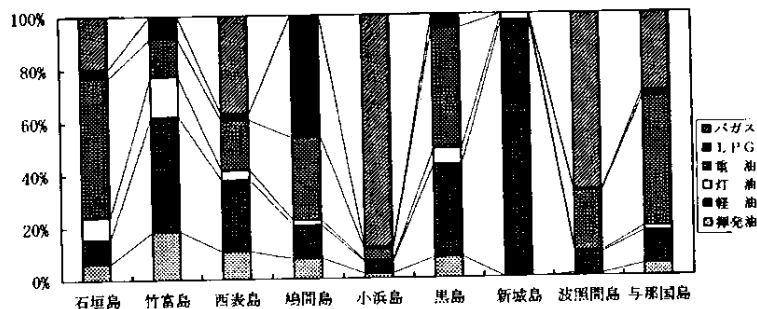


図20. 八重山諸島における地域毎の各種燃料の消費状況 (平成元年度)

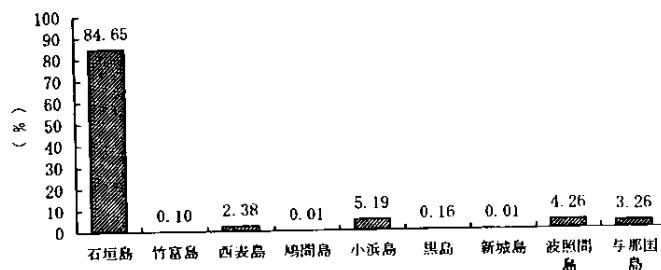


図21. 八重山諸島の年間総使用量に対する各地域毎の燃料消費率



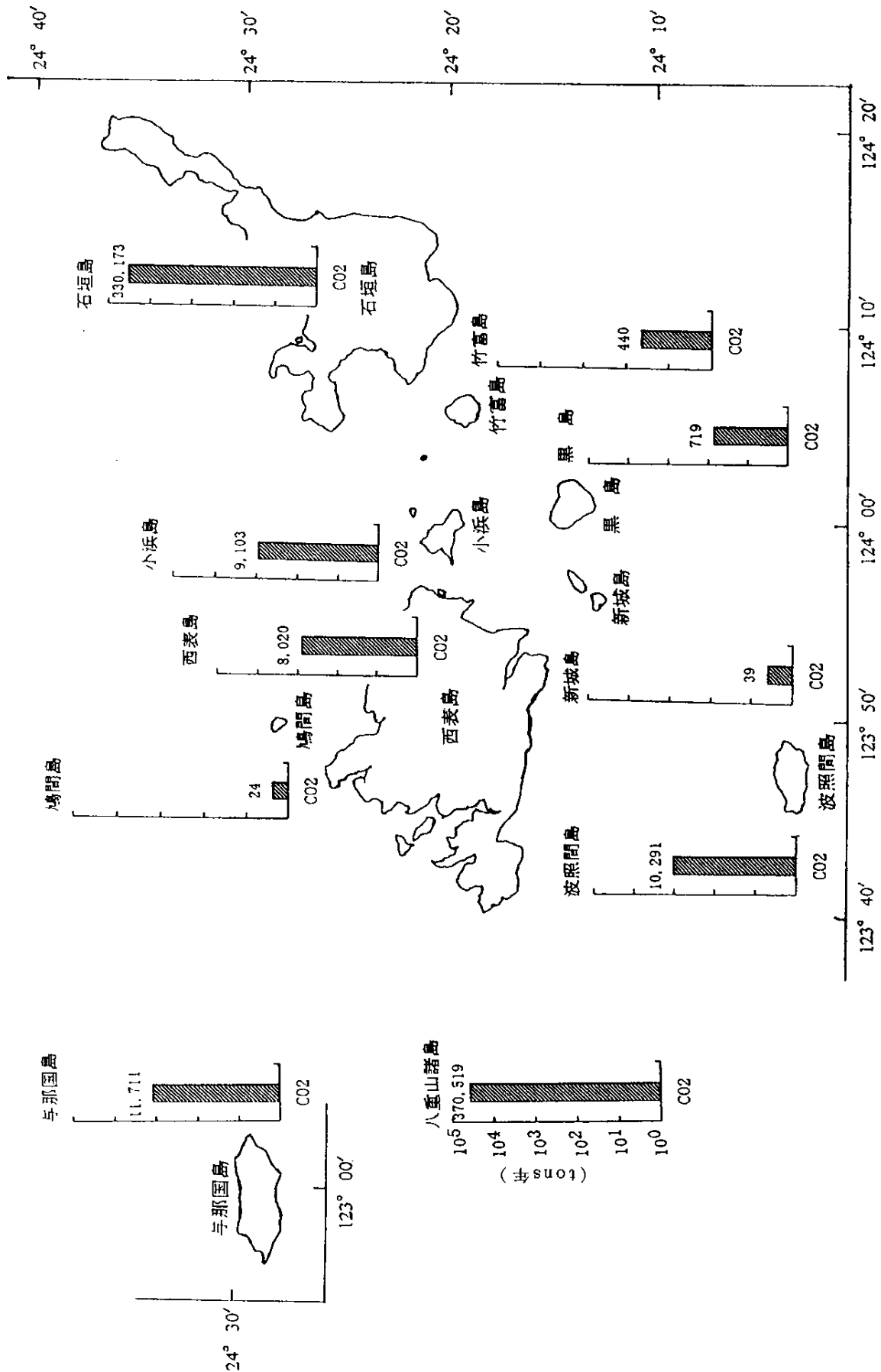


図22. 八重山諸島及び調査地域毎のCO<sub>2</sub>発生量

## V まとめ

八重山諸島(石垣島, 竹富島, 西表島, 黒島, 新城島, 小浜島, 波照間島, 鳩間島, 与那国島の九島を対象とした。)におけるCO<sub>2</sub>の発生量を推定した。

ここでのCO<sub>2</sub>発生量の推定は, 沖縄県企画開発部発行の「平成元年度・島別石油製品輸送量実績」, 沖縄電力株式会社資料及びそれらの島々で特定施設を対象とした大気汚染物質排出量調査を実施し, それらの資料に基づき理論燃焼を仮定して行った。

### 1. 燃料消費量

八重山諸島で消費されている燃料の種類として, 揮発油, 軽油, 灯油, 重油(A重油, C重油), LPG(プロパンガス, オートガス)の他に南西諸島独特のバガス(砂糖キビの搾汁後の殻)も製糖工場では固形燃料として使用されており, それらの年間総消費量は154,205 tである。

燃料種別の消費量は, 重油が69,893 tと最も多く年間総消費量の48.1%を占め, 次いでバガス燃料の37,842 t(26.1%), 軽油, 灯油, 揮発油, LPGは13,779 t~4,405 t(9.5%~3.0%)の範囲である(表3)。また, 重油の年間消費量の約66.8%(46,663 t)が発電所で使用されている。八重山諸島における地域毎の各種燃料量の消費状況は図20のとおりである。

地域毎の燃料消費量は石垣島(石垣市)が122,911 tと最も多く, 八重山諸島における年間総消費量の84.7%を占め, 逆に燃料消費量の最も少ない地域は鳩間島の年間約8 t(0.03%)である(表3)。八重山諸島の年間総燃料消費量に対する各地域毎の燃料消費率(%)を図21に示した。

### 2. CO<sub>2</sub>発生量

今回推定計算を行った対象地域及び八重山諸島全体のCO<sub>2</sub>年間発生量を図22に示した。

八重山諸島における年間のCO<sub>2</sub>総発生量は370,519 t(188,793kNm<sup>3</sup>)と推定され, その89.11%に当たる330,173 t(168,235kNm<sup>3</sup>)が石垣島での発生量であり, 次いで与那国島の11,711 t[5,967kNm<sup>3</sup>(3.16%)], 波照間島が10,291 t[5,244kNm<sup>3</sup>(2.78%)], 小浜島・9,103 t[4,638 kNm<sup>3</sup>(2.46%)], 西表島・8,020 t[4,086 kNm<sup>3</sup>(2.16%)], 黒島・719 t[366kNm<sup>3</sup>(0.19%)], 竹富島・439.6 t[224.0kNm<sup>3</sup>(0.12%)], 新城島・39.2 t[20.0kNm<sup>3</sup>(0.01%)]及び鳩間島・24.1 t[12.3kNm<sup>3</sup>(0.01%)]の順であった。

最後に今回の調査研究に際し, 計算方法の御指導並びに資料提供等の御便宜をいただきました日本石油精製株式会社, 第一製糖株式会社, 沖縄電力株式会社に厚くお礼申し上げます。なお, 本調査研究の一部は国立環境研究所の委託研究費で行われた。

### 引用文献

1. 沖縄県企画開発部離島交通対策課, "平成元年度・島別石油製品輸送量実績"
2. 日本石油資料, "石油製品成分分析表", 1991年4月
3. 沖縄県企画開発部, "離島関係資料", 平成元年9月
4. 日本石油編, "石油便覧", 1977
5. 日本化学会編, "炭化水素化合物", 丸善株式会社
6. 牧 親彦他, "石油精製技術便覧", 産業図書
7. E. Hugot, "Handbook of cane sugar engineering", second compleing (1972)