

廃棄パソコンの処分に伴う重金属の溶出に関する実験的検討

大同工業大学大学院 学生員 世古 学，(株)アローエム 中田耕平
大同工業大学 正 員 堀内将人

1. はじめに

近年 IT の発達により、パソコンは急速に普及しつづけている。特に家庭系パソコンの増加が著しい。またパソコンのハード・ソフト両面での急速な技術革新に伴い、パソコンの使用から廃棄に至る年数（ライフサイクル）は短くなる一方である。これらの状況から、パソコンの廃棄量は今後増加の一途をたどると予想される。一方でパソコンにはプリント回路基板など多くの電子部品が組みこまれ、Pb など多くの有害金属が含まれている。本研究では、我が国におけるパソコンの生産量・廃棄量及び廃棄に至るまでの過程についてのデータ収集を行った。さらに廃棄パソコンを処分することによって、どのような環境負荷が生じるのかを、重金属の溶出という観点から評価するため、パソコン内の電子部品を用いた溶出実験を実施した。

2. パソコンの生産・廃棄の現状

2-1 生産量と廃棄量 1991～2001年の国内でのデスクトップパソコンの生産・廃棄台数¹⁾を図-1に示す。入手したデータは廃棄重量であったが、生産量との比較を容易にするため、廃棄パソコンの発生量(ton)を1台当りの平均重量(30kg)で除することにより廃棄台数に換算した。1991年から1994年は目立った生産量の伸びは見られないが、1995年と1996年に大きく増加し、それまでの約2倍の出荷台数に昇っている。生産されたパソコンはいずれ廃棄されるため、今後廃棄パソコンの量が急増することは間違いない。

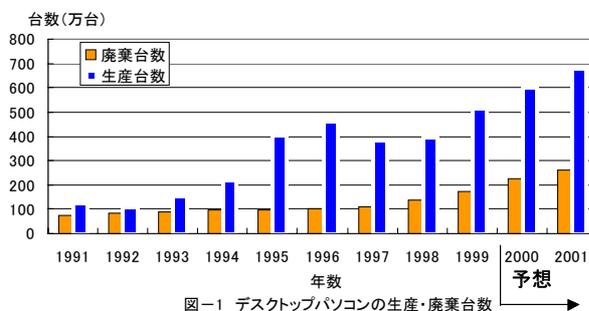


図-1 デスクトップパソコンの生産・廃棄台数

2-2 回収・処理フロー 電子情報技術産業協会の推計¹⁾によると、使用済みパソコンの回収・処理は、図-2に示すようなルートで行われている。廃棄パソコンには多様な廃棄ルートがあり、各ルートのパソコン量には不確かな部分が多いことには注意が必要である。ただし事業系パソコンは、2001年4月に施行された資源有効利用促進法に基づきメーカー側が回収・再資源化することが義務づけられている。家庭系のパソコンは粗大ごみ、不燃ごみとしてほとんど自治体が回収・処理しており、リサイクルの仕組みが整っていないのが現状である³⁾。

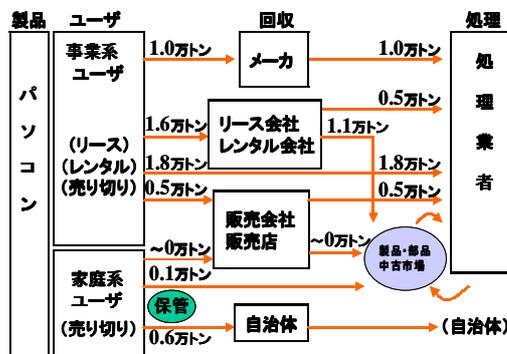


図-2 使用済みパソコンの回収・処理ルートの概要(1999年度)

3. 溶出実験

3-1 対象としたパソコン及び電子部品 廃棄されたパソコンからの重金属の溶出実験を行うにあたり、本研究では NEC PC9801VX 及び RA を対象パソコンとして取り上げた。その理由は、(1) OS が MS - DOS の時代に両機種は最多販機種であること、(2) Windows 機全盛の今日にあって、両機種は性能的に使用不能であること、による。坂村ら²⁾は、ハードディスクドライブの溶出実験として、プリント回路基板を一括して破碎・圧縮し、溶出実験に供している。本研究では、電子部品ごとの溶出特性を把握するため、パソコン内の電子部品として、プリント回路基板（マザーボード）に実装されている電子部品（コンデンサ、プラスチック ROM）、フレーム、電子部品を取り除いた基板を個々に実験試料とした。

キーワード パソコン、廃棄物処理処分、溶出実験、重金属

連絡先 〒457-8532 名古屋市南区白水町 40 大同工業大学都市環境デザイン学科 TEL052-612-5571

3-2 実験方法 基板（はんだの有無で区別）は約 1cm²、フレームは約 4cm²の大きさに切断し、ROM（プラスチック）はそのままの形状で、コンデンサ（たる型、小）は溶出しやすいように半分に切断したものを各々2 サンプル用意し、溶出実験に供した。平均重量は基板、フレーム、コンデンサ：約 1g で、ROM の場合は RA：約 1.2g、VX：約 1.8g であった。これらの試料と抽出液（pH3,pH7,pH11）を液固比 0.05g/ml で混合したポリ容器を恒温振とう器にセットし、25℃、6 時間振とう（振とう幅 3cm、167rpm）させた。ただし、3 時間経過時に一度振とう器を止め、試料を手でよく振った。溶液中重金属濃度を京都大学原子炉実験所の ICP - MS 分析器(YOKOGAWA,HP - 4500)を用いて測定した。測定元素は Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sb, Pb の 10 元素である。

3-3 実験結果および考察 抽出液 pH、電子部品ごとに 10 元素の溶出濃度を整理し、比較検討した。前田ら¹⁾によるとパソコン構成物質の中で有害性の最も高いのが Pb である。Pb の溶出が著しかった電子部品の溶出実験結果を図 - 3,4,5 に示す。各試料 1 個当りの溶出濃度の総和が高い 5 元素を、パソコン機種、抽出液 pH ごとに表 - 1 に示す。

パソコン 1 台当りに含まれる各電子部品の総量と溶出実験の結果から、パソコン 1 台当りの可能溶出量を算出した。さらに、図 - 1 の廃棄台数を乗じることにより、廃棄パソコン全てが VX または RA と仮定した場合の 11 年間の総可能溶出量を推定した。パソコンの廃棄に伴い、pH 7 の環境中では 117kg ~ 125kg の Pb が溶出する可能性がある。

3-4 坂村ら²⁾の結果との比較 (1)Se, Cd, Sb を除いては pH7、pH11 に比べて pH3 の場合の溶出濃度が高い値であった。また Pb の溶出濃度が最も高い値を示した。これらは坂村らの結果と同じである。

(2)坂村らは、基板からの Pb の溶出は主としてはんだによるものと推察していたが、我々の溶出実験ではコンデンサからの Pb の溶出が最も多かった。(3)坂村らの Sb の溶出濃度は、pH7 の時に最大値を示していたが、我々は pH11 の時に最大値を示した。ただし坂村らの実験と本実験では試料の内容が異なるため、結果が異なる原因を明らかにするには至らない。

4、おわりに 今回の溶出実験は、現実の条件との相違が大きく、実験結果は参考値として理解する必要がある。今後はより現実に近い条件としたカラム実験を実施し、また検討対象とする電子部品の種類を増やすことにより、パソコンの廃棄に伴う重金属の環境負荷に関する精度を高める必要がある。またパソコン処理業者の処理法についてさらに詳しく調査し、処理・処分方法の違いが溶出量に及ぼす影響についても検討する必要がある。

【参考文献】1) (社)電子情報技術産業協会、2001.5 2) 坂村博康他、環境科学会誌 7 (1) pp35 ~ 41、1994 3) 産業構造審議会廃棄物・リサイクル小委員会パソコン 3R ワーキンググループ及び環境省パソコンリサイクル検討会、2002.3 4) 前田博貴他、第 12 回廃棄物学会研究発表会講演論文集 2001 P1 A6 - 6

謝辞 分析でご協力頂いた京都大学原子炉実験所の西牧研壮教授、福谷哲助手に感謝の意を表します。

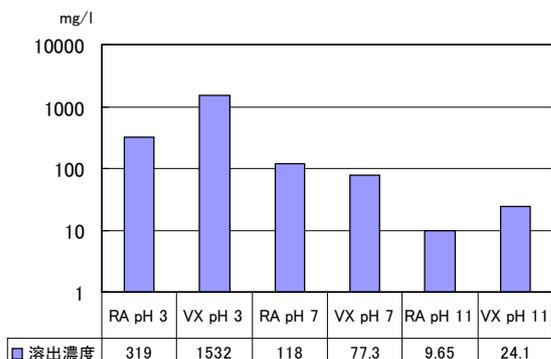


図-3 Pb コンデンサ 小 の溶出実験結果

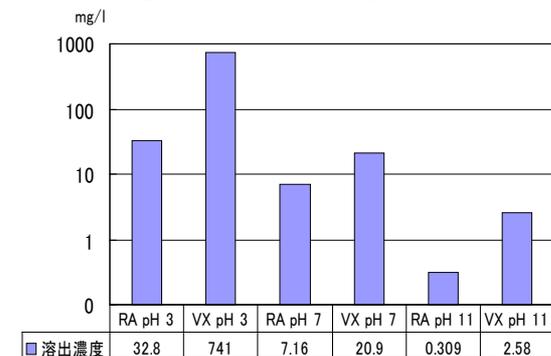


図-4 Pb ROM の溶出実験結果

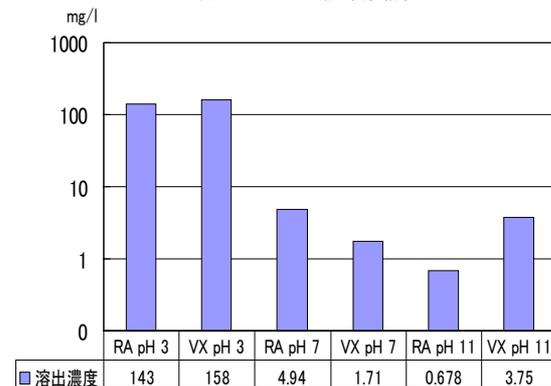


図-5 Pb はんだ有り の溶出実験結果

表 - 1 各試料1個当りの溶出濃度 (mg/l) の総和 上位5元素

	RA pH3	RA pH7	RA pH11	VX pH3	VX pH7	VX pH11
第1位	Pb 499	Pb 132	Al 63	Pb 2462	Pb 106	Pb,Zn 36
第2位	Ni 163	Zn 26	Pb 11	Mn 220	Al,Zn 40	
第3位	Cu 68	Al 14	Zn 9.7	Ni 105		Al 34
第4位	Zn 39	Cu 3.8	Cu 7.2	Zn 46	Cu 12	Sb 12
第5位	Mn 37	Mn 1.6	Sb 6.9	Al 40	Sb 4.5	Mn 0.8