

教科書の裏側に密着!!

～“電気分解”に隠された真実～

理数科2年 橋 裕貴 尾崎 正悟
柴田 修 阿部 名月

1. 主題設定の理由

「教科書にある電気分解の反応は、実際にやってみると違った結果を得る場合がある」という事を耳にし、それに非常に興味を持ち、自分たちの手で実際はどうなのかを調べてみようと思った。

2. 目的

教科書を覆し、皆に化学の奥深さを伝える。

身の回りのものを電気分解し、析出・発生した物質の実態を暴く。

3. 実験(証明)・結果・考察

●『教科書を覆す』実験

(1) 予備実験 — 銅板の質量変化

○ 実験内容

極板には銅板、電解液には硫酸銅水溶液を使用した電解槽で電気分解を行い、電子やイオンの変化によって起る銅板の質量の変化を調べる。

⇒100mAで2分間電流を流し続け、質量の変化を調べる。

○ 仮説

電源から送られてくる電子と溶液中の銅イオン Cu^{2+} が結合し、陰極では元の銅板の質量が増え、また陽極では、陰極で増えた質量分減っているのではないか。

○ 結果

1度目: 電流は2V

・陽極側	13.537g → 13.541g	13.531g	オープンで水気を飛ばす
・陰極側	25.400g → 25.415g	25.401g	0.005gはどこに…!!

→ 考察

・基本電圧の設定ミス(1Aでていた。)

・銅板にビニールがついたまま使用していた。

⇒1回目の結果を踏まえて改善 ⇒低い時間で長時間、銅板のビニールをはがしておく。

○ 結果

2度目: 電流は 2.08V

- ・陽極側 13.440g → 13.435g
- ・陰極側 25.080g → 25.095g

0.01g はどこに…!!

→ 考察

- ・最初電源装置のつまみが0の状態でなく、グイーンとなったのが原因か…??

(2) 実験 — ニッケル・亜鉛の生成

○ 実験内容

極板には炭素棒(両極間は 5cm)、電解液には硫酸ニッケル水溶液(1mol/l)、硫酸亜鉛水溶液(1mol/l)をそれぞれ使用した電解槽で電気分解を行い、電子やイオンの変化によって起る極板の質量の変化を調べる。

⇒ 100mA で 10 分間電流を流し続け、質量の変化を調べる。

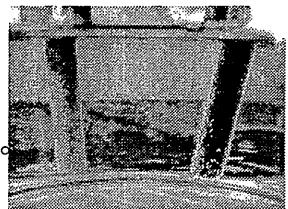
○ 仮説

イオン化傾向が大きいほどイオンになりやすいことから、H よりイオン化傾向の大きい Zn、Ni は析出されないはずである。

○ 結果

ニッケル ⇒

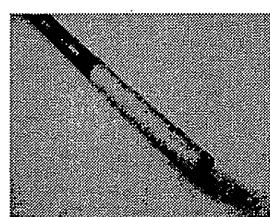
- 陽極側 : 大きな泡
- 陰極側 : 小さな泡が多く発生
- 気体の発生とともに、陰極側でニッケルが析出。



⇒ 結果を踏まえ、効率的に多くのニッケルを析出させるため、硫酸ニッケル水溶液の濃度を上げてみた。

…その結果、陰極の炭素棒がニッケルによってメッキされ、金属光沢が見られた。

亜鉛 ⇒ 陰極に気体が発生するとともに、亜鉛が析出。



○ 考察

電気分解における電解液は、水溶液の場合が多く、電気分解を行うと陰極側では H₂ が発生すると教科書は説明している。

K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au

つまり、イオン化傾向において、H よりも左側にある物質は電気分解では出てこない。

しかし、今回の実験では、H より左側にある Ni, Zn を析出することに成功した。よって、『教科書は嘘である』ということになる。また『電解液が水溶液であっても陰極にイオン化傾向の高い金属が析出されることがある』という事実を示すことにもなり得るのではないかと思われる。

これは、溶液中で電離した金属イオンと水素イオンのイオン化傾向の配置が近いためであると考えられる。したがって、 H_2 が発生したのと同時に、少量の金属イオンも単体となり析出された。また、電解液の濃度を上げることにより多くのニッケルが生成したことから、電解液の濃度もこれに関わっていて、濃度の違いによって析出される金属の量も変化すると思われる。

● 身近なものを電気分解してみよう

○ 実験内容

前実験より、私たちの身近にある飲料水などを電気分解してみると、思わぬ物質が析出する可能性があると思い、

- ①ミネラルウォーター ②サイダー ③コーラ ④トマトジュース ⑤豆乳
を電気分解してみた。

○ 仮説

上記5つの飲料水を電気分解することにより、何か面白い物質が析出されるのではないか。

○ 結果

① ミネラルウォーター

陽極・陰極ともに電流はほとんど流れない。(1mA程度)

→考察:ミネラルウォーターには不純物がなく、電気分解が起こらないのではないか。

② サイダー

陽極 : 大きな泡が発生

陰極 : 小さな泡が発生

→考察:炭酸が発生しているのではないか…?



BTB液を入れて性質を調べると、全体が黄色に変色。→酸性を呈した。

③ コーラ

陽極・陰極ともに細かい泡が多くなる。

→考察:コーラには電流がながれにくく、電離がほとんど起こらないと考えられる。

よって水の電気分解とほぼ同じ反応だと思われる。

つまり、コーラの反応は水の電気分解+CO₂の発生である。

④ トマトジュース

陰極・陽極ともに果汁のようなものが発生。

そこで、青色リトマス紙で各極の性質を調べて見たところ、陽極では赤色、陰極では変化なし

→考察:トマトジュースもただの水の電気分解と同じであると思われる。

⑤ 豆乳

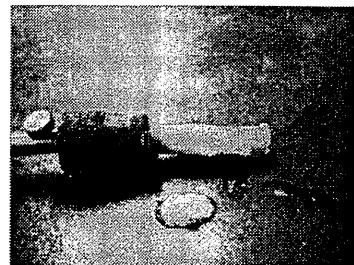
陰極：白い固体が発生

陽極：小さな泡が発生

そこで、青色リトマス紙で各極の性質を調べてみたところ、陽極では赤く変色し酸性、陰極では変化は見られなかった。

→考察：水の電気分解と同じと思われる。

また、この実験で陰極側に発生した白い固体の正体は…なんと豆腐だったのである！



では、なぜ豆腐ができたのか…？

→ 液中のコロイドには水分子が取り巻いており多量の電解質を加えることで、分子が引き離され、極板にくっつきやすくなる。

その結果、粒子が集合して大きな粒子となる。これを塩析といい、豆腐の生成はこの原理によってなされたものであるという仮説を立てた。

(時間の都合上、実際に証明することはできなかつた…。)

4. まとめ

私たちはこの課題研究を通して、電気分解に隠された真実が、なんと…教科書が真実を掲載していないということを証明することができた。このことで、目的としていた『教科書を覆す』ことができ、改めて、化学の奥深さに驚嘆させられた。しかし、身の回りの飲料水などを電気分解してみると、普通の水の電気分解であることに変わりはなかつた。

しかし、私たちが実験したのはほんの一部で、明確な証拠とはなり難いだろう。もっと研究時間があれば、より多くの物質を調べ、析出した物質が本当にニッケル・亜鉛であるのかを確認したり、身の回りの飲料水などを徹底的に電気分解し、水の電気分解以外の反応を起こすことができたりしたかもしれない。

私たちは、化学は教科書だけには收まりきれない、ミステリアスで奥深く、日々新たな発見が見出されていくという素晴らしい科目だといふことを痛感した。これからも化学を身近に感じていきたいと思った。

実験・発表をするにあたり、ご指導いただいた先生方には心から感謝申し上げます。

5. 感想

橋 裕貴：今回の体験により、勉強することは教科書を使うだけではないことを知りました。また、仲間と協力することも学びました。班長としての役割が頼りなかつたのではないかと思います。この課題研究の経験をこれからの学校生活及び社会活動に大いに活かしていきたいです。

尾崎 正悟：最初、化学について研究をするということになって、正直、不安でいっぱいでした。

でも、この課題研究を通して、僕は化学に対するイメージが少し変わりました。また、授業でもした電気分解を自分たちの手で行つたり、自分たちで考えた事を研究したり

することで、化学を身近に感じることができました。この経験を生かし、更に化学を好きになっていこうと思います。

柴田 修：“電気分解”というまだ授業で習っていないところを研究していたので、最初は何をしていましたかわからず、ただ先生の言われるままに実験をしていただけでした。しかし、何をしているかわかり始めてからは、実験が楽しくなりました。もう少し早く実験のおもしろさに気づけていればよかったです。以後こういう機会があれば、最初から真剣に取り組んでいきたいと思います。

阿部 名月：私たちは、この研究を進めるに当たって、まず“電気分解”とは何かを学びました。そして基本的な実験を行いましたが、失敗も多く、なかなか思うとおりにいかずに焦りを感じることもありました。しかし、班員みんなで試行錯誤して研究を進めるのは楽しく、化学の奥深さもたくさん知ることができました。この機会に化学への興味をいっそう深めていきたいです。