

特別企画

フェライト研究を探る

第1回 フェライト研究の基礎ができるまで

皆さんは、百年記念館の地下1階に、フェライト研究についての展示があるのをご存知だろうか。

本学で今日まで行われてきた研究の中には、人々の生活を大きく変えたものも少なくない。その中でも特に、カセット・ビデオテープなどに使われているフェライトは、“東工大の3大発明”の1つとまでいわれて

いるもので、現在のエレクトロニクス産業において欠くことのできないものとなっている。そして、今なお多種多様な用途が考えられ、実用化されている。

そこでランドフォールでは、フェライト研究の今日までの歩みを、

第1回：フェライト研究の基礎ができるまで (10号)

第2回：フェライトが脚光を浴びるまで (11号)

第3回：現在のフェライト研究 (12号)

の3回にわたって紹介していく。

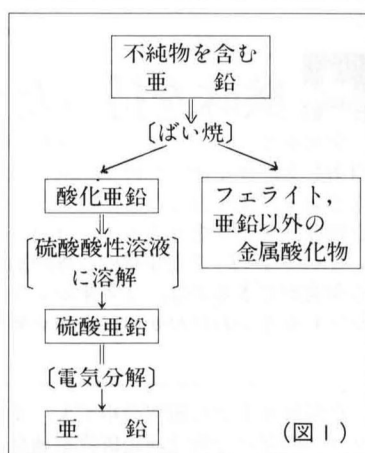
今回は第1回の“フェライト研究の基礎ができるまで”というタイトルで筆を進めていく。

＜研究のきっかけ＞

最初に、フェライトについて少し説明をしておく。フェライトとは、一般に $\text{MO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ という組成をもつ粉末状の鉄酸化物のことである (Mは2価の金属イオンのことである)。その代表的な例としては、マグネサイト (Fe_3O_4) が挙げられる。これは、金属酸化物と酸化鉄との粉末を混合し、圧縮成形をしてから燃焼することによって作られるものである。またフェライトには磁性をもつものがあるが、これらには温度やMの種類によって複雑に強さが変わるという特徴が見られる。ここでMに、2種以上の金属イオンを入れるとさらに複雑さを増す。

このような特徴をもつフェライトの研究が始まったのは、本学が大学に昇格した昭和4年のことである。しかし当初の研究内容は、フェライトそのものに関するものではなく、亜鉛精錬における亜鉛の収率を上げることが目的とした研究だった。

純粋な亜鉛を抽出する方法に、以下のような湿式精錬法がある。始めに、不純物を含む亜鉛をばい焼し、そこから酸化亜鉛 (ZnO) を取り出す。それを硫酸酸性溶液に溶解させて硫酸亜鉛 (ZnSO_4) にする。そして、最後にこれを電気分解して、陰極に純粋な亜鉛を析出させるのである (図1)。しかし、この方法には欠点がある。不純物を含む亜鉛をばい焼する際に、不純物の中に含まれていた鉄が酸化されて酸化鉄 (Fe_2O_3) となり、これと酸化亜鉛が結合して亜鉛フェライト ($\text{ZnO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) という全く別の物質となるために、酸化亜鉛そのものの収率を下げってしまうのだ。その結果、この方法によって理論的に得られる亜鉛の量を下回ることとなる。この亜鉛フェライトが生成されない方法の探求が、昭和4年に東工大に赴任なさった武井武博士の、当時電気化学学科科長であった加藤与五郎先生から与えられた研究課題であった。その時に武井先生が



(図1)

御覧になった雑誌に、「亜鉛フェライトは磁性をもつ」とあるのを見つけた。またアメリカでは、磁石を用いてフェライトを取り除いているという話も聞いていたこともあって、先生は“磁性”という2文字にひかれた。そのような事を考えながら、先生はフェライトの研究を始められたのである。

＜フェライト研究の開始＞

最初に博士は、手製のコイルと検流計を組み合わせて簡単な磁気測定装置を作られた。そして、酸化亜鉛(ZnO)と酸化第二鉄(Fe_2O_3)とを混合し、それを赤熱することによって生成した亜鉛フェライトを用いて実験をされた。しかし、これには磁性が見られなかった。そこで、酸化鉄を最初のときより多く混ぜてみると、今度は磁性が現れた。また試料の冷却や熱処理条件などによって磁性の強さが、複雑に変化する性質も発見された。次に簡単な磁気天秤を作り、それを使って亜鉛フェライトの磁性を測定された。その結果、磁性がより複雑に観測された。また同時に、亜鉛フェライトにマグネタイトが固溶するなど、推定可能なことがいろいろと増えてきた。このように、フェライトについてしだいに詳細が分かってきた。しかし、武井先生は亜鉛フェライト系だけでは不十分だと考え、亜鉛以外の当時知られていたフェライトを合成してその磁性なども測定された。

＜強磁性フェライトの発見＞

銅・カドミウム・ニッケル・マンガンのフェライトでは、条件によって磁性の強さが亜鉛フェライトより複雑に変化するので、測定が困難であった。しかし、武井先生はコバルトフェライト($\text{CoO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)の磁気臨界点の実験をしている時に、それが強磁性の物質であることを発見された。そこで、コバルトフェライトの粉末を棒状に圧縮成形し、磁場中で赤熱の温度から冷却してみたところ、強い磁石が得られた。先生はこの現象を学問的に究明しようとなさったが、当時(昭和5年)は磁気理論がまだそれほど確立されていなかったこと、先生が化学者であったことから手がつけられなかった。現在では、このように強磁性の合金、

あるいはフェライトを磁場中で高温から冷却して磁石を作ること、磁場冷却効果とよび、永久磁石材料の製造に利用されている。結局、先生はこのような学問的究明を諦めて、この現象の応用、つまり磁石の製造などを始められた。

＜磁石の製造＞

まず、コバルトフェライトから先程の方法で作った磁石の磁性を測定されたが、磁石として使うにはまだ弱すぎるのが分かった。また、いろいろな金属のフェライトを混ぜてみたがほとんど意味がなかった。しかし、コバルトフェライトにマグネタイトを固溶させたところ、磁性の強さが倍増した。さらに組成の組み替え、焼成温度、減圧程度、磁化方法などを調整することによって、より強い磁石を作ることになった。これは、それまでに出ていた磁石よりも強かったが、今までの金属磁石と全く異なるものなので、決め手となる用途がなかなか見つからなかった。しかし、三菱電機株式会社の協力のおかげで武井先生は、この磁石をOP磁石という名称で特許を取られたのだ。このOPという名称は、Ookayama PermanentとOxide Powerの2つともに通じるという理由から、加藤、武井両先生が相談してつけられたものである。そして昭和9年前後には、さらに性能が上がり、マグネットの将棋盤などの商品を作れるほどになった。

＜フェライト磁心の誕生＞

また、武井先生は磁心の研究も同時に進められていたのであるが、先生の研究室だけでは専門分野の違いなどで思うようにいかなかった。しかし、昭和9年に富士電機製造株式会社常務取締役の和田恒雄氏がこの磁心に注目され、武井先生の研究室と会社との共同研究をすることとな

り、電話線回路の装荷線輪の開発をすることとなった。そして、当時実用化されていたものの性能を上回るほどまでになったが、実用品として完成するにはまだ程遠かったので、昭和10年からは山崎貞一先生が中心となって、学校の研究室でこの研究を続けられた。

その後、山崎先生が作られたフェライト棒状磁心が測定の結果、ドイツのフェロカルトダストコアより性能が優れていることが分かり、これを用いて東京電気化学工業株式会社(現在のTDK)がオキサイドコアという名称で製品化して昭和12年に売り出した。ここで世界初のフェライト磁心が誕生したのだ。その後、電話機の3波器用としてCu-Zn系の環状磁心を開発するなど、会社では続々と新製品を生み出したが、社会の反応はあまりなかった。しかし、それでも会社は研究を断念せずに新製品の開発に情熱を燃やし続けたのである。

昭和11年頃から、磁石、磁心の両方とも企業の方で開発を進めていくようになったので、武井先生はこれらの開発研究を手伝う一方、その他に応用研究も始められた。その中には、磁気記録など現在でもかなり有名な研究内容も含まれている。これらの研究のおかげで、昭和4年頃には不要な物質だったフェライトが、脚光を浴び始めたのだった。

——第1回 完
(小野沢)