

問題 12. 金コロイドによるビタミン C の迅速定量法

貴金属コロイドは 5000 年以上の歴史を持つ古来の顔料である。紀元前 6 世紀に製造され、現在は大英博物館にて保存されているリュクルゴスの聖杯はこの典型例であり、金や銀など様々な金属のコロイドを含んでいる。また、リュクルゴスの聖杯は神秘的な二色性を持っている。通常の照明条件では下の写真の左側のように緑色だが、聖杯の中に光源を入れると右側のように赤色になる。現代の分析手法により、二色性はコロイド状ナノ粒子の種類、大きさ、分散度と密接に関わっていることが明らかとなった。



図 11.1 リュクルゴスの聖杯

金のナノ粒子は典型的な貴金属コロイドであり、非常に高いモル吸光係数や合成の容易さ、コストの低さにより分析化学で広く用いられている（金コロイドイムノアッセイなど）。一般に、金コロイドの合成は塩化金酸（テトラクロリド金(III)酸）と還元剤（ビタミン C など）の酸化還元反応により行われ、多くの金原子からなるナノ粒子が生成される。

12-1 金コロイド溶液は赤色である。最大の吸収ピークが現れるスペクトル領域を以下から選べ。

- (a) 紫外光 (b) 可視光 (c) 赤外光

12-2 金の固体の密度 ρ は 19.3 g cm^{-3} である。100 mL 中に塩化金酸試薬（分子量 394）が 41 mg 含まれている溶液から一様な金コロイド粒子を生成したところ、コロイド溶液の吸光度は 0.8 となった（訳注：吸光度測定時の溶液セルの長さは 1 cm とせよ）。テトラクロリド金酸は全て直径 10 nm の球状の金コロイド粒子へ変換されたとするとき、直径 10 nm の金コロイドに含まれる金原子の数を求めよ。また、コロイド溶液のモル吸光係数を求めよ。

12-3 植物抽出物は多くの還元剤を含んでおり（ビタミン C など）、金コロイドの合成に使用できる。植物抽出物 0.20 mL を過剰の塩化金酸と反応させ、粒径 10 nm の金コロイド溶液を生成した。水で希釈して溶液の体積を 1 mL にして希釈溶液の吸光度を求めたところ 0.3 であった。同じ植物抽出物を再び 0.20 mL 取り、同体積（0.20 mL）のビタミン C 標準溶液（ $5 \mu\text{g mL}^{-1}$ ）と混合して過剰の塩化金酸と反応させ、粒径 10 nm の金コロイド溶液を生成した。水で希釈して溶液の体積を 1 mL にして希釈溶液の吸光度を求めたところ 1.0 であった。植物抽出物中のビタミン C の濃度を求めよ。（訳注：吸光度測定時の溶液セルの長さは 2 回の測定で等しい）