

香川県におけるフロン類のモニタリング調査

Analysis of Freon in Kagawa Prefecture

佐々木 一貴 島田 敦之*
Kazuki SASAKI Atsuyuki SHIMADA

要 旨

温室効果ガスは、二酸化炭素がよく知られ排出量も多いが、冷凍庫・空調機等の冷媒に使用されているフロン類は、排出量は少ないものの温室効果が非常に高く、特に年々増加している代替フロンの排出抑制は喫緊の課題である。今回、温室効果が高いフロン類のなかで、国内で漏えいが報告されており、標準物質の入手が可能であったものについて、測定方法を検討し、モニタリング調査を実施した。

モニタリング調査の結果、クロロフルオロカーボン類についてはゆるやかな減少傾向に、ハイドロクロロフルオロカーボン類及びハイドロフルオロカーボン類についてはゆるやかな増加傾向にあった。香川県と世界の観測地のフロン類の測定データを比較すると、県内の測定地点が、世界の観測地に比べて居住地域の近くにあることも影響し、全体的に香川県のほうがやや高い値を示した。

Abstract

Carbon dioxide is a well known greenhouse gas and it is emitted in high volumes. On the other hand, Freon, which is used in refrigerants such as freezers and air conditioners, is an extremely potent greenhouse gas, even if it is not emitted in such high volumes. We urgently need to control Freon emissions, which have been increasing yearly. In the context of this study, we conducted an analysis of the highly potent greenhouse gases from the Freon family after developing measuring protocols based on standards that we were able to obtain from reported leaks around Japan.

Our analysis showed that there has been a slight decrease in Chlorofluorocarbons, while Hydrochlorofluorocarbons and Hydrofluorocarbons saw a slight increase. Comparing the measurement data of Kagawa Prefecture and observation sites around the world, Kagawa Prefecture showed a slightly higher value overall, but this may be due to the fact that the measurement points in Kagawa prefecture are closer to residential areas than observation points around the world.

キーワード：温室効果ガス フロン類 地球温暖化 気候変動

I はじめに

温室効果ガスは、大気圏に存在し、地表から放射された熱の一部を吸収して温室効果をもたらす二酸化炭素、メタン、フロン類等の気体を指す。温室効果ガスがない場合の地表温度は氷点下 19℃と見積もられており、地表温度を適切に保つために重要な役割を果たしている。しかし、大気中の温室効果ガスが増えて温室効果が高まると、地表温度とともに気温が上昇し、地球温暖化となる。近年、猛暑や豪雨等の異常気象がしばしば発生しているが、人間活動の拡大に伴う温室効果ガスの増加により地球温暖化が進行していることが原因のひとつと考えられている。

温室効果ガスの排出量の大半を占める二酸化炭素は、化石燃料の燃焼等によるものが大きく影響しているが、香川県における排出量は減少傾向にある。一方、冷凍庫・空調機等の冷媒に使用されているフロン類は、温室効果が非常に高く、特に年々排出量が増加している代替フロンについては、排出抑制が課題となっている。

フロン類のなかで、クロロフルオロカーボン類(CFC類)は、構造中に塩素を含むため、オゾン層破壊効果を持ち、現在は全廃されている。ハイドロクロロフルオロカーボン類(HCFC類)は、構造中に塩素を含むが、CFC類に比べてオゾン層破壊効果が弱いことから、広く使用されていたが、日本では2020年に全廃となっている。ハイドロ

*香川県政策部統計調査課

フルオロカーボン類 (HFC 類) は、CFC 類・HCFC 類とは異なり構造中に塩素を含まないため、オゾン層破壊効果を持たず、現在、代替フロンとして広く利用されており、地球温暖化対策の推進に関する法律において 19 物質が温室効果ガスとして定義されている。表 1 の平成 30 年度から令和 2 年度のフロン類漏えい報告量¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾を見ても、全体的に HFC 類の漏えい報告量が多くなっている。

当センターでは、平成 8 年度からオゾン層保護及び地球温暖化防止の観点でフロン類の測定を行っているが、フロン類の種類は多く、特にオゾン層を破壊しないフロン類の大気中濃度についての知見はほとんど得られていない。そこで、令和元年度から、国内で漏えいが報告されており、標準物質の入手が可能であったフロン類で、これまで未調査だったものについて測定方法を検討し、モニタリング調査を実施した。



国土地理院白地図を加工して作成

図 1 調査地点

表 2 調査期間

調査期間	地点	測定物質
平成 8 年度～平成 15 年度	高松市、まんのう町	CFC-11, CFC-12, CFC-113
平成 16 年度～平成 23 年度	高松市、まんのう町	CFC-11, CFC-12, CFC-113, HCFC-22
平成 24 年度～平成 28 年度	高松市、まんのう町	CFC-11, CFC-12, CFC-113, HCFC-22, HFC-134a
平成 29 年度～平成 30 年度	坂出市	CFC-11, CFC-12, CFC-113, HCFC-22, HFC-134a
令和元年度～令和 2 年度	高松市、丸亀市、坂出市、さぬき市、直島町、まんのう町	CFC-11, CFC-12, CFC-113, HCFC-22, HFC-134a
令和 3 年度	高松市、丸亀市、坂出市、さぬき市、直島町、まんのう町	CFC-11, CFC-12, CFC-113, HCFC-22, HFC-134a, HFC125, HFC-32, HFC-152a

表 1 フロン類漏えい報告量

冷媒番号	温暖化係数 (CO ₂ =1)	オゾン層破壊係数 (R-11=1)	大気中寿命 (年)	漏えい報告量 (tCO ₂)			
				単独	混合冷媒	合計	
CFC	R-11	4,750	1.0	45	112,881	0	112,881
	R-12	10,900	1.0	100	104,917	9	104,926
	R-13	14,400	1.0	640	1,167	0	1,167
	R-113	6,130	0.8	85	16	0	16
	R-114	10,000	1.0	190	570	0	570
	R-115	7,370	0.6	1,020	0	7,510	7,510
HCFC	R-22	1,810	0.055	11.9	3,000,021	6,154	3,006,175
	R-123	77	0.020	1.3	2,418	0	2,418
	R-124	609	0.022	1.4	12	910	922
	R-141b	725	0.110	9.2	0	0	0
	R-142b	2,310	0.065	17.2	0	39	39
	R-225ca	122	0.025	1.9	0	0	0
R-225cb	595	0.033	5.2	0	0	0	
HFC	R-23	14,800	0	222	44,078	672	44,750
	R-32	675	0	5.2	1,970	132,210	134,180
	R-125	3,500	0	28.2	270	1,697,508	1,697,778
	R-134a	1,430	0	13.4	125,148	84,774	209,922
	R-143a	4,470	0	47.1	59	1,519,254	1,519,313
	R-152a	124	0	1.5	0	72	72
	R-227ea	3,220	0	38.9	0	5	5
	R-236fa	9,810	0	242	0	0	0
	R-245fa	1,030	0	6.5	11,365	0	11,365

環境省:フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律に基づくフロン類算定漏えい量報告・公表制度による平成 30 年度・令和元年度・令和 2 年度のフロン類算定漏えい量の集計結果、環境省:オゾン層を破壊する物質に関するモニタリング調査報告書(技術要約)のデータを用いて作成

II 方法

図 1、表 2 に示す調査地点、調査期間でモニタリング調査を実施した。測定物質は、CFC 類 3 物質 (CFC-11、CFC-12、CFC-113)、HCFC 類 1 物質 (HCFC-22)、HFC 類 4 物質 (HFC-134a、HFC-125、HFC-32、HFC-152a) で、分析方法はキャニスターガスクロマトグラフ質量分析法 (GL-science CS2120 SS2110、島津製作所 GC-MS QP2010) にて行った。

III 結果と考察

1 新規調査物質の測定方法の検討

今回新たに調査対象に追加した HFC 類 3 物質について、GC-MS による分析法の検討を行った。5 種類のキャピラリーカラムについてそれぞれ分析条件を検討した結果、分離度や分析時間の観点から、表 3 の条件で分析することとした。

表 3 HFC 類 3 物質の分析条件

カラム	GS-GASPRO (0.32 mm × 30 m)
温度条件	35°C (2 min) → 10°C/min → 135°C → 20°C/min → 260°C (2 min)
キャリアガス	ヘリウム
イオン化条件	EI
イオン化電圧	70 V
イオン源温度	210°C
インターフェース温度	210°C

2 大気環境中フロン類濃度の推移

令和元年度以降は県内 6 地点で調査を実施したが、地点間の差は確認されなかった。従来からモニタリング調査を実施しているフロン類 5 物質 (CFC-11、CFC-12、CFC-113、HCFC-22、HFC-134a) の経年変化を図 2 に示す。複数地点で測定した年度については平均値とした。

CFC-11、CFC-12、CFC-113 は、ゆるやかな減少傾向に、HCFC-22、HFC-134a は、ゆるやかな増加傾向にあった。

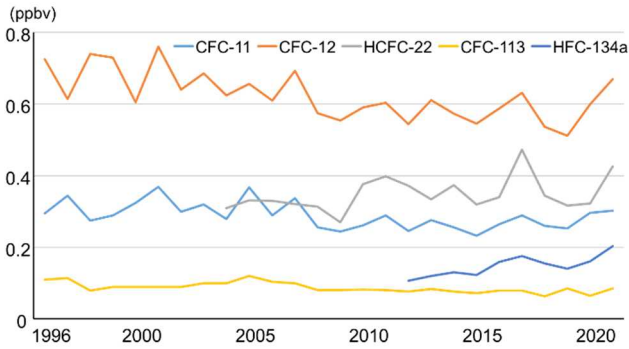


図 2 フロン類 5 物質の経年変化

3 世界の観測地との比較

図 3 から図 10 に世界 12 地点 (HFC-152a は 9 地点) の測定値と香川県の測定値の比較を示す。世界の測定値として、The Global Monitoring Laboratory of the National Oceanic and Atmospheric Administration のデータ⁶⁾を用いた。CFC-11、CFC-12、CFC-113 については、参考にしたデータの関係で世界 12 地点の平均と比較した。今回、新たに測定物質とした HFC 類 3 物質 (HFC-125、HFC-32、HFC-152a) については、測定を開始したばかりであり、単年度 (2021 年度) の測定値で比較した。

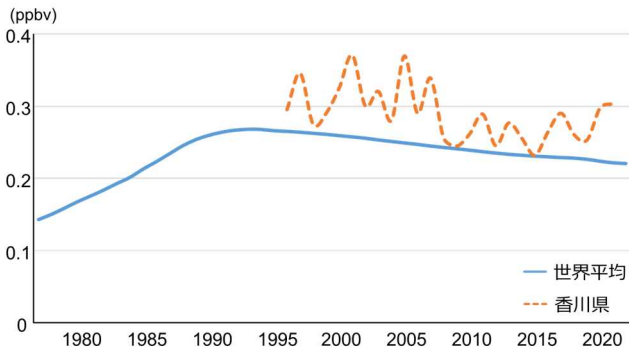


図 3 CFC-11

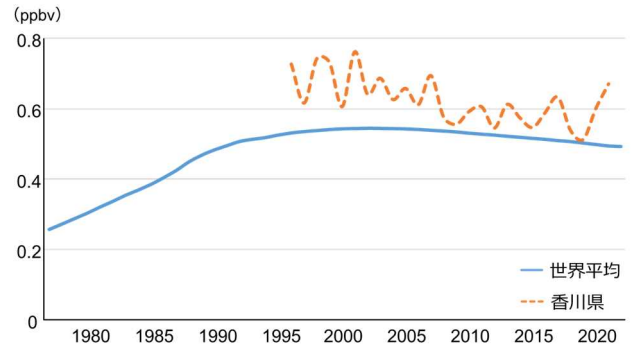


図 4 CFC-12

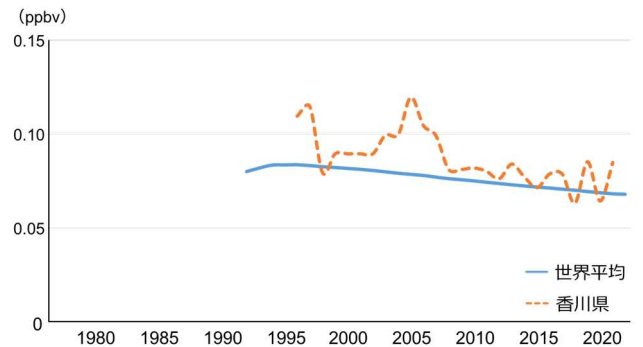


図 5 CFC-113

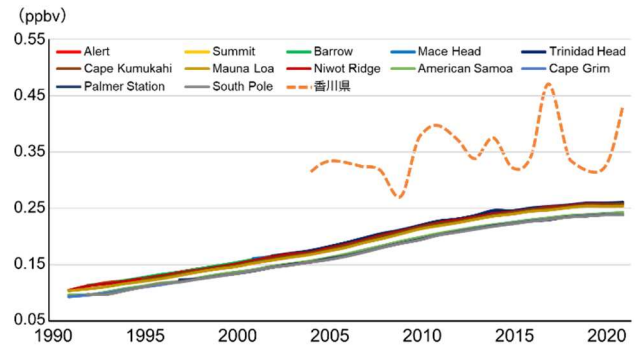


図 6 HCFC-22

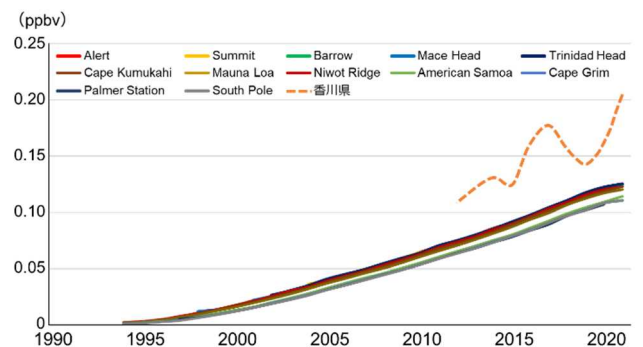


図 7 HFC-143a

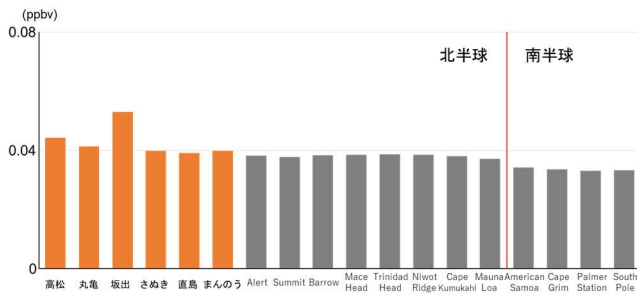


図 8 HFC-125 (2021)

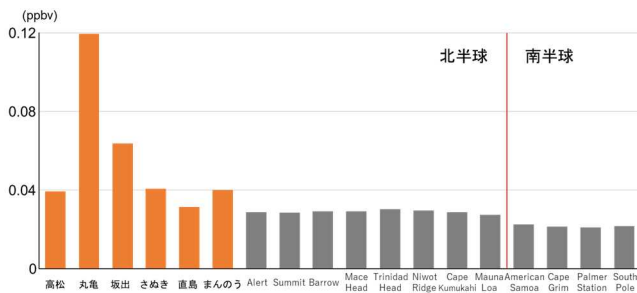


図 9 HFC-32 (2021)

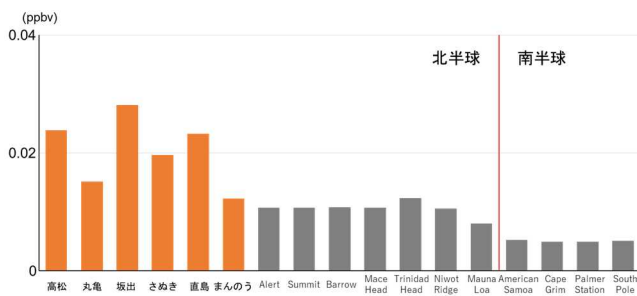


図 10 HFC-152a (2021)

CFC 類 (CFC-11、CFC-12、CFC-113) については、2010 年に世界全体で全廃されており、濃度推移は世界平均と同様にゆるやかな減少傾向にあった。HCFC 類 (HCFC-22) は、CFC 類が全廃された後、広く使用されてきたフロン類で、国内での漏えい報告量が多いこともあり、世界平均と同様にゆるやかな増加傾向にあった。HFC 類 (HFC-134a) については、世界平均と同様に増加傾向が見られ、県内の大気中濃度の方がやや高い傾向にあった。

今回新しく調査対象に追加したフロン類 3 物質 (HFC-125、HFC-32、HFC-152a) については、2021 年度の比較になるが、いずれも世界の測定値よりもやや高い値を示していた。フロン類の大気中寿命に注目すると、大気中寿命が比較的長い HFC-125 (28.2 年) は、測定地点ごとのばらつきが少なかったが、大気中寿命が短い HFC-32 (5.2 年)、HFC-152a (1.5 年) は、測定地点ごとのばらつきが大きく、世界の測定値との差も大きかった。これは、大気中に十分拡散する前に寿命になることが影響しているのではないかと考えられる。

また、今回比較に用いた世界の観測地は、いずれも居住地域から遠く離れた山間部や沿岸部にあり、観測地付近にフロン類の漏えい源が存在するとは考えにくい地点であり、大気中に十分拡散した後のフロン類を測定していると考えられる。一方、今回調査を実施した県内 6 地点は、いずれも居住地域の近傍であり、周囲でフロン類を使用していると考えられる地点である。この差によって、県内の測定値が高くなっていると推測される。

IV まとめ

現在全廃されている CFC 類は、世界的に減少傾向にあり、HCFC 類についても、先進国では 2020 年に全廃されたことから、今後大きく増加することはないと考えられる。現在、代替フロンとして広く使用されている HFC 類については、香川県と世界の観測地の測定データを比較すると、観測地周辺の環境による影響もあり、全体的に香川県のほうがやや高い値を示した。今後も増加傾向が続くと考えられることから、大気中濃度がどのように推移していくかモニタリングを継続し、蓄積データの長期的な変化傾向を解析することで、本県における温暖化対策推の推進につなげたい。

文献

- 1) 環境省:フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律に基づくフロン類算定漏えい報告・公表制度による令和2(2020)年度のフロン類算定漏えい量の集計結果(令和4年3月18日公表), (2022)
- 2) 環境省:フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律に基づくフロン類算定漏えい報告・公表制度による令和元(2019)年度のフロン類算定漏えい量の集計結果(令和3年3月23日公表、令和4年3月18日一部修正), (2022)
- 3) 環境省:フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律に基づくフロン類算定漏えい報告・公表制度による平成30(2018)年度のフロン類算定漏えい量の集計結果(令和2年3月19日公表、令和4年3月18日一部修正), (2022)
- 4) 環境省:オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書(和文:仮訳)
- 5) 気象庁:IPCC 第4次評価報告書第1作業部会報告書技術要約, (2008)
- 6) The Global Monitoring Laboratory of the National Oceanic and Atmospheric

Administration:Halocarbons & other Atmospheric
Trace Species (HATS),Date Summary,
<https://gml.noaa.gov/hats/data.html> (令和4年7
月 12 日閲覧)