

論文審査の結果の要旨

氏名 米村正一郎

本論文は9章からなり、温室効果関連気体であり対流圏化学で重要な役割を果たしている一酸化炭素(CO)と、大気中の反応性気体ではメタンにつぐ大気濃度を持つ水素(H₂)について、生物圏でどのような交換過程が行われているかについての研究が述べられている。

大気中での一酸化炭素(CO)および水素分子(H₂)の濃度は、産業革命以後一貫して増加してきたと推定されている。1990年代に入ってそれらの濃度は幾分減少に転じているがその原因は解明されていない。H₂は、大気中で反応して水蒸気を生成するが、これは成層圏での水蒸気の重要な起源となっている。これらの気体成分の人間活動による発生量等は比較的良好に見積もられているが、生物圏での放出・吸収量はその系が複雑なために、まだよくわかっていない。そこで、バイオマス燃焼および植物体の光酸化による発生過程、および土壌による吸収過程の解明を試み、その制御要因を探求した。各章の概要を以下に示す。

1章では、CO, H₂の発生源（大気中での反応、人為起源、自然源）・吸収源（大気中での反応、土壌吸収）および大気中での振舞いについてのこれまでの研究を概観し、従来の研究では取り扱われていなかった諸問題を明示し本論文で扱う問題点を提示した。

2章では、つくばでの地上濃度測定から陸地での大気濃度を概観した。地上では朝夕にCOとH₂の濃度増加が見られ、人間活動の影響が大きいことが示唆された。草地上の濃度勾配から微気象的方法により草地によるCOとH₂の吸収量の推定を行い、その重要性を示した。

3章では、CO, H₂および二酸化炭素(CO₂)、炭化水素等の関連するガス成分の分析方法と土壌による吸収を測定するための手法に関する説明を行った。土壌による吸収量を測定する方法として閉鎖式チャンバー法、通気式チャンバー法および微気象的方法について説明を行い、長短所について述べた。

4章では、土壌によるCO, H₂の吸収についての野外測定を近接した畑地および林地に行い、制御要因の解明を試みた。生成過程は、指数関数的に増大することがわかった。畑地での表層土壌水分との負の相関関係は、CO, H₂の土壌による吸収が拡散係数によって大きく制御されていることを示している。これまでの他の研究結果等とともに検討した結果、生物活性のある地点でのCO, H₂のグローバルな平均的な沈着速度は、 $2\text{-}3.5, 5\text{-}7 \times 10^{-2} \text{ cm s}^{-1}$ 程度であると予想される。

5章では、土壌によるCO, H₂の吸収を機能的に理解するためのモデリングを行った。解析解では、土壌から発生してくる気体の場合とは異なり、土壌により吸収が行われる気体の場合は、大気から土壌への拡散係数が非常に重要な役割を果たしていることが明らかとなった。また、数mmの土壌の状況が沈着速度に重要である。

6章では、土壌によるCO, H₂のグローバルな吸収量を推定した。拡散モデルおよびグローバルグリッドデータを用いた推定では土壌によるCO, H₂の吸収量は110 Tg yr⁻¹および、70Tg yr⁻¹程度と見積もられた。これはグローバルな消失過程の5%および75%程度である。本研究で行われた推定法によれば、全球的に温度が上昇すると、全球吸収量は増大すると予想された。

7章では、光酸化による植物体からのCO発生過程を、ガス交換を計測することにより解明を試みた。CO放出量は光強度に比例し、酸素濃度とは正の相関関係があった。また、稲の枯葉からは生葉に比して10倍のCOが生成されていることがわかった。CO₂濃度にCO放出量が依存しないことから、COの光による生成過程の光呼吸への関連は否定された。

8章では、バイオマス燃焼でのCO生成過程の解明を試みた。CO生成を植物体構成要素であるセルロースからの酸化過程の副生成物とみなした。燃焼過程では温度が高い程、プロセスが進みCO₂まで有機物が酸化される。また、温度が低すぎると燃焼プロセス自体が進まなくなる。これらのプロセスを概観するのにCOおよびCO₂は、キーパラメータとして重要なことがわかった。

最後に9章で得られた結果の要約を行った。本論文で明らかにされた研究結果によりCO, H₂の生物圏での交換過程についての理解が大いに高められた。また、他のガスの生物圏での発生・吸収メカニズムの解明にも大きく手助けになるものと考えられる。

なお、4章、5章、6章、7章の一部は共著として公表されているが、論文提出者が主体となって分析および検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）を授与できると認める。