

42.カドミウム(Cd)

42.1 マテリアルフロー分析

カドミウムは亜鉛鉱に含まれ、亜鉛の製錬過程において不純物として除去された結果、副産物として生産される。また、人体にとって有害な重金属で長期間の暴露により腎臓、肺、肝臓に障害を生じることと知られている。特にカルシウム代謝を阻害し、栄養上の欠落等の要因と複合して骨粗鬆症、骨軟化症を発症させる可能性が指摘されている。

人体に有害なものではあるが、充電電池として優れた性質を有するため、ニッケル・カドミウム電池が最大用途となっている。ニッケル・カドミウム電池は大出力放電、過充放電に強く、鉛蓄電池に比べ小型、軽量であるが、環境上の問題からニッケル水素電池、更に高価なりチウムイオン電池への代替が進んでいる。2010年の生産(表1中の電池向け内需)は、世界同時不況の影響を受け激減した2009年から52%増加し、1,882tとなっている。

このことから、我が国におけるカドミウムの輸入も減少傾向にあり、国内企業のスペックに合わないカドミウムについては、中国向け輸出が増大している。この輸入減、輸出増の傾向は今後も継続していくものと見られている。一方、国内でのカドミウム生産については需要が減少しているにも関わらず、中国に牽引される亜鉛需要の拡大に伴う増産の結果、副次的に増加している。

また、カドミウムのその他の用途として、硫化カドミウム(CdS)は黄色、セレン化カドミウムは赤色等カドミウムの化合物は種々の色調を示すため、顔料として使用されてきた。欧州においては、WEEE&RoHS指令(WEEE:Waste electrical and electronic equipment, RoHS:Restriction of the use certain hazardous substances in electrical and electronic equipment)を公布し、カドミウム等有害物からの環境保護を明確にしている。したがって顔料の使用は厳しく制限されつつあり、規制強化は世界的趨勢となっている。この他の用途として、カドミウムは融点の低さから合金として低融点はんだ及びヒューズとして利用される他、摩擦係数の低さと耐久性を生かしたベアリング向けの合金にも使用されている。また、中性子を吸収するため、原子炉の制御用材料としても用いられる。自動車部品を主とした防錆目的のカドミウムめっきとしては、現在は殆ど使用されていない。

表1にカドミウムの国内需給を示す。内需(見掛値)は供給側のカドミウム出荷量を表しており、内需(報告値)は消費側の報告をもとにしている。しかし、内需の数値は万全ではなく、供給側の出荷量が実需に近いと推測される。従って、見掛値を実需とみなし、報告値の用途別構成比で再計算し補正した国内需給表2も併せて示す。また、表3に小型電池の国内生産推移を示す。

表1. カドミウムの国内需給

単位:t

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 構成比 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 期初在庫 | 177 | 451 | 575 | 320 | 350 | 359 | |
| 生産 | 2,248 | 2,430 | 2,091 | 2,249 | 2,128 | 2,341 | |
| 輸入 | 3,072 | 1,744 | 1,455 | 1,725 | 385 | 255 | |
| 供給計 | 5,497 | 4,625 | 4,121 | 4,294 | 2,863 | 2,954 | |
| 内需(見掛値) | 4,665 | 3,103 | 2,954 | 3,325 | 1,099 | 1,803 | |
| 内需(報告値) | 1,934 | 2,047 | 2,016 | 1,997 | 1,265 | 1,916 | 100 |
| 電池 | 1,869 | 1,970 | 1,907 | 1,917 | 1,238 | 1,882 | 98.2 |
| 顔料 | 2 | 0 | 40 | 51 | 10 | 0 | - |
| 合金 | 18.9 | 12.6 | 10.7 | 13.4 | 5.3 | 1.2 | 0.1 |
| めっき | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.0 |
| その他 | 44 | 63 | 58 | 16 | 11 | 33 | 1.7 |
| 輸出 | 381 | 948 | 847 | 619 | 1,405 | 855 | |
| 期末在庫 | 451 | 575 | 320 | 350 | 359 | 298 | |

出典: 鉱山 2011年 8月号、工業レアメタル127,2011

表2. カドミウムの国内需給(補正值)

単位:t

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 構成比 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 期初在庫 | 177 | 451 | 575 | 320 | 350 | 359 | |
| 生産 | 2,248 | 2,430 | 2,091 | 2,249 | 2,128 | 2,341 | |
| 輸入 | 3,072 | 1,744 | 1,455 | 1,725 | 385 | 255 | |
| 供給計 | 5,497 | 4,625 | 4,121 | 4,294 | 2,863 | 2,954 | |
| 電池 | 4,508 | 2,987 | 2,794 | 3,192 | 1,076 | 1,771 | 98.2 |
| 顔料 | 5 | 0 | 59 | 83 | 9 | 0 | - |
| 合金 | 45.6 | 19.1 | 15.0 | 23.0 | 4.4 | 1.8 | 0.1 |
| めっき | 1.4 | 0.9 | 0.6 | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| その他 | 106 | 96 | 86 | 27 | 10 | 31 | 1.7 |
| 需要計 | 4,665 | 3,103 | 2,954 | 3,325 | 1,099 | 1,803 | |
| 輸出 | 381 | 948 | 847 | 619 | 1,405 | 855 | |
| 期末在庫 | 451 | 575 | 320 | 350 | 359 | 298 | |

出典: 鉱山 2011年 8月号、工業レアメタル127,2011

表3. 小型2次電池の国内生産推移

単位: 数量: 千個、金額: 百万円

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|--------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ニッケル・カドミウム電池 | 数量 | 362,644 | 302,980 | 258,933 | 224,399 | 147,297 | 222,620 |
| | 金額 | 39,316 | 35,740 | 44,970 | 34,883 | 22,540 | 28,776 |
| リチウムイオン電池 | 数量 | 876,784 | 1,002,483 | 1,054,703 | 1,189,275 | 999,328 | 1,202,632 |
| | 金額 | 277,151 | 294,650 | 315,092 | 385,786 | 270,824 | 277,517 |
| ニッケル水素電池 | 数量 | 303,436 | 327,302 | 305,400 | 326,407 | 286,270 | 354,764 |
| | 金額 | 73,373 | 91,584 | 123,430 | 127,660 | 111,961 | 131,871 |
| 合計 | 数量 | 1,542,864 | 1,632,765 | 1,619,036 | 1,740,081 | 1,432,895 | 1,780,016 |
| | 金額 | 389,840 | 421,974 | 483,542 | 548,329 | 405,325 | 438,164 |

出典: 工業レアメタル127,2011

表4に示すように、ニッケル・カドミウム電池は2010年に720tが輸入され、8,527tが輸出されている。ニッケル・カドミウム電池のカドミウム含有率は重量比率で約20%と推定されるため、電池を介して約140tのカドミウムが輸入され、約1,705tが輸出されたと推測される。

カドミウム(塊・粉等)の輸入価格推移を図1に示す。輸入価格は2007年以降続落していたが、2010年は3年ぶりに上昇に転じている。

表4. ニッケル・カドミウム電池の輸出入量

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|----|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 輸出 | 千個 | 336,315 | 264,617 | 223,443 | 194,080 | 119,869 | 185,097 |
| | t | 15,051 | 12,463 | 10,314 | 8,857 | 5,394 | 8,527 |
| 輸入 | 千個 | 23,089 | 18,691 | 16,125 | 14,036 | 10,422 | 7,765 |
| | t | 1,498 | 1,485 | 1,200 | 1,073 | 749 | 720 |

出典: 財務省貿易統計

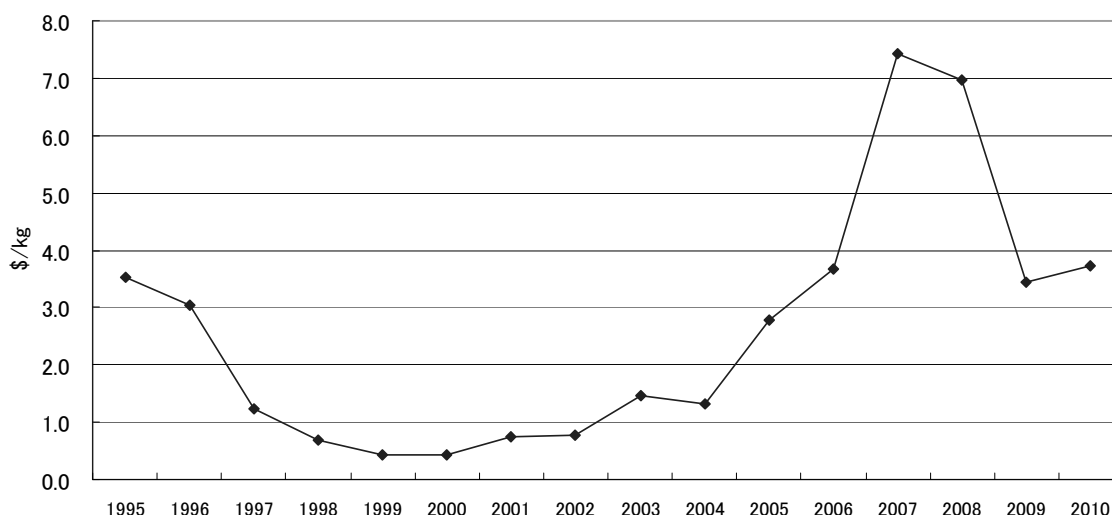


図1 カドミウムの輸入価格推移

中間生成物に係る我が国の主要生産者並びに生産品目は次のとおりである。

表 5. 中間生産物に関する主要生産者及び生産品目

| 主要生産者 | 生産品目 |
|-------------|-------|
| 住友金属鉱山 | カドミウム |
| 三井金属鉱業 | カドミウム |
| 東邦亜鉛 | カドミウム |
| 八戸製錬 | カドミウム |
| DOWA メタルマイン | カドミウム |

出典：各社ウェブサイト

42.2 リサイクルの現状と評価

最大の用途であるニッケル・カドミウム電池のリサイクル(その他の小型充電式電池を含む)は、2001年に施行された「資源の有効な利用の促進に関する法律」に基づき、その回収・再資源化が義務付けられている。電池メーカー、電池の使用機器メーカー、輸入事業者が会員となって同年4月よりリサイクル事業がスタートした。さらなる事業の拡充を目指し、2004年4月有限責任中間法人JBRC(Japan Portable Rechargeable Battery Recycling Center)を設立、ニッケル・カドミウム電池を含む小型充電式電池を無償で回収し、再資源化を推進している。

JBRCによれば、2010年のニッケル・カドミウム電池の回収量は984t、再資源化率は73%で、718tがリサイクルされている。このうち、カドミウムは換算して約144tが回収され電池材料としてリサイクルされ残りの574tの大半は鉄・ニッケル滓としてリサイクルされている。

廃棄された家電製品等から回収されなかったニッケル・カドミウム電池は、焼却されるか埋め立てられている。焼却炉にて焼却された一般廃棄物の主灰と飛灰とは廃溶融炉を経て溶融飛灰に、また直接溶融炉を経て溶融飛灰になる。また、シュレッダーダストの焼却、溶融処理路を経ても溶融飛灰が得られるが、これらの溶融飛灰に含まれるカドミウムは亜鉛、銅等の回収過程で同時に回収される。

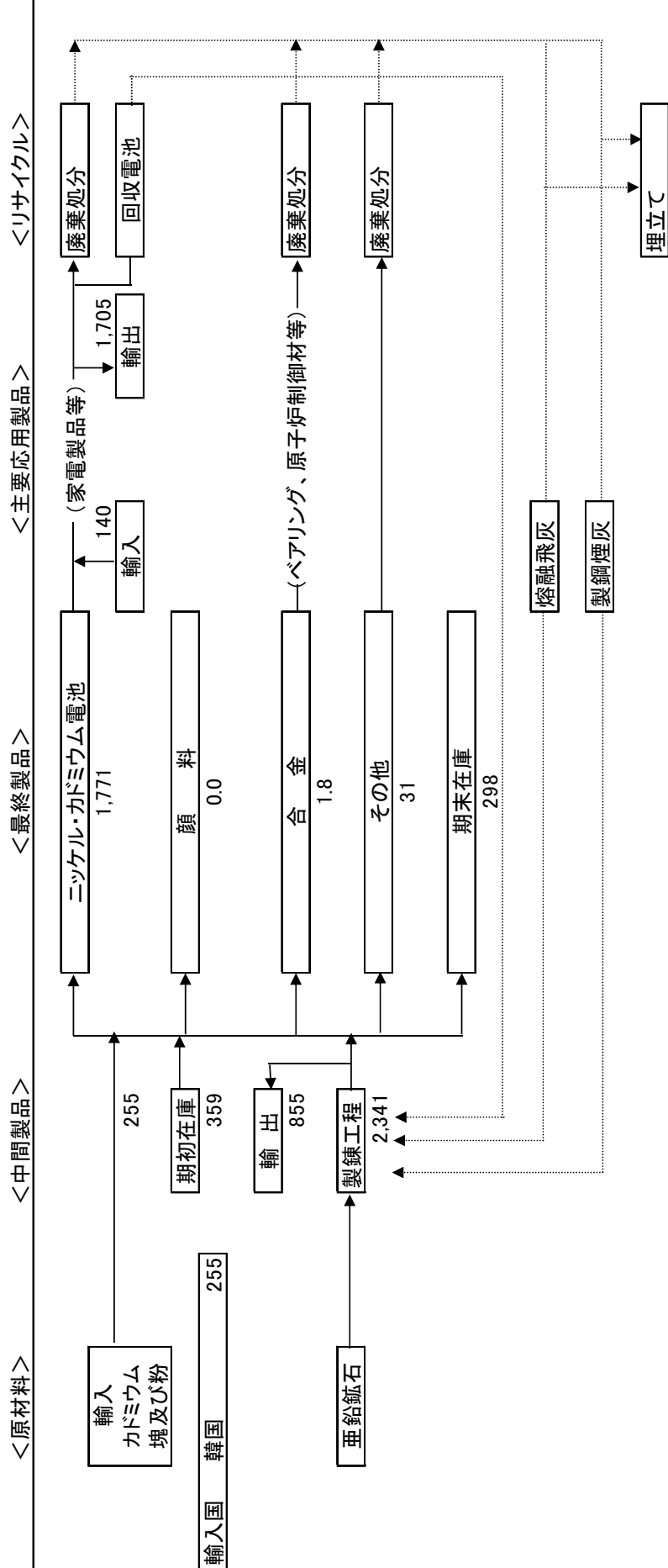
現在では年間5,000万tの一般廃棄物の内、1,100万tが直接埋め立て、3,900万tが焼却処理されており、理論上は $153t = \{(340t - 144t) \times 3,900万t \div 5,000万t\}$ のカドミウムが回収可能であるが、

目的回収物でないために正確なデータはない。現在の溶融飛灰の回収率は 30%以下と類推されるため、最大でも 46t 程度が回収されているのではないかと推測される。

製鉄所からの製鋼煙灰は年間 45 万 t 排出され、亜鉛製錬工程に回されるカドミウムの含有率は 0.03%程度と推定される。従って製鋼煙灰から結果的に回収されているカドミウムは 135t 程度と推測される。

単位：t

カドミウム(Cd)のマテリアルフロー(2010)



出典：財務省貿易統計、鉱山2011年8月、工業レアメタル127,2011

カドミウム(Cd)

リサイクルの現状

| 主な応用製品 | 利用形態 | 使用済み品の存在形態/量 | | リサイクル形態 | | | リサイクル 現状評価 (A~G)(注③) | 備考(注④) |
|----------------------------------|--------------------------|--------------|----------------|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | 形態等 | 量(ton) (注①) | リサイクルの実態 | リサイクルのサイク ル(注②) | リサイクル率 (%)(注⑤) | | |
| 家電製品等 電線、鋼材等 ヘアリング、原子炉制御棒等 | ニッケル-カドミウム電池 顔料 合金 | 使用済電池 | 850 | 焼融、蒸留、溶解工程 溶解、製錬工程 溶解、製錬工程 | 不明 不明 不明 | 18 | A C C | 有 毒 有 毒 有 毒 |

(鉱物資源マテリアルフロー、工業レアメタル2011)

*推定値

③現状評価

A: 応用製品が消耗品である

B: 添加剤として使用されている

C: リサイクルの流通システムがない

D: 効果的なリサイクル技術がない

E: 経済性がない

F: 需要開発が十分にされていない

G: その他

④リサイクルのボトルネックと

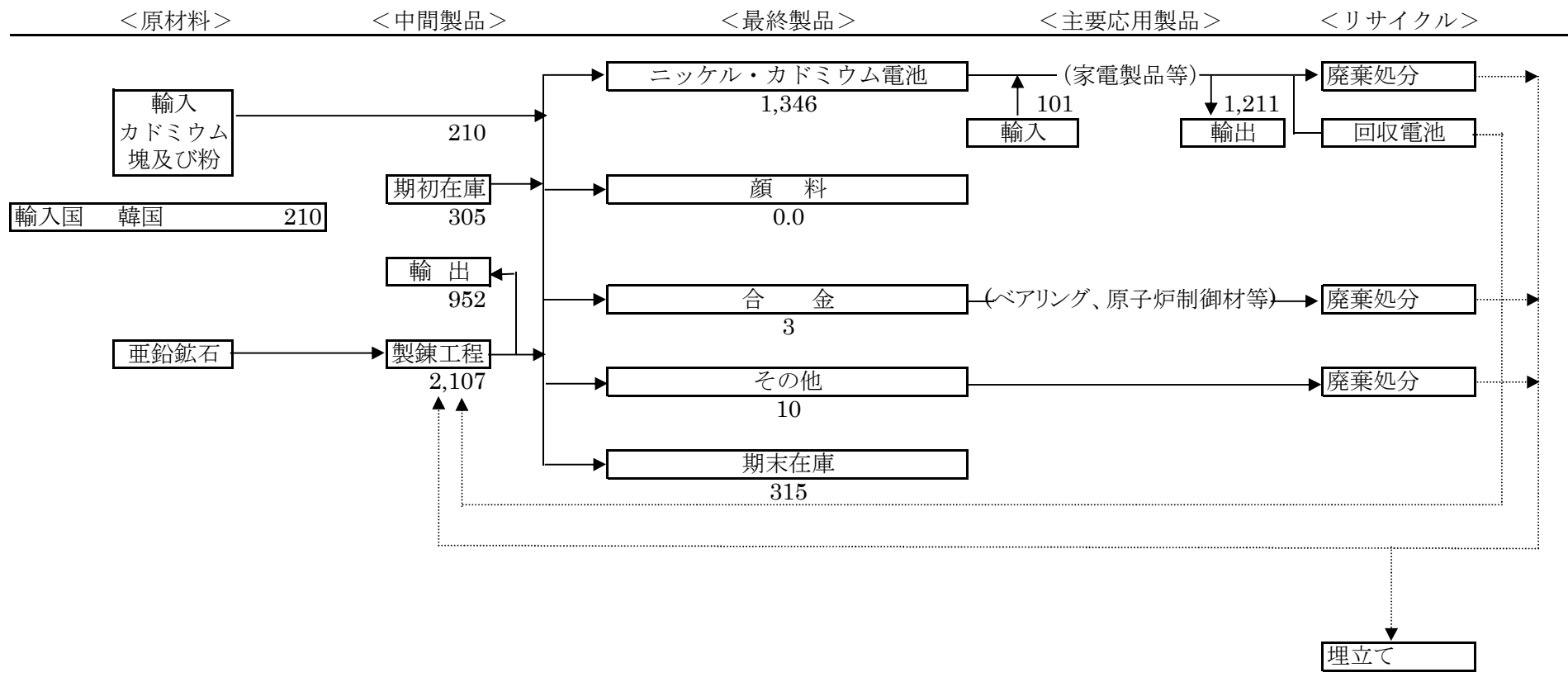
解決の難易度

毒性、保管の危険性の有無など

注⑤: 18% = (144t + 46t + 135t) ÷ 1,803t (2010年の内需)

カドミウム (Cd)

2012年ベース、単位：t



出典：財務省貿易統計、日本鋳業協会資料
 作成：経済産業省 資源エネルギー庁