



ビスマスの結晶の形の決定

大阪府立天王寺高等学校

1.研究概要

ビスマスは原子番号83番の元素であり安定した元素の中では最も原子量が大きく、融点が271.4度という特徴がある。私たちは、そんなビスマス結晶の形、特にビスマス樹について研究している。ビスマスの結晶はほかの金属とは違い骸晶構造をとっており、それがビスマス樹の形にどう影響しているのかを調べている。

2.目的

ビスマス樹を作成し、その生成速度をコントロールしたうえで、ビスマス樹の形を観察する。

骸晶構造・・・結晶の隅や稜の部分だけ急速に成長することで平面の形成が追いつかず、凹んだ不完全な面に囲まれた形をした結晶

3.実験方法

- ①ビスマスを濃硝酸に溶かし、硝酸ビスマス(Ⅲ)の水溶液を作成した。 $\text{Bi} + 6\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{NO}_2$
- ②亜鉛に硝酸ビスマス(Ⅲ)水溶液を滴下し、ビスマス樹を作成した。 $2\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Zn} \rightarrow 3\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Bi}(\text{ビスマス樹})$
その際、1)硝酸ビスマス(Ⅲ)水溶液のみ、2)硝酸ビスマス(Ⅲ)水溶液にEDTA(EDTA-4Na)を加えたもの、3)硝酸ビスマス(Ⅲ)水溶液にグリシンを加えたものの3種類の方法を試した。
- ③②の亜鉛をマグネシウムに変え、同様に実験した。(マグネシウムは亜鉛よりもイオン化傾向が大きいいため、生成速度を速める目的)
 $2\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Mg} \rightarrow 3\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Bi}(\text{ビスマス樹})$
- ④作成したビスマス樹を顕微鏡(600倍)で観察した。 $2\text{Bi}^{3+} + 3\text{EDTA}^{4-} - 4\text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{Na}_4[\text{Bi}_2\text{EDTA}_3]$ $\text{Bi}^{3+} + 6\text{Gly}^- \rightleftharpoons [\text{Bi}(\text{Gly})_6]^{3-}$

4.結果

実験1 硝酸ビスマス(Ⅲ)水溶液を滴下後、10分ごとに様子を観察し、60分放置した。

	開始前	10分後	20分後	30分後
Zn				
Mg				
	なし Gly EDTA-4Na	なし Gly EDTA-4Na	なし Gly EDTA-4Na	なし Gly EDTA-4Na
Zn				
Mg				
	なし Gly EDTA-4Na	なし Gly EDTA-4Na	なし Gly EDTA-4Na	

成長速度
 ・Mg > Zn
 ・ $\text{Bi}^{3+} > [\text{Bi}(\text{Gly})_6]^{3-} > \text{Na}_4[\text{Bi}_2\text{EDTA}_3]$

実験2 それぞれのビスマス樹の形を顕微鏡で確認した。

写真 (×600)	Zn		Mg	
拡大図				
溶かした金属	Zn	Zn	Mg	Mg
生成阻害物質	なし	EDTA	なし	EDTA-4Na

生成阻害物質を入れることによってイオン濃度が下がり、樹の細さが厚くなった。

5.考察

- ・何も入れていない方は均一にBiイオンが分布しているため、より広がるように樹が形成されているが、キレート剤を用いるとイオン濃度が小さくなり、樹付近でBiイオンが還元され、Biイオンがさらに少なくなっている。その状態から樹付近でBi錯体がBiイオンに変化するから形が複雑になるのではないかと。また、反応速度が大きいほどBi樹のデンドライトのアームの数が多くなっていて、直線状に広がりやすく、逆に反応速度が小さいと樹が厚くなり、アームが少なくなるのではないかと。
- ・Biイオン濃度が大きいほどマクロなデンドライトが見られるのではないかと。

6.今後の展望

電流を流すことで生成速度を大きくし、ビスマス樹の生成速度と形の関係を調べたい。また、ビスマス以外のほかの金属樹を作成して調べ、ビスマスと他の金属の違いを調べ、最終的には、ビスマス結晶がなぜ骸晶構造をとるのかについて調べていきたい。

7.参考文献

銅樹の生成量に対する種々の銅キレート錯体の還元電位と安定度の相関

大阪府立天王寺高校化学研究部