

炭酸水の紫外吸収分光スペクトル

1190011 市位 裕幸 (プラズマ応用研究室)

(指導教員 八田 章光 教授)

1. はじめに

空気的主要成分は窒素や酸素、アルゴン、炭酸ガスである。空気中に含まれる炭酸ガスは温室効果ガスの一種である。温室効果ガスは地球大気の温度を上昇させる作用があり環境問題の要因の一つであるが、炭酸ガスについては冷却用ドライアイスや消火器、炭酸飲料等、身近なものに有効に応用される事例もある。特に、炭酸水は生体に対しても作用を示し、血管を拡張させ血流量を多くし、体の代謝を活発にするとされている[1]。

本研究室では、紫外吸収分光法を用いてオゾン水やプラズマ処理をした水の分析を行っている。先行研究では、オゾンや酸素が水に溶解した時の吸光度スペクトルと、気相のガスの吸光度スペクトルが異なることが分かってきた[2]。光を用いた気相炭酸ガスの測定には、近赤外光レーザーを使用した対流圏における炭酸ガスの濃度測定や紫外光の吸収分光測定等が報告されている[3, 4]。しかし、紫外光を用いた溶存炭酸ガスの吸光度スペクトルに関する報告については、筆者が調べた限りでは確認できていない。そこで本研究では、紫外吸収分光法を用いて溶存炭酸ガスの吸光度スペクトルを測定して、気相炭酸ガスの吸光度スペクトルと比較した。

2. 実験方法

紫外可視分光光度計 (日立ハイテック U-3900) を用いて、炭酸ガスの気相と溶存の吸光度測定を行った。

気相における炭酸ガス測定のガス供給装置の概略図を図1(a)に示す。石英ガスセルを用いて気相の炭酸ガスの吸光度スペクトルを測定した。測定波長は 190-400nm とした。空気をベースラインとした。空気中の酸素割合は約 19% であり、測定する波長域ではこの酸素の吸収を持つため、窒素を流してガス置換を行った。窒素は不活性気体で 190-400nm の波長域では吸収を持たないため、ガス置換に用いた。流量 500scm で 5 分間窒素を流し、酸素が排除されているか測定し続けながら確認をした。石英ガスセル内が窒素で満たされた後、炭酸ガスを 5 分間流して測定を行った。気相炭酸ガスの吸光度スペクトルは窒素パージ後の透過率と炭酸ガスを流したときの透過率から算出した。

溶存炭酸ガス測定のガス供給装置の概略図を図 1(b)に示す。脱イオン化水に含まれる溶存酸素を排除するため、脱イオン化水の水面上を窒素で満たし、水面上の酸素分圧を下げることで溶存酸素を追い出した。窒素パージ後、炭酸ガスを水面上に吹き付ける溶解方法で溶存炭酸ガスの吸光度スペクトルを測定した。測定波長は 190-340nm とした。窒素パージ後は 60 分間炭酸ガスを流し、2 分ごとに繰り返し測定した。窒素と炭酸ガスの流量条件は 300scm で行った。窒素パージ後の透過率と炭酸ガスを流した時の透過率を用いて溶存炭酸ガスの吸光度スペクトルを算出した。

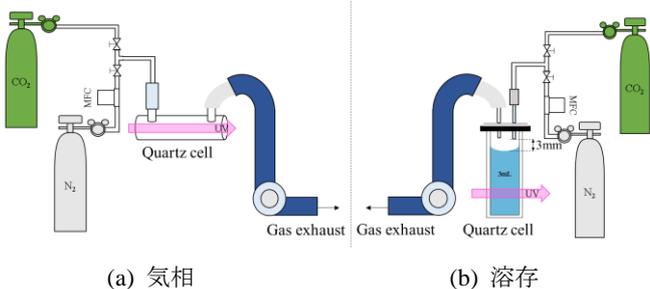


図1 炭酸ガスの紫外吸収分光測定方法

3. 実験結果と考察

気相炭酸ガスの吸光度スペクトルを図2に示す。気相炭酸ガスの吸光度スペクトルは 270nm 付近から僅かに吸収が見られ、210nm 付近から急激に吸収が増えた。また、190-400nm の波長域では特徴的なピークはなかった。

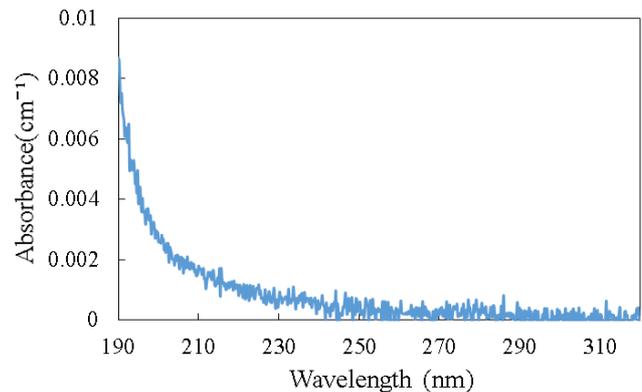


図2 気相炭酸ガスの吸光度スペクトル

溶存炭酸ガス (流量 300scm) の吸光度スペクトルを図3に示す。310nm 付近から吸収が増え、特に 190-200nm の波長域で吸収が大きくなった。時間経過とともに吸光度は増大した。195nm、215nm、250nm 付近に特徴的なピークが現れた。

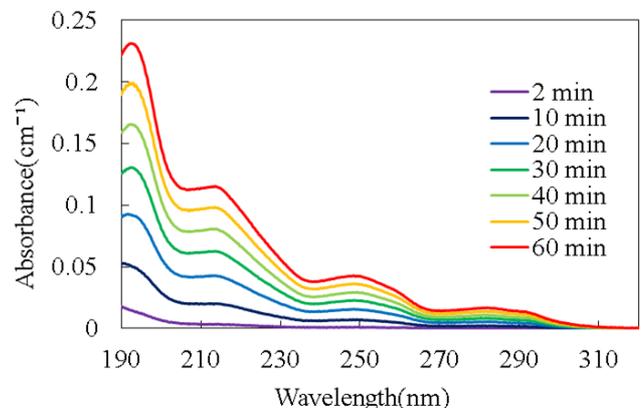


図3 溶存炭酸ガス (流量 300scm) の吸光度スペクトル

気相炭酸ガスと溶存炭酸ガスの吸光度スペクトル形状が大きく異なる結果となった理由について考察する。炭酸ガスが脱イオン化水に溶解することで炭酸水素イオン (HCO_3^-) 発生による吸収も影響していると考えられる。

4. まとめ

紫外吸収分光法により、炭酸ガスの気相と溶存の吸光度スペクトルを測定した。気相と溶存で比較すると吸収を持つ波長域と吸光度スペクトルの形状が異なった。

参考文献

- [1] 大前巖 (編), “二酸化炭素と地球環境 利用と処理の可能性”, pp.80
- [2] Jun-seok oh *et al.*, J. Photopolym. Sci. Technol., Vol 29, No. 3 (2016)
- [3] Hayato Saito, Naohiro Manago, Kenji Kuriyama, Hiroaki Kuze, “Near-infrared open-path measurement of CO₂ concentration in the urban atmosphere”, Optics Letters, Vol.40, No.11, pp2568-2571 (June 1, 2015)
- [4] Hannelore Keller-Rudek, Geert K. Moortgat, Rolf Sander, Rüdiger Sörensenl, “The MPI-Mainz UV/VIS Spectral Atlas of Gaseous Molecules of Atmospheric Interest”, www.uv-vis-spectral-atlas-mainz.org, 参照年月日 2019年2月5日