

スポットライト

～第6回「高校生・高専学生ポスター発表」優秀賞～

電気分解による平面的スズ樹の作製Ⅱ

東京都立小石川中等教育学校 5年

松本凜太郎 横井風羽

本校の先輩の平面的スズ樹の研究の実験⁽¹⁾を見て、私たちはスズ樹の性質に大変興味を持った。その研究では、スズよりもイオン化傾向が大きい金属をスズイオンが含まれる溶液に入れる方法や、負極に亜鉛を用いたダニエル電池をつくり、正極からスズ樹を析出させる方法によってスズ樹を作製していたが、私達は電気分解によってもスズ樹を作製できると考えて挑戦し、実際に作製に成功した(以後、電気分解型スズ樹と記す)。電気分解による析出では電流や電圧を制御して実験できる利点があり、調べる価値が大いにあると感じ、研究を始めた。

研究は、スズ樹の形状、太さ、成長速度などを自由に制御することを目標とした。そのために、溶液の濃度、電圧、電流といった条件を変えて実験した。

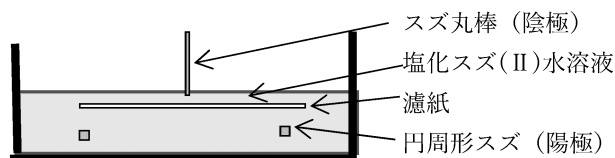
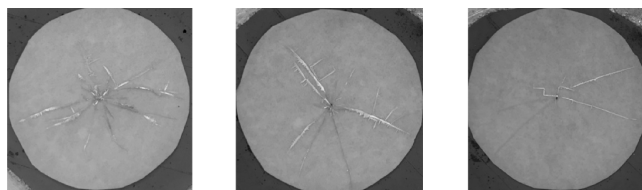


図1 電気分解型平面的スズ樹の実験装置。

図1に示すように、容器(直径190 mm、高さ30 mm)にろ紙(直径55 mm)をのせ、その上に円周形スズ板(陽極)(外径95 mm、肉厚8 mm)と丸棒形のスズ(陰極)(直径1 mm、長さ20 mm)をのせ、容器に塩化スズ(Ⅱ)水溶液($0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 40.0 mL)と濃塩酸($12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 1.0 mL)を入れ、陽極と陰極を直流電源と接続した。0.70 Vの電圧を印加すると中心の陰極から、周囲の陽極に向かってスズ樹が放射状に成長した。イオン化傾向型の析出では約1時間で直径55 mmにスズ樹が成長した⁽¹⁾が、電気分解型で0.7 Vの電圧を印加した場合は、160 sで直径55 mmにスズ樹が到達した。この時点で電源を切り、到達時間をスズ樹の成長時間とした。また、デジタルマルチメーターを用いて電流を連続的に記録して考察に用いた。

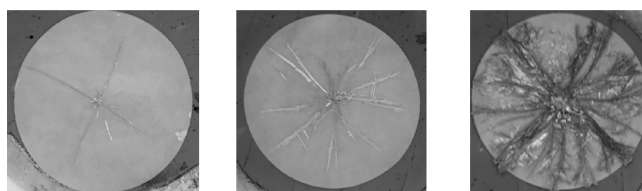
図2に示すように、塩化スズ(Ⅱ)水溶液の濃度が $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ より $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ の方が、スズ樹は細く析出し、直径55 mmに到達する時間が短かった。濃度が高いほど析出・成長方位が限定される傾向があった。



① 0.20 mol/L 55 mm 到達時間: 160 s
② 0.30 mol/L 55 mm 到達時間: 117 s
③ 0.50 mol/L 55 mm 到達時間: 41 s

図2 スズ樹の析出形態の塩化スズ(Ⅱ)濃度依存性。(電圧制御, 電圧: 0.70 V)

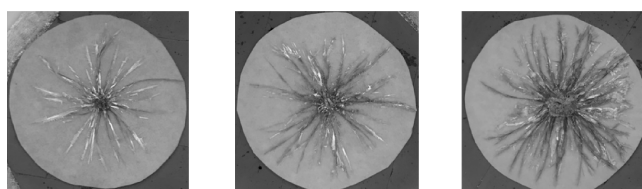
図3に示すように、電圧は0.50 Vより5.00 Vがスズ樹の枝幅は太くなったが、成長速度はあまり変わらなかった。



① 0.50 V 55 mm 到達時間: 166 s 平均電流: 0.0266 A
② 1.00 V 55 mm 到達時間: 141 s 平均電流: 0.0589 A
③ 5.00 V 55 mm 到達時間: 102 s 平均電流: 0.522 A

図3 スズ樹の析出形態の印加電圧依存性。(塩化スズ(Ⅱ)水溶液の濃度: $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

図4に示すように、定電流電源装置を用いて電流値の影響を比較すると、電流値が大きいほどスズ樹の枝幅が太く成長したが、成長速度は変わらなかった。電圧・電流を変えたときの結果は極めて似ているため、どちらも電流の変化に伴うスズの析出量の変化による影響だと考察した。



① 0.10 A 55 mm 到達時間: 137 s 平均電圧: 1.52 V
② 0.20 A 55 mm 到達時間: 94 s 平均電圧: 2.39 V
③ 0.30 A 55 mm 到達時間: 100 s 平均電圧: 3.96 V

図4 スズ樹の析出形態の電流依存性。(塩化スズ(Ⅱ)水溶液の濃度: $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

スズ樹の成長の様子に与える濃度と電流の影響が異なっていることに注目して、デジタルマイクロスコープを用いて微細な結晶形態の違いを調べた。その結果、濃度が高くなると、スズ樹の進む向きと直角方向に伸びる枝結晶が少なくなることがわかった。(図5)

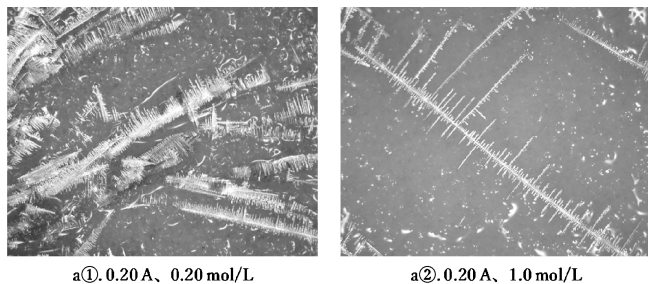


図5 スズ樹結晶の微細構造の濃度依存性.

電流を大きくすると、スズ樹の進む向きと直角方向に伸びるスズ樹が多くなることわかった。(図6)

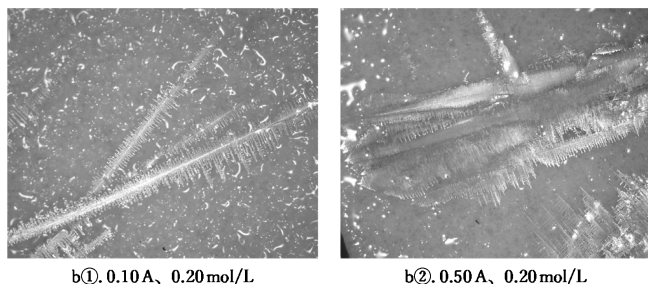


図6 スズ樹結晶の微細構造の電流依存性.

金属学会のポスター発表では、『オリジナリティは何か.』『スズ樹の微細な成長の様子を細かく観察した方が良い.』など、的確な講評やアドバイスをいただき、研究を進めるため大いに役立てることができたことを感謝しております.

同時に、伝える技術の難しさやプレゼンの準備や練習が不十分であったことを感じたため、この経験を今後の研究発表に活かしていきたいと思っています.

文 献

- (1) 萩原千尋, 口石美咲, 興石真結子: 平面的に成長するスズ樹の研究II, 2019年度日本学生科学賞東京都最優秀賞作品. (2021年12月27日受理)[doi:10.2320/materia.61.294] (連絡先: 〒113-0021 東京都文京区駒込 2-29-29)