

## 実験問題 P5: ワイン畑を保護する

ブドウをカビの被害から守るために、フランス南西部のボルドー地方のワイン畑では「ボルドー液」と呼ばれる散布薬が使われてきた。ボルドー液の原料となる固体は硫酸銅 (II)  $\text{CuSO}_4$  と消石灰  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  を混合して作られる。本問題ではボルドー液の原料となる固体混合物中の銅の定量について考えよう。



「ボルドー液」が使われたワイン畑

Picture from Pg1945, under CC BY-SA 3.0 license (Wikipedia page “Bordeaux mixture”)

### 試薬

ボルドー液の原料となる 固体混合物		H302-H315-H319-H410; P264-P273-P280-P337 + P313-P391-P501
0.001600 M ヨウ素酸カリウム ( $\text{KIO}_3$ ) 標準溶液		
0.0200 M チオ硫酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 溶液		
ヨウ化カリウム (KI)		H372; P260-P264-P270-P314-P501
1 M 硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )		H290-H315-H319; P302 + P352-P305 + P351 + P338
1 M アンモニア ( $\text{NH}_3$ ) 水	腐食性	H315-H318-H412; P280-P305 + P351 + P338 + P310
0.02000 M 硫酸銅 (II) ( $\text{CuSO}_4$ ) 標準溶液		H411; P273
脱イオン水		

### ガラス器具、装置

ビュレットクランプ付きスタンド 1

250 mL 三角フラスコ 1

濾紙 1

漏斗(溶液を移し替えるため) 1

250 mL 滴定用フラスコ(コニカルビーカーなどが好ましい) 3

電子天秤 1 (最小目盛:0.1 mg)

25 mL ビュレット 1  
250 mL 栓付きメスフラスコ 1  
20 mL ホールピペット 1  
5 mL メスピペット 3  
50 mL メスシリンダー 1  
10 mL メスシリンダー 1  
秤量皿 3  
スパチュラ 1  
アルミニウム箔  
100 mL ビーカー (溶液を移し替えるため)  
吸光度計 1 (前もって 610 nm で較正すること)  
UV-VIS 吸光度測定用プラスチック製光学セル 1 ( $l = 1.0$  cm)  
試験管台 1  
15 mL 試験管 7  
2-3 mL プラスチック製パストゥールピペット 7  
安全ピペッター 1  
ビーカー (溶液を移し替えるため)

## 銅のヨウ素滴定

1. ボルドー液の原料となる固体混合物を約 1g 精確に量りとる (質量を記録すること)。250 mL 三角フラスコに移し入れ、約 50 mL の脱イオン水と 5 mL の 1 M 硫酸を加える。三角フラスコを 5 分間 (溶液の色が変化しなくなるまで) 攪拌する。
2. 濾紙と漏斗を使って、溶液すべてを 250 mL メスフラスコに移し入れる。使用した三角フラスコおよび使用した濾紙を注意深く洗いこみ、溶液を均一に保ちながらメスフラスコの標線まで脱イオン水を加えよ。この溶液を **S<sub>BM</sub>** とする。
3. ビュレットに 0.0200 M チオ硫酸ナトリウム溶液を加える。
4. 0.001600 M ヨウ素酸カリウム標準溶液 20.00 mL を 250 mL 滴定用フラスコに入れる。これにヨウ化カリウム 2 g、脱イオン水 25 mL と 1 M 硫酸 10 mL を加え、ヨウ化カリウムが完全に溶けるまで攪拌する。滴定用フラスコに栓をして、5 分間暗所に放置する (アルミニウム箔で覆うか保管庫にしまうこと)。
5. 0.0200 M チオ硫酸ナトリウム溶液で滴定する。滴下量  $V_1$  を記録し、必要な回数だけ滴定を繰り返すこと。

- 20 mL ホールピペットを用いて、溶液 **S<sub>BM</sub>** 20 mL を 250 mL 滴定用フラスコに移す。1 M 硫酸 5 mL とヨウ化カリウム 5 g を加え、ヨウ化カリウムが完全に溶けるまで攪拌する。滴定用フラスコに栓をして、5 分間暗所に放置する(アルミニウム箔で覆うか保管庫にしまうこと)。
- 0.0200 M チオ硫酸ナトリウム溶液で滴定する。滴下量  $V_2$  を記録し、必要な回数だけ滴定を繰り返すこと。

### データの分析

- チオ硫酸ナトリウム溶液の標定(濃度決定)において起きた反応をすべて書き出せ。
- チオ硫酸ナトリウム溶液の正確なモル濃度を算出せよ。
- 溶液 **S<sub>BM</sub>** の銅のヨウ素滴定(準備と滴定の操作すべてを含む)において起きた反応をすべて書き出せ。
- 溶液 **S<sub>BM</sub>** に含まれる銅のモル濃度を決定せよ。
- ボルドー液の原料となる固体に含まれる銅の質量パーセント(%Cu)を算出せよ。

### 分光学を使った銅の濃度の決定

ヨウ素滴定で得られた結果を確かめるために、分光学的な方法を使って銅を定量してみよう。測定には銅のアンミン錯体を用いる。ボルドー液のほかにも、既知の濃度の銅溶液を用意し、過剰量のアンモニア水と混合して測定を行う。

試験管番号 #	0	1	2	3	4	5	ボルドー液
0.0200 M 硫酸銅溶液	0.0 mL						0.0 mL
1 M アンモニア水	5.0 mL						5.0 mL
脱イオン水	5.0 mL						0.0 mL
溶液 <b>S<sub>BM</sub></b>	0.0 mL	0.0 mL	0.0 mL	0.0 mL	0.0 mL	0.0 mL	5.0 mL

13. 設問 11 で計算した **S<sub>BM</sub>** 溶液の濃度を用いて、銅についての較正曲線を作成するために用いる各溶液の濃度を決定して、上表に書け。
14. 表に従ってすべての溶液 (**0** から **5**、及び「**ボルドー液**」) を試験管内に用意する。
15. 610 nm におけるそれぞれの溶液の吸光度  $A$  を記録する。
16. 試験管 **0**~**5** について、吸光度  $A$  を銅のモル濃度に対してプロットする。
17. このプロットを使って溶液 **S<sub>BM</sub>** に含まれる銅のモル濃度を決定せよ。ボルドー液の原料となる固体混合物に含まれる銅の質量パーセント (%Cu) を算出して、それをヨウ素滴定の結果と比較せよ。