

## 大気中の温暖化ガスの時間変化

### Temporal variations of atmospheric greenhouse gases

# 中澤 高 清 [1]

# Takakiyo Nakazawa[1]

[1] 東北大院・理・大気海洋

[1] CAOS, Tohoku Univ.

#### 1. はじめに

二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ )、メタン ( $\text{CH}_4$ )、一酸化二窒素 ( $\text{N}_2\text{O}$ ) など、温暖化をもたらす気体 (温室効果ガス) は、地球表層に複雑に分布する発生・消滅源の強度変化の影響を受けて時間的にも空間的にも変動する。自然的要因による代表的な時間変化は氷期-間氷期サイクルであるが、より短期的に見ると火山噴火やエルニーニョ現象に起因する気候変動によっても変化する。また、現間氷期の長い期間にわたってほぼ一定であった濃度が、この 200 年間に人間活動の影響を受けて大幅に増加した。ここでは、氷床コア分析や大気の直接観測によって明らかにされた温室効果ガスの時間的変化について、特に我が国の研究者によって得られた結果を中心に簡単にまとめる。

#### 2. 過去の濃度変化

過去の温室効果ガスの濃度を復元する最も良い方法は、極域氷床コアに含まれる空気を分析する事である。大陸氷床においては、雪が圧密によって氷化する際に周囲の空気を取り込むので、深度が深くなればなるほどコアの空気は古いものとなる。我が国においては国立極地研究所が中心となって南極やグリーンランドで氷床コアの掘削を行っており、特に 2006 年 1 月に 3028.5m の氷床底部まで掘削が到達したドームふじ深層氷床コアから、東北大学によって過去 72 万年間にわたる温室効果ガス変動の復元が行われている。深層氷床コア分析における大きな困難はコアの年代決定であるが、我々はコア空気中の  $\text{O}_2/\text{N}_2$  比を測定することによって絶対年代を決定する新しい手法を確立した。この年代を基にこれまでに得られた分析結果を見てみると、濃度は氷期に低く、間氷期に高くなり、氷期にも細かな変化がみられるといった一般的な特徴が明らかである。また、ドームふじ氷床コアに加え、グリーンランド NGRIP 基地で掘削されたコアを分析し、過去 10 万年にわたる両極域における  $\text{CH}_4$  濃度の違いを明らかにするとともに、地域的な放出源強度の違いの観点から解釈を行った。さらに、積雪涵養率の高い南極 H-15 地点で掘削された浅層氷床コアを分析する事により、過去 250 年間の温室効果ガスの増加を詳細に明らかにした。

#### 3. 近年の濃度変化

大気中の温室効果ガスの系統的観測は  $\text{CO}_2$  が最も早く、1957-8 年に南極点とハワイ・マウナロアで開始され、その他のガスは 1980 年以降に本格化した。我が国においては、東北大学が 1978 年に  $\text{CO}_2$ 、1980 年代半ばにその他のガスの観測を開始し、その後、国立極地研究所や気象庁、気象研究所、国立環境研究所などによっても実施されるようになった。観測は、国内はもとより南極や北極の地上基地、さらには航空機や商船、大気球等も用いて広範に行われており、これらの観測から、近年の濃度の時間変化の実態が明らかにされている。例えば、 $\text{CO}_2$  濃度については、1980 年代と比べて 1990 年代は増加傾向が多少緩やかになっていたが、2000 年代には再び急になっている事や、エルニーニョや火山噴火に伴う気候変動と関係して年々変動を示す事が見られ、また  $\text{CH}_4$  濃度の増加傾向がこの 20 年に急速に減速し、2000 年以降は濃度がほとんど一定となっている。 $\text{N}_2\text{O}$  濃度は、気候変動に起因する小さな年々変動を示しながら、0.7ppb/yr の平均的年率でほぼ全球一様に増加している。

このような濃度増加の原因を定量的に理解するために、同位体比や大気中  $\text{O}_2$  の測定・解析、海洋や陸域でのフラックス測定、全球循環モデルによる数値解析など、多くの方法が試みられている。得られた結果は量的に必ずしも一致している訳ではないが、人為的に大気に加えられた  $\text{CO}_2$  の内、およそ半分が海洋と陸上生物圏に吸収され、残りの半分が大気に残留していることが明らかとなっている。また、近年の  $\text{CH}_4$  の鈍化傾向については、主たる消滅源である OH の増加、人為起源  $\text{CH}_4$  の放出の低下、気候変動による自然起源  $\text{CH}_4$  放出の変化などが原因の候補として挙げられている。 $\text{N}_2\text{O}$  の増加については、フィルン空気や現在の大气の濃度と同位体比分析の結果から、土壌起源  $\text{N}_2\text{O}$  の放出が重要であることが指摘されている。

#### 4. 終わりに

地球温暖化への関心の高まりとともに、温室効果ガスの変動と循環に関する研究は大きく進展し、我が国の研究者も重要な役割を果たした。しかし、未だ全球あるいは領域収支の定量的評価や、循環の気候応答について十分な理解が得られておらず、今後これらの点について研究を深める必要があり、現在進行しているドームふじ深層氷床コア分析や、日本航空の旅客機を利用した広域大気観測、船舶を利用した大気と海洋の広域観測、全球大気輸送モデルによる循環・収支解析などに大きな期待がかけられる。