

助成年度：平成3年度

[所属] 早稲田大学 教育学部
[役職] 教授
[氏名] 代表者 桜井 英博 (他計3名)

[課題]

植物の亜硫酸ガス感受性に関する生理学的研究

[内容]

亜硫酸ガス (SO_2) は主要な大気汚染物質の一つであり、動物よりも植物に低濃度で被害を与える。植物の感受性が高いのは、植物に固有な反応である光合成電子伝達系によって生成する O_2^- が SO_2 と反応して、連鎖反应的に HO などのより反応性の高い活性酸素分子種を生じるためだと考えられている。増大した活性酸素によって光合成系がどのように損傷を受けるか、 SO_2 による傷害がまずどの部位で起こり、それがどのように拡大していくかに関しては、いまだ不確かな点が多い。本研究では、植物の SO_2 による傷害発生の機構及びその経過に関して以下に述べる研究 I - III を行った。

I. SO_2 傷害効果と細胞外液の pH に関する研究：

ゼニゴケ懸濁培養細胞は 5mM NaHSO_3 処理ののち光照射すると光合成系が失活したが、緑藻 *Chlamydomonas*、3種の *Chlorella* では 20mM でも失活しなかった。感受性の差が生じる原因について研究したところ、 NaHSO_3 接触時の培養液 pH が大きな影響を持つことが判った。 NaHSO_3 処理時の pH を変え、光失活処理はすべて中性 pHで行ったところ、光失活は NaHSO_3 処理時の pH および時間に依存していることが判った。3種の *Chlorella* では、 KHSO_3 濃度 20mM で 20 分間処理したが、処理時の pH が 7.0 ではその後の光照射によって失活が起らなかったが、5.1 以下では失活が起こり、pH が低いほど顕著であった。*Chlamydomonas* でも NaHSO_3 濃度 10mM 、暗処理時の pH 4.0 で 5 分間処理を行うと、光合成活性はその後の光照射によって著しく阻害されたが、pH 5.0 以上では阻害はごく僅かしか起らなかった。また、同じ pH でも他の塩類、特に多価カチオン (La^{3+}) の共存によって KHSO_3 の効果が著しく高められることが判った。

pH の影響を説明する一つの考えは、これが細胞の表面電位に基づくとするものである。中性付近の pH では、一般に植物細胞は全体として負に帯電していると考えられる。この領域では H_2SO_3 の大部分は 1 価アニオン (HSO_3^-) として存在しており、細胞表面と静電的に反発するため細胞表面における有効濃度は低く、細胞に取り込まれにくい。溶液の pH を下げていくと細胞表面の負電荷は減少し、 HSO_3^- の細胞表面における有効濃度が上昇するため細胞に取り込まれやすくなり、その後の光失活が激しくなる。この結果は、自然界における植物の SO_2 による被害を考える上で重要だと思われる。 SO_2 は酸性雨あるいは酸性霧とともに植物に接触するとき植物に取り込まれやすくなり、その後の光照射によって被害が増強される複合汚染の可能性が指摘される。

II. 蛍光の誘導期現象を利用した光傷害の経過に関する研究：

暗所に置いた植物に連続光を当てると蛍光は複雑な時間経過をたどるが、この蛍光誘導期現象 (Kautsky 効果) を利用することにより光合成系の活性変化を推定することが出来る。蛍光誘導期現象を利用して SO_2 による光合成系の損傷について更に研究を行った。その結果、光、 NaHSO_3 処理により、光科学系 I の還元側の失活と光化学系 II の酸化側の失活が起こっていることが判った。

III. 活性酸素傷害に対する防御系の研究：

植物の SO_2 にたいする防御機構の研究には、自然界において SO_2 濃度の高い所に生育している植物の調査が研究の手がかりを与えてくれると考えられる。火山性の SO_2 噴気孔（八甲田山）近くに自生するオオイタダリのアスコルビン酸、グルタチオン含量を対照区のものと比較した。その結果、噴気孔近くの植物は、アスコルビン酸含量は高いが、グルタチオン含量は高くないことが判った。

「研究成果発表」

研究Ⅱ、Ⅲについては、the 11th International Congress on Photobiology（第11回国際光生物学会議、1992年9月7-12日、京都）において発表した：

Enhanced photoinhibitory effects of SO_2 on photosynthetic systems.