

低濃度 PCB 汚染物に関する
原因究明調査報告書
概 要 版

平成 17 年 5 月

低濃度 PCB 汚染物対策検討委員会
原因究明ワーキンググループ

1. はじめに

平成 12 年 7 月、(社)日本電機工業会(以下「JEMA」という)会員企業の 3 社に対して、ユーザーからポリ塩化ビフェニル(以下「PCB」という)を使用していないとする変圧器に充填された電気絶縁油から微量の PCB が検出された旨の連絡があった。これを受け JEMA では、会員企業に対して過去における PCB 検出事例の有無の確認、電気機器の製造工程及び当該機器に使用した電気絶縁油について調査した結果、6 社が製造した一部の電気機器には PCB 不含見解の得られない再生電気絶縁油(以下、「再生絶縁油」という)が使用されており、微量 PCB 混入の可能性が否定できないことが判明したため、この調査結果を平成 14 年 7 月に経済産業省及び環境省に対して「微量 PCB 検出にかかる調査について」として報告した。

この報告に対し、環境大臣及び経済産業省製造産業局長は、平成 14 年 7 月 12 日付け通達により、JEMA 及び微量の PCB 検出事例等があった 10 社に対して、① PCB 含有の判別を行う調査、②原因の解明、③関連ユーザーへの情報提供等の指示をしたことから、JEMA では電気機器を製造する会員企業 26 社で構成する「微量 PCB 検出変圧器等対策検討委員会」を設置し、電気絶縁油及び PCB の使用状況を調査するほか、電気絶縁油メーカーの協力を得て微量 PCB 混入原因の解明調査を実施し、平成 15 年 11 月に「変圧器等への微量 PCB の混入可能性に関する調査結果について」(以下「JEMA 報告書」という)として、経済産業省及び環境省に報告した。

JEMA 報告書における調査は、主として電気機器メーカーにおける使用電気絶縁油の状況、PCB 不含確認状況、電気絶縁油入り電気機器の種類と生産台数、製造工程での人的要因も含めた混入の可能性調査、電気機器に使用した部品・材料等の調査、微量 PCB 検出事例のあった機器メーカーが自社の製造機器に対して新たに充填されている電気絶縁油の PCB を分析したサンプル調査、ユーザーからの検出事例連絡を基にした調査、並びに電気絶縁油メーカーの原料調達・精油工程・輸送から機器メーカーの製造工程等を経て納入後の機器における混入の可能性まで広範囲に実施されたものの、電気絶縁油のライフサイクル上のどの段階で微量 PCB が混入したかについての原因解明と汚染範囲の特定には至らなかった。

経済産業省及び環境省は、JEMA 報告書による電気絶縁油中の低濃度 PCB は変圧器等電気機器内部に密閉された状態にあり、直ちに生活環境への影響が懸念されるものではないが、このような低濃度 PCB 汚染電気絶縁油が充填している変圧器等電気機器については、その実態を踏まえ PCB 廃棄物として確実かつ適正に対応する必要があると判断し、電気絶縁油のライフサイクルに係わる全ての関係者の協力を得て追加調査を行い、原因究明を図るとともに、低濃度 PCB 汚染電気機器に対する特定や対応の基本的方向を検討するために、共同して平成 15 年 12 月 26 日、専門家 8 名からなる「低濃度 PCB 汚染物対策検討委員会」(委員長：永田勝

也 早稲田大学理工学部機械工学科教授) を設置した。

また、同委員会のもとで関係業界等の協力を得て汚染原因究明に係わる情報の収集、整理等を行うために、「原因究明ワーキンググループ」(主査：宮崎 章 産業技術総合研究所つくばセンター西事業所管理監、副主査：酒井 伸一 国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター長) を平成16年2月9日に設置した。

なお、調査を進める過程の平成16年2月には、電気絶縁油を用いる地中送電線として設置されているOFケーブルの電気絶縁油からも低濃度のPCBが検出され、明確な混入原因が究明できなかったとする内容の報告「OFケーブル設備からの微量PCB検出とその対応について」(以下「OFケーブル報告書」という) が電線メーカー9社から経済産業省に対して行われたため、OFケーブル中の電気絶縁油の低濃度PCB混入原因についても併せて調査を進めることとした。

本報告書は、以上のような経緯に基づく、原因究明ワーキンググループによる電気機器に使用されている電気絶縁油への低濃度PCB混入の原因究明に関する調査報告書である。

2. 調査の目的及び調査概要

2.1 原因究明調査の目的

JEMA報告書及びOFケーブル報告書の検証並びに変圧器等及びOFケーブルに係わる電気絶縁油のライフサイクル関係者に対する調査等により、変圧器等及びOFケーブルに使用されている電気絶縁油の低濃度PCB汚染の原因究明を行うとともに、変圧器等及びOFケーブルに使用されている電気絶縁油の低濃度PCB汚染範囲の特定やその処理に必要な基礎的情報を収集することを目的とした。

2.2 各調査項目及び調査概要

原因究明調査は、JEMA報告書及びOFケーブル報告書並びにそれらの関連データ等を基礎資料として活用するとともに、委員、専門委員の共有情報として調査の背景となる調査前提についても事前に極力収集、整理した上で、電気絶縁油のライフサイクルの観点で調査が不十分であったとされる内容を中心に、電気絶縁油のライフサイクルに係わる関係業界等の協力を得て、アンケート及びアンケートに基づく現地ヒアリングを実施した。併せて、変圧器等及びOFケーブルに使用されている電気絶縁油のPCB分析情報を収集し、整理・解析した。

また、調査を進める中で低濃度PCBの検出事例は複数の混入原因が想定され、原因の特定には困難を極めたことから、想定される混入原因が少ない検出事例を抽出し、その対象機器の混入原因を究明する追跡調査を実施した。また、同じく調査を進める中で一部の電気絶縁油メーカーにおいてPCB規制以前にPCB

添加潤滑油の製造が行われていたことが判明し、潤滑油の製造及びリサイクルの工程で電気絶縁油等へのPCB混入の可能性が懸念されることとなった。このため、経済産業省では、電気絶縁油メーカーを対象にPCBを含有した電気絶縁油以外の潤滑油等の製造・再生状況等におけるPCB管理状況等及びPCBメーカーを対象にPCBの当時の販売先、製品特性と使用用途、出荷荷姿、回収等についてアンケート調査を実施した。

なお、原因究明を行うに当たっては、国内でPCBが製造されていなかった1953年以前、PCBが優れた特性と安定した品質を有することから国内で製造され、電気絶縁油として使用され、取扱い者に有害性の認識がなかった1954～1972年、カネミ油症事件（1968年）をきっかけにPCBの有害性が明らかになり製造が中止となった1973年以降、再生絶縁油の使用が中止となった1990年以降とそれぞれの年代におけるPCBに関する取扱い者の認識や実態を踏まえて、原因究明調査を通して得たデータ及び資料等を整理・解析することにより原因究明結果としての原因者特定、汚染機器種類の特定、製造年代の特定等を行うことを試みた。

原因究明調査で実施した調査及びデータ収集は以下のとおりである。

- (1) 原因究明アンケート
 - ① 電気絶縁油メーカーアンケート（18社）
 - ② 合成電気絶縁油メーカーアンケート（10社）
 - ③ 電気機器メーカーアンケート（19社）
 - ④ 機器ユーザーアンケート（44社）
- (2) 経済産業省アンケート
 - ① PCB含有製品メーカー及び潤滑油等の再生事業メーカーアンケート（18社）
 - ② PCBメーカーアンケート（2社）
- (3) 現地ヒアリング
 - ① 電気絶縁油メーカーヒアリング（6社）
 - ② 電気機器メーカーヒアリング（6社）
 - ③ OFケーブルメーカーヒアリング（1社）
- (4) 低濃度PCB混入原因が限定される検出事例における混入原因の追跡調査
- (5) 検出事例・NDデータ収集
- (6) 検出事例サンプル再分析
- (7) 同族体分析データ収集

3. 原因究明調査の結果と考察

3.1 検出及びNDデータの整理結果

1) 製造年代及び機種別の整理

全データ（24,028件）について、製造年代別の検出・NDデータ数及び検出率を図3.1-1に示す。

全データにおける1972年以前（PCB、新油絶縁油及び再生絶縁油使用時期）製造機器の検出率は58.1%、1973～1989年（新油絶縁油及び再生絶縁油使用時期）製造機器は24.4%、1990年以降（新油絶縁油使用時期）製造機器は1.8%であり、再生絶縁油の使用が中止となった（新油絶縁油のみ）1990年以降の製造機器の検出率は著しく低下した。

また、国内でPCBの製造が開始された1954年以降について製造年代毎の検出率を単年度毎に見ると、1958年の約75%をピークとして減少傾向にあり、PCBの使用が禁止された1972年から1973年にかけて、検出率が51%から36%に、再生絶縁油の使用が中止となった1989年から1990年にかけて、検出率が23%から5%になり、他の年代と比較して1年間で検出率が著しく減少した。

この1989年から1990年にかけて検出率が著しく減少したのは、1990年以降は再生絶縁油の使用が中止されたことにより、ライフサイクル関係者の間で再生絶縁油の流通が激減したことが主な理由として挙げられる。仮にPCB検出事例全体の主な混入原因が電気絶縁油の交換・注ぎ足し及びメンテナンス等によるものであるとすると、1989年以前に製造された多くの機器についても電気絶縁油の交換・注ぎ足し及びメンテナンス時には1990年以降に購入した電気絶縁油（PCBに汚染されていない新油絶縁油）を使用していることから、再生絶縁油が中止となった年代を境に検出率が著しく減少することはない。従って、PCB検出事例の主要因は電気絶縁油の交換・注ぎ足し及びメンテナンス等によるものではない。

機種別に見ると、変圧器、パルス変調器、直流高圧発生器、誘導電圧調整器、コンデンサ、計器用変成器、リアクトル、放電コイル、油遮断器、油入開閉器、空気遮断器用分圧コンデンサ、整流器、ブッシングと非常に多くの機器で検出事例が認められ、コンデンサのように機器ユーザーが使用中に電気絶縁油の交換等のメンテナンスをしない封じきり機器にも検出事例があった。

機種毎の全年代の調査事例数が500を超える変圧器、誘導電圧調整器、コンデンサ、計器用変成器、リアクトル、油遮断器について、調査事例数に差異があるものの、1990年以降製造機器における調査事例があり、検出事例がなかったのが、コンデンサ、リアクトルであった。

コンデンサは前述のとおり、機器ユーザーが使用中に電気絶縁油の交換及びメンテナンスをしない封じきり機器であることから、コンデンサのPCB検出状況は電気機器メーカーでの出荷時に充填された電気絶縁油のPCB汚染状況を示している。従って、コンデンサについて1990年以降機器に検出事例がなく、他の電気機器において検出事例があることから、1990年以降製造機器についての検出事例については、電気絶縁油交換及びメンテナンス時に使用された電気絶縁油やタンク等にPCBが混入していた可能性がある。なお、電気機器メーカーにおける現地ヒアリングによって、1990年以降製造機器の一部の検出事例については、電気機器メーカー1社において1989年以前に購入した新油絶縁油に微量PCBが混入しており、これを機器に封入したために検出されたと推定される検出事例のあることが確認されている。

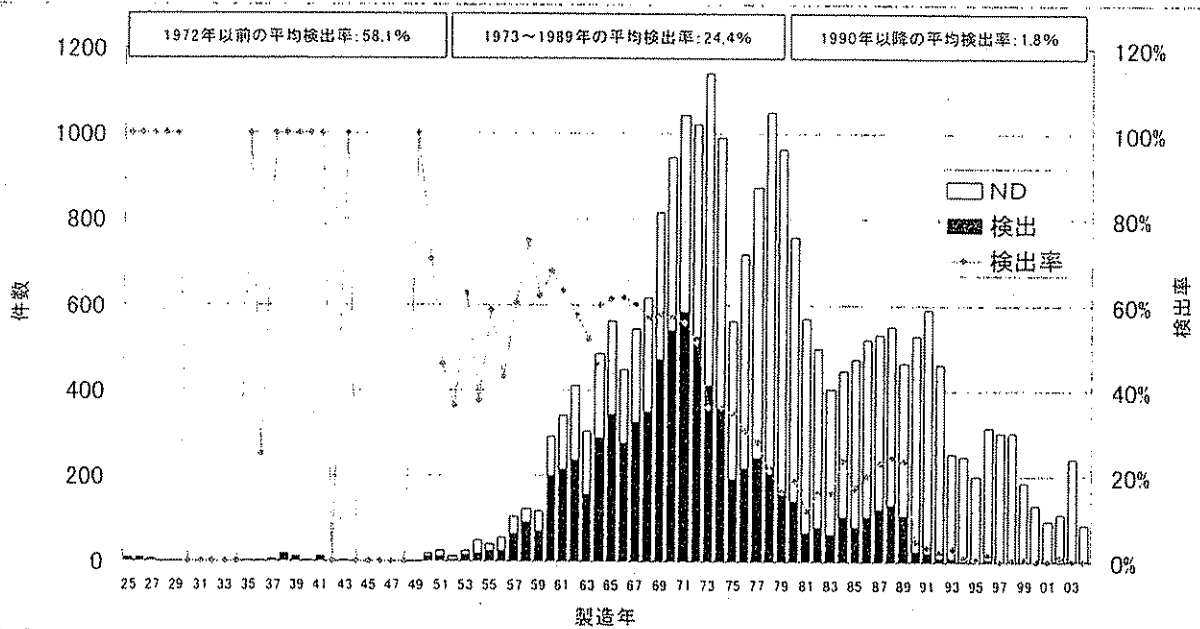


図 3.1-1 全データ (24,028 件) における製造年代別の検出・ND データ数及び検出率

2) 製造年代別の濃度分布整理

全データ (24,028 件) を対象として、製造年代毎の平均 PCB 検出濃度分布を図 3.1-2 に示す。

全データにおける平均 PCB 検出濃度について、1972 年以前 (PCB、新油絶縁油及び再生絶縁油使用時期) 製造機器は 17.3ppm、1973~1989 年 (新油絶縁油及び再生絶縁油使用時期) 製造機器は 7.4ppm、1990 年以降 (新油絶縁油使用時期) 製造機器は 1.5ppm であり、再生絶縁油が使用中止となった 1990 年以降の PCB 検出濃度は減少した。

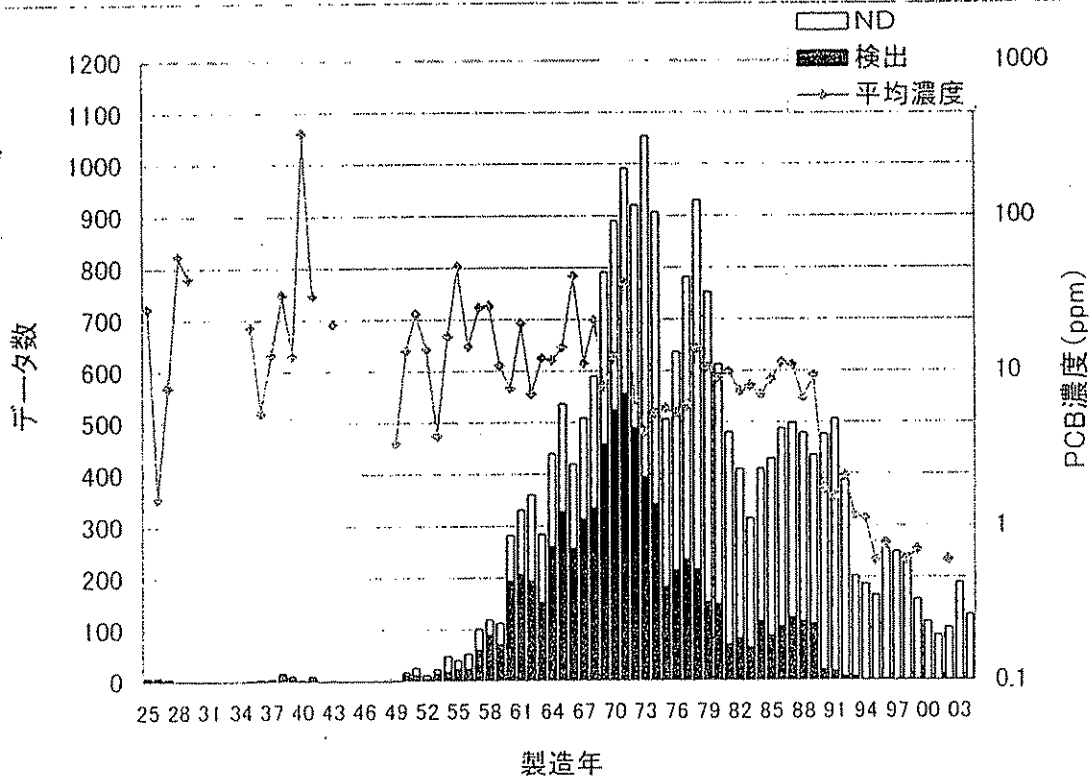


図 3.1-2 全データ (24,028 件) における製造年代別の PCB 濃度分布

3) 検出濃度別の検出台数の整理

検出事例を PCB 濃度別に整理した結果を表 3.1-1 及び図 3.1-3 に示す。検出事例は、全体に対して、50ppm 以下が 97.2%、20ppm 以下が 87.4%、10ppm 以下が 76.6%、5ppm 以下が 65.0%、2ppm 以下が 44.6%、1ppm 以下が 23.4% を占めていた。また、100ppm 超～1000ppm 以下は 1.3%、1000ppm 超は 0.1% であった。

表 3.1-1 検出事例の濃度別分布

濃度区分 (ppm)	0.5< ~1	1.0< ~2.0	2.0< ~5.0	5.0< ~10	10< ~20	20< ~30	30< ~40	40< ~50	50< ~60	60< ~70	70< ~80	80< ~90	90< ~100	100< ~1000	1000<	合計
検出台数	1831	1654	1591	912	846	457	218	92	52	29	12	9	6	100	8	7817
構成比 (%)	23.4	21.2	20.4	11.7	10.8	5.8	2.8	1.2	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	1.3	0.1	100
台数累積割合 (%)	23.4	44.6	65.0	76.6	87.4	93.3	96.1	97.2	97.9	98.3	98.4	98.5	98.6	99.9	100	-