

PCB汚染変圧器の簡易処理・計測技術

背景・目的

平成14年に変圧器などの電気機器に微量のPCBが混入していることが確認された。混入が疑われる機器は多数存在するため、混入の有無を調べるPCBの測定技術や経済的な混入機器の処理技術の確立が求められている。

本課題では、PCBを迅速かつ安価に測定するPCBバイオセンサーの高度化、並びにPCBを精度良く測定する簡易機器分析技術の提案を行うとともに、経済的な低濃度PCB混入変圧器処理の実現を目指し、機器内部のPCBを絶縁油で洗浄する加熱強制循環洗浄技術及び課電自然循環洗浄技術の開発を行う。

主な成果

1. PCBバイオセンサーの高度化

当研究所が開発したPCBバイオセンサーの精度向上を図ってきた[V08053]。更なる高度化を目指し、絶縁油からPCBを迅速に分離できる減圧遠心濃縮法の導入や、バイオ素子(抗体)とPCBの反応をより明瞭な着色(赤色)として示す検出セルの改良などを行った(図1)。迅速測定法において、改良したPCBバイオセンサーの検出下限及び繰り返し測定精度は、環境省が示す簡易測定法の要件^{*1}を満たしていることを確認した。

2. PCB簡易機器分析技術の提案

絶縁油成分とPCBの分子の大きさの差を利用して両者を分離するゲル浸透カラム分離、及び2種類のシリカゲルを積層した多層カラム分離を順次行うことで、絶縁油からPCBを簡便に分離・精製できる技術を開発した。また、精製したPCBを電子捕獲検出器付きガスクロマトグラフィーで精度良く分析することも立証した。簡易定量法において、開発した機器分析技術の検出下限、繰り返し測定精度、及び現行の公定法との相関は、環境省が示す簡易測定法の要件^{*1}を満たしていることを確認した(図2)[V09023]。

3. 低濃度PCB混入変圧器洗浄実証試験

PCBが混入した変圧器(定格50～200kVA、油量88～250L、PCB濃度37～73mg-PCB/kg-油)の混入油を非混入油(洗浄油)に入れ替えた後、洗浄試験を行った。使用済み機器を対象とした加熱強制循環洗浄の実証試験では、加温した洗浄油を機器内で72時間から132時間循環させて機器内部のPCBを洗浄した。使用中機器を対象とした課電自然循環洗浄の実証試験では、変圧器が通常使用されている条件を模擬した通電により、機器内部の発熱を促すことで洗浄油を加温し、最長190日間洗浄した。両試験において洗浄後に、変圧器を解体して部品に含まれるPCBを分析した結果、PCB無害化処理における基準を満足するまでPCBが除去されていた。したがって、加熱強制循環洗浄及び課電自然循環洗浄により、低濃度PCB混入変圧器からPCBを除去できることが実証された(図3)。

* 1：環境省「絶縁油中の微量PCBに関する簡易測定法マニュアル」平成22年1月

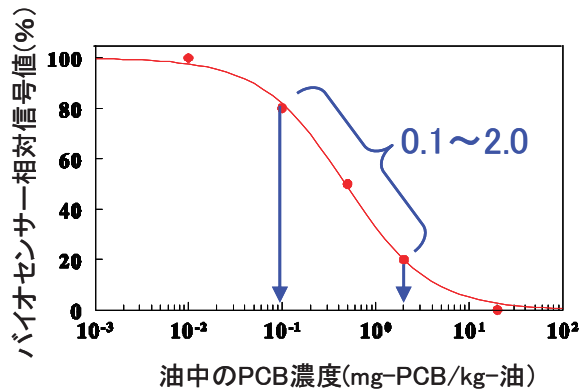


図1 バイオセンサーの高度化

改良した検出セルではPCBがない場合に明瞭な赤色を示す。また、改良したPCBバイオセンサーの検出下限は0.1mg-PCB / kg-油、繰り返し測定精度は変動係数30%以内となった。

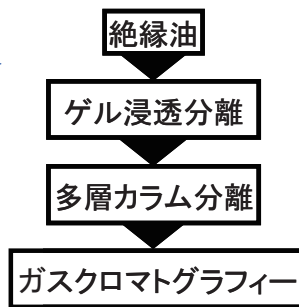
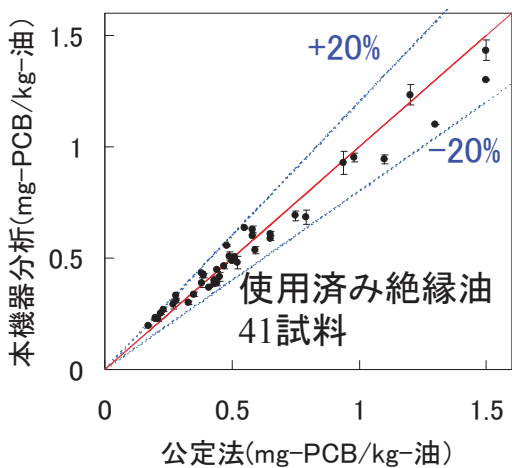


図2 ゲル浸透分離を利用した機器分析

開発した機器分析技術の検出下限は0.02mg-PCB / kg-油、繰り返し精度は変動係数3.7%以内、現行の公定法との測定誤差は±20%以内であった。

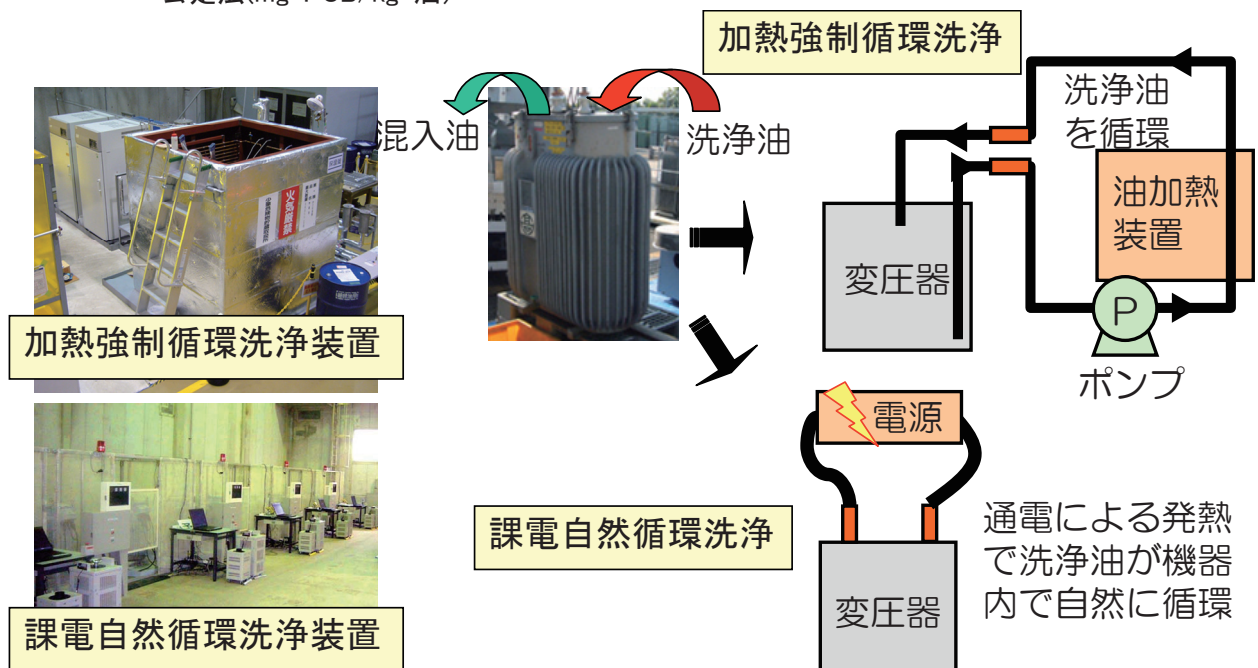


図3 加熱強制循環洗浄装置及び課電自然循環洗浄装置と洗浄処理の概念図