

UNEP 鉛・カドミウムアセスメントプログラム専門家会議報告

- 1 . 日時 : 2006 年 9 月 18-22 日
- 2 . 場所 : ジュネーブ 世界気象協会 (WMO) ビル
- 3 . 会議経過と審議内容
 - ・ 2006 年 5 月に配布された Pb 及び Cd についての以下のレビュー案をもとに、最終版を作成するために議論した。

Review of scientific information on lead (draft of 24 May 2006)

Review of scientific information on cadmium (draft of 24 May 2006)

- ・ WG の目的は、長距離移動により地球規模の汚染が確認されるか、世界的な対応策をとる必要があるかどうかを決めることである。水銀プロジェクトと異なり、削減・管理対策・技術等の議論はしなかった。
- ・ 11 月 29 日に UNEP 事務局より、最終版の暫定版策定の連絡があり、第 1 回専門家会議の報告書がまとめられた。別添資料にその概要和訳を添付する。
- ・ 2006 年 5 月版を基にした議論で、暫定版 (2006 年 10 月) はかなり変更されている。議論の主な点は、以下のとおりである。
 - (1) 長距離移動の科学的証明ができるか - モデル解析によって、極地への人為汚染による影響割合は少ない (5-10%)。しかし、極地の氷コア中の濃度変化からは、長距離移動による汚染が確認されること、大陸間移動の証拠が新しい報告により確認されたこと、等により証明される。
 - (2) 発展途上国から多くの発言がなされたが、特に鉛については、長距離移動の問題よりも、国際間で行われる中古製品・廃製品の移動に伴う、局地的な汚染への懸念が問題 (廃鉛バッテリーや廃電子電気機器類の移動に伴い、金属回収後の廃棄物の処分・投棄に伴う作業環境・一般環境での汚染への懸念) である。この結果、レビューに新たな項目 (Lead issues in developing countries) が設けられ、留意することを促す内容が盛り込まれた。

4 . 今後のスケジュール

2007 年 2 月に開催予定の理事会会合

UNEP (DTIE) /PB&Cd/WG.1.6
Lead and Cadmium Working Group
First Meeting
Geneve, 18-22 2006

Report of the first meeting of the Lead and Cadmium Working Group

I. Introduction

1. 2005 年 2 月に 23 回 UNEP 理事会会議において、鉛及びカドミウムに関する 23/9 (2003 年 2 月 7 日の 22/4 決議の確認)の決定を行った。そこで、将来鉛とカドミウムについて将来の世界的規模の行動の必要性を議論するために、科学的情報、特に鉛とカドミウムの長距離移動に関するレビューを行うことを決めた。各国政府や NGO へも参加要請。2007 年 2 月に開催予定の 24 回理事国会議での決議に向けて。
2. UNEP は Pb&Cd の作業部会 (WG) を設置。2005 年 5 月 16 日付け文書で参加要請。同時に 9 月の第 1 回作業部会会合にむけて、各国や NGO に情報提供を要請、5 月にドラフトを回覧した。
3. WG の第 1 回会合の目的は Pb と Cd に関して、key finding 及び review の最終案をまとめることである。すなわち、Pb と Cd が地球規模で人の健康及び環境に重大な悪影響を及ぼす事実があるかどうかをみきわめること。

. Opening of the meeting

4. 第 1 回 WG の会合はジュネーブ、気象協会ビルにて 2006 年 9 月 18-22 日に開かれた。
(開会 : Mr. Maged Younes, Head of The Chemicals Branch of UNEP Division of Technology, Industry and Economics)
5. 開会の辞で、広範囲の地域からの参加者を歓迎し、ノルウェー、スウェーデン、スイスの本 WG への寄付に謝意を述べた。
6. 本 WG の任務及び水銀アセスメントの理事会決議 21/5 との違いに言及した。すなわち、削減対策へのアドバイスを含む水銀アセスメントとは異なり、本 WG では科学的レビューのみを扱う。この key finding は理事会会議の議論を容易にするのみならず、より広範な状況に有益な情報となるであろうことを付け加えた。UNEP は Pb&Cd について他の任務を行っており、最近採択した、Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM, 国際化学物質管理への戦略的アプローチ)の実行に積極的に役

立つものとなるであろうとも述べた。SAICM とは the World Summit on Sustainable Development (持続的発展のための世界サミット) の実行計画で、人の健康及び環境への重大な影響を最小化する方向で、2020 年までに化学物質の使用・製造を行うという SAICM の実行計画で掲げられた目的を遂行するためのアプローチである。

. Organization of work

A. 議長の選出

7. 2 名の議長団を選出した。

Mr. Mohammed Khashashneh (Jordan), and Mr. Mike Roberts (UK)

B. 議題

8. 以下の暫定的議題とした。

1. Opening of the meeting
2. Organization of work
3. Consideration of possible finalization of the draft reviews of scientific information on lead and cadmium
4. Preparation of technical summaries of the key findings of each review
5. Other matters
6. Adoption of the report of the meeting
7. Closure of the meeting

C. Organization matters

9. 本会議は 10:00-13:00, 15:00-18:00 開催。ドラフト作成等、必要に応じて、サブグループの設置を承認。UNEP 理事会のルールと同様、投票を採用するルールを除外。

D. Attendance

10. 参加国: アルゼンチン、アルメニア、オーストラリア、オーストリア、バングラデシュ、ベラルーシ、ベニン、ブータン、ブラジル、ブルキナファソ、ブルンジ、カメルーン、カナダ、チリ、中国、コスタリカ、コートジボアール、クロアチア、キューバ、チェコ共和国、デンマーク、ドミニカ共和国、エクアドル、エチオピア、フィンランド、ガンビア、ドイツ、ガーナ、ハイチ、ホンジュラス、インド、イラン、日本、ヨルダン、ケニア、キルギスタン、レバノン、マダガスカル、マラウイ、マリ、モーリタニア、モーリシャス、モンゴル、モロッコ、モザンビーク、ニジェール、ノルウェー、パキスタン、セネガル、スペイン、スリランカ、スウェーデン、スイス、シリア、タイ、トゴ、トリニダードトバゴ、イギリス、アメリカ、イエメン、ジンバブエ(61 国)

11. EU 関連参加団体：バーゼル条約事務局（有害廃棄物の越境移動管理）、ロッテルダム条約事務局（特定化学物質及び農薬の国際貿易における事前通知(informed consent)）、WHO
12. Intergovernmental organization: EC, South Asia Cooperative Environmental Programme
13. 参加NGO：Centre de recherche et d'éducation pour le développement(CREPD), 国際カドミウム協会 (ICdA), 国際農薬協会(IFA)、国際鉛・亜鉛研究組織 (ILZRO)、Mercury Policy Project, Storm Coalition / Toxic Caucus, Canadian Environmental Network(CEN)
14. 参加者情報 UNEP(DTIE)/Pb&Cd/WG.1/INF/5

. Consideration and possible finalization of the draft reviews of scientific information on lead and cadmium

15. -23.

. Preparation of technical summaries of the key findings

24. -27

. その他

28.

. 会議報告の採択

29.

. 閉会

30.

Annex I

Key findings for lead

I. Hazardous properties, exposure, and effects

1. 鉛は重金属の一種で、低レベルの曝露で毒性があり、人へは急性毒性及び慢性毒性がある。多臓器への毒性物質であり、神経系、呼吸器系、循環器系、腎臓、消化器系、生殖系への影響がある。どのような影響か、またその度合いは曝露レベル、曝露期間、曝露のタイミングによる。鉛は骨に集積し、その後の曝露源として働く可能せいもある。有機性鉛化合物(3-アルキル鉛、4-アルキル鉛等)は無機化合物よりも毒性が高い。
2. 環境中で、鉛は植物、動物、微生物に毒性がある。ほとんどの生物で濃縮される。表流水では、鉛を含む生物的粒子の滞留時間は2年までと推定されている。鉛は土壌中で移動性は高くはないが、鉛を含む土壌の浸食や、鉛を含む廃棄物の土壌投入によって、表流水へ移動する可能性がある。

II. Environmental transport: extent to which lead is transported on intercontinental, regional, national and local scales

3. 鉛は様々な自然発生源や人為発生源から、大気、水、陸域の環境へ放出され、それぞれのコンパートメント間の移動もある。大気中へ排出された鉛は、土壌や水系へ沈降する。土壌中に放出された鉛の一部は長期間を経て、水系へ浸出する。
4. 鉛は、一度大気中へ排出されると、大気圏の移動を受けやすい。大気中には主に粒子態として排出されるが、大気中の移動はエアロゾル(粒子)の移動機構に支配される。即ち、局地的、国内、地域的あるいは大陸間スケールで移動する可能性があり、粒子サイズ、排出源の高さ、気象条件等によって移動機構は異なる。大気中では比較的滞留時間は短く(数日から数週間)鉛はほぼ局地的、国内、あるいは地域レベルで移動するといえる。例えば、モデル結果によれば、欧州では全鉛沈降量に対して、外部からの発生源の寄与は、年間で5%を超えない。北アメリカでは更に低い寄与である。しかし、年間の寄与としては少ないが、時として数日間ではこれら二大陸のある場所では極めて高い寄与が起こる可能性がある。
5. これらの結果を導いたモデルは最新のものであり、モデルのもとになったデータは1990年の排出量推定を基にしている。1997年に報告されたモデル計算は欧州 アジア域の冬季に北極に沈降した排出量の5-10%であった。モデルの推定結果には不確実性があるため、結果は注意して説明されねばならない。
6. 鉛の地域・大陸間における大気移動は、極地的な発生源がない北極への沈着に寄与する。

鉛の大陸間移動についての証拠は、大気中ダストの安定同位体測定及び air-mass back trajectories による。この測定によって大気流体によって移動したダスト粒子の発生源を示しており、鉛を含むエアロゾルが大陸間で移動したこと、すなわち工業化地域から北極へ移動したことが明らかになった。カウアイ及びハワイの土壌にはアジア及び北アメリカの人為発生源を含む遠隔地からの鉛が含まれていることが分かった。日本の研究によれば、大陸アジアからの大気汚染の長距離移動を報告している。

7. 欧州及びロシア連邦(アジア)は北極へ到達する大気由来の鉛の寄与は数%ではある。モデルからは、北極へ到達する道は欧州やシベリアからの大気由来ことを示している。北極への 95%~99%の鉛沈着量は人為由来である。また 1993 年~1998 年の期間、ロシアの北極地域の雪試料によれば、東から西にむけて鉛レベルが上昇している。鉛含有ガソリンが異なる時期に廃止されたこと、そして工業化の発展がことなることの結果である。鉛の移動には季節変化がある。大気粒子中の鉛レベルは初秋に最低であり、カナダの北極圏に達する鉛はカナダの北極圏の群島及びグリーンランド西部を発生源とする。晩秋と冬季には、大気中の鉛は主に欧州の発生源から来る。しかし、雪中の濃度は工業化地域の沈着量よりも低い。
8. 北極の金属沈着量を求めるのに利用される氷コアのデータセットは Greenland Summit deep drilling プログラムによるものである。データによれば 19 世紀の産業革命以降大きく増加している。1960 年代と 1990 年代の鉛沈着量は前工業化時代に比べて 8 倍多い。1970 年以來有鉛ガソリンの廃止及び大気排出抑制の実施とともに、氷コア中の鉛濃度は急激に減少した。Greenland に沈着した鉛は、人為由来 特には有鉛ガソリンによる排出 の量は自然発生源由来に比して重要であることを示している。1970 年~1997 年の間の鉛排出の削減及びガソリンの無鉛化に伴って氷中の鉛レベルは前工業化のレベルまで戻った。
9. 水系に関して、河川が鉛の移動媒体である。それは国内あるいは地域レベルでの移動。海洋も移動媒体であり、滞留時間は 100 年~1000 年である。Scavenge-type(底質への沈降性の意)の微量金属の濃度は一般に発生源からの距離が離れるにつれて減少する。
10. ベルギー、デンマーク、フランス、ドイツ、ドイツ、ノルウェー、スウェーデン、及びイギリスから、河川を通じて海洋への鉛の寄与は、現在大気由来よりも大きい。

III. Sources of releases

11. 重要な発生源は以下のカテゴリーに分類される：自然由来の放出、即ち、火山活動や岩石の風化など地殻やマントルからの移動による放出；化石燃料や抽出又は処理され

た金属中の原材料中の不純物としての鉛の移動による人為的放出；鉛の採掘や精錬・製造・使用・処理・リサイクル・再生利用の結果製品やプロセスに使用された鉛からの放出；一般廃棄物の焼却、野焼き、鉛を含有する残渣からの放出；土壌・底質・廃棄物に一度沈殿堆積したものの移動。有鉛ガソリンからの排出、リサイクルを含む金属精錬等のプロセス、採掘、そして海洋は鉛の長距離移動に関連する発生源と考えられる。

A. Atmospheric releases (emissions)

12. 最近の鉛の人為由来の大気排出量は 1990 年代半ばで、12 万トンであり、そのうち 8.9 万トンは石油の使用に伴うものであると推定されている。燃料添加物に加えて、非鉄金属の製造と石炭燃焼が主な発生源とされる。主な自然由来の大気排出源は、火山活動、大気中土壌粒子、海水粒子、生物起源、森林火災である。
13. 天然由来の大気排出量に関して、大きく異なる推定が報告されている。1989 年の報告によれば、1983 年の大気排出量は年間 970 トン～23000 トンと見積もられているが、最近の報告では 22 万トン～490 万トンと推定された。この大きな違いは、土壌粒子に伴う鉛の推定量によるものである。
14. 2006 年 6 月は、有鉛ガソリンのみを使用しているのは 2 国であり、26 カ国は有鉛ガソリン及び無鉛ガソリンの両方を使用している。2006 年 1 月にはサハラ砂漠以南のアフリカで有鉛ガソリンの輸入・製造を廃止したことから、未だ使用している国は、アジア太平洋地域になっている。有鉛ガソリンの世界消費量は 1998 年に 3.15 万トン、2003 年には 1.44 万トンと減少している。1970 年には有鉛ガソリン使用のピークであったが、OECD 加盟国の消費量は約 31 万トンであった。
15. 大気排出量及び排出源の配分は国毎に異なる。1983 年から 1990 年半ばまでの間の地球全体の大気排出量は、33 万トンから 12 万トンに減少しており、実質的にすべての工業国ではこの 20 年間に減少している。例えば欧州では、1990 年から 2003 年に、約 92% 減少した。アメリカでは 1980 年代から 1990 年代に有鉛ガソリンの廃止と製造業排出源の削減によって急激に減少した。1990 年代から 2002 年では大気排出量は減少を続けているが減少幅は小さくなっている。1982 年(54,500 トン)から 2002 年(1,550 トン)の 21 年間に約 95%の減少をみている。
16. 鉛の大気排出量の著しい減少は、主に輸送機関の有鉛ガソリンの使用禁止によるが、大気排出ガス処理の改善設備設置も寄与している。例えば、欧州 8 カ国で鉄鋼及び非鉄金属製造からの排出量は 1990 年から 2003 年にかけて平均で約 50%減少しており、廃棄物燃焼及び電力・熱製造からは、それぞれ 98%と 81%減少した。発展途上国の鉛排出

量についてのトレンドは本ドキュメントでは入手できなかった。

17. 発展途上国においては、鉛を含む廃製品の野焼きに伴う排出は局地的・地域的な発生源として重要である。

B. Releases to land and aquatic systems

18. 鉛を含む製品は様々な廃棄物で処分され、土壌又は水系へ放出される。主なカテゴリーは：狩猟用の鉛弾の廃棄や紛失；製品の処理処分；砕石かす；精錬スラグ；廃棄物。鉛含有塗料、車用の鉛バランス、地中の鉛被覆ケーブル、鉛バッテリー（破損によるロスやリサイクリング）、鉱石かすなどの製品や廃棄物はそのライフサイクルで放出の可能性がある。廃棄物の取り扱いは発展途上国においては局地・地域スケールでの放出を増加させる可能性がある。
19. 工業国では直接の産業系・生活系から水系への放出は大気系や土壌系への排出に比べて少ないと考えられる。主な産業系の放出源は、採掘と非鉄金属製造である。地球規模の鉛のサイクルを考える際には、自然由来として岩石の風化による土壌・水系へ放出は重要な役割を占める。この放出は酸性の状態では促進される。発展途上国では、鉛を含有する廃製品の野焼きは土壌・水系への局地・地域的放出源として重要である。

IV. Production and uses of lead

20. 鉛鉱石は 40 カ国で採掘されている。主な生産国は中国とオーストラリアであり、それぞれ 30%と 22%を占める。鉛鉱石は他の金属類を共に含んでおり、世界の生産の 2/3 は鉛 亜鉛鉱石として得られる。
21. 鉛採掘量は、1975 年の 360 万トンから 2004 年の 310 万トンへと漸減している。同期間の鉛消費量は、470 万トンと 710 万トンである。生産量と消費量の違いは、回収鉛の供給量が増加したことによる。2003 年には、世界の供給量のうち 45%は回収鉛である。
22. 鉛は様々な製品に金属として使用され国際取引される。最近の鉛使用量の主なものは、鉛バッテリーであり、2003 年で約 78%を占めている。その他、鉛化合物（8%）、鉛板（5%）、鉛弾（2%）、被覆材（1.2%）、石油添加剤（1%以下）である。1970 年から 2003 年にかけての全体的な使用パターンの変化は、全体の中で鉛バッテリーの割合が増加していることで、電線被覆と石油添加材は減少してきたことである。塗料の顔料として用いられる鉛は、工業国では中止される方向にあるが、発展途上国では、とくに産業系で仕上げ塗り（*industrial settings*）に使用されている。

V. Lead issues in developing countries

23. 鉛の影響について注目されることによって、工業国では使用削減が行われてきた。また廃棄物管理が環境排出量削減へ重要な位置を占めるようになってきた。工業国では廃止された鉛の利用が途上国では続いていることを意味する。更に、いくつかの途上国ではプラスチックや塗料などへの使用が継続あるいは増加している。規制や使用制限はいくつかの途上国ではまだ包括的に行われていない、あるいは規制が実行されていない状況にある。このことは、局地的・地域的に人の健康リスクや環境リスクという結果をもたらしている。それらは鉛を含む製品の使用、管理（収集、保管、リサイクル、処理を含む）処分を伴う。これらの有害物の処理処分には野焼きや河川・湿地といった感受性の高い生態系への不適切なダンプングが含まれる。
24. 途上国が直面しているその他の問題は、鉛を含有する製品や中古製品、例えば電子電気機器類や鉛バッテリーなどの輸出である。輸出された国では、最終的に環境に適切な形で鉛を処理処分する能力が不足している。更に、鉛含有製品を通常の使用によって暴露が起きることがある。例えばある種のおもちゃのようなものである。

VI. Levels and time trends in air and deposition

25. 大気中の鉛濃度、鉛沈着量については、欧州、アメリカ、南極、カナダ、日本、ニュージーランドのモニタリングが入手可能である。これらのデータからは、一般に1990年かそれ以前以来大気中濃度の減少がみられている。国や地域によって異なるが、例えば1990年に欧州中央部及び北海沿岸のモニタリング地点で測定されている。バックグラウンド濃度は10-30ng/m³であったが、2003年には5-15mg/m³の範囲であった。1990年の沈着物濃度は2-5µg/Lであり、2003年は1-3µg/Lである。
26. 1980年から2000年の期間、カナダの北極圏における大気中の鉛濃度は30-50%減少している。一方ユーラシア（ノルウェー）では顕著な推移の変化はみられていない。
27. 沈降量を推定するために、主に欧州でモデル解析が行われた。モデルでは報告された排出量を用いたが、過小評価する結果が得られた。おそらく、自然由来の排出及び歴史的に放出されたものの再放出をモデルでは扱っていないのと、報告された排出量に不確実性があるためと考えられる。
28. 欧州のいくつかの地域で長期の排出量推移を推定するために、各国で測定されたデータを平均化した。大気中の濃度及び沈着物中の濃度推移は欧州で地域によって異なってい

た。中央部及び北西部欧州では、1990年から2003年の間に50-65%減少した。北部欧州では、沈着物中の濃度が30-65%減少していた。アメリカでは、1982年から2001年の間に、郊外(農村?)でも大気中鉛濃度の減少はみられたが、地域都市域及び準都市域では最も減少していた。全国で見ると、1983年に比して94%以上濃度が減少した。1990年代も減少傾向は続いているが、1993年から2002年にかけて、57%と減少率は下がっている。入手データによれば、欧州のある地域では、大気の沈着物が表層土壌の濃度上昇に寄与している。発展途上国の濃度推移については入手できるデータがない。

29. 1970年代から1990年初頭にかけて、北極における鉛沈着速度の減少の85%は有鉛ガソリンの削減を反映したものである。

30. 鉛の排出の範囲、沈着に影響する要因：排出源（高い排出口、高温の排出は高い排出ブルームとなり、より長距離・広範囲に移動）、大気中の鉛の物理化学形態（大粒子は短距離で、小粒子は長距離移動）、気象要素（沈降速度、風速）、地形・地勢、大気の安定性、その他

VII. Human exposure pathways and effects

- 31.
- 32.
- 33.
- 34.
- 35.
- 36.
- 37.

VIII. Impacts on the ecosystem

- 38. 鉛弾
- 39. 生物濃縮
- 40. 欧州では発生源から離れた地域でも土壌中で高濃度の鉛が検出されることがある。陸生生物に対してリスク考慮が必要

IX. Data gaps

- 41. 以下の事項
 - ・ 暴露アセスメントの発展・改良、使用量・排出インベントリーの必要性、特に発展途上国
 - ・ 南半球のモデリングの必要性、海洋の移動、自然由来の放出

- ・ 長距離移動の役割を検証する必要性、人為発生源と自然由来発生源の寄与、局地・地域・地球規模での発生源の影響
- ・ 発展途上国の情報不足：生産量、貿易、消費量、処理・処分
- ・ 種々の媒体（土壌、底質）の鉛レベルの測定・評価、人、生態系、動物への影響に関するデータ、鉛の形態別の累積暴露による影響、排出量データ(モデルの結果との整合性、精度向上)
- ・ 採掘かすから流出事故情報の収集、
- ・ 環境中に処分される鉛の量、特に鉛含有製品が野焼きされる発展途上国
- ・ 最終処分場からの浸出水に起因する鉛の飲料水汚染のレベル、特に発展途上国
- ・ 海棲大型哺乳類の濃度レベルの収集
- ・ 製品中の鉛の地球規模でのフロー

Annex II

Key findings for cadmium

I. Hazardous properties, exposure, and effects

1. カドミウムは微量元素であり、人へは腎臓及び骨に影響を与える。吸入による発ガン性がある。骨に蓄積したカドミウムはその後の生存期間での暴露源になる。
2. カドミウムは植物、動物、微生物に毒性がある。生物への取り込み量 (bioavailability) は形態により異なる。脊椎動物では骨及び肝臓に蓄積し、水棲無脊椎動物や藻類にも蓄積する。

II. Environmental transport: extent to which lead is transported on intercontinental, regional, national and local scales

3. 発生源: Pb と同様
4. 発生源からの移動 Pb と同様
5. カドミウムについての長距離移動の証拠は非常に少ない。それに基づけば、ある程度の大陸間の長距離移動があると考えられる。
6. カドミウムの移動モデルはない。移動の支配要因は Pb と同様であるため、同じモデルを用いることになる。
7. 水系に関して、河川が鉛の移動媒体である。それは国内あるいは地域レベルでの移動。海洋も移動媒体であり、滞留時間は 15,000 年である。即ち、海洋はカドミウムについては自然のリザーバーといえる。長期間存在することは長距離移動することを意味する。北海において、河川からの流入量は大気からの沈着量と同レベルである。

III. Sources of releases

8. 重要な発生源は以下のカテゴリーに分類される: 自然由来の放出、即ち、火山活動や岩石の風化など地殻やマントルからの移動による放出; 化石燃料や抽出又は処理された金属、特に亜鉛及び銅、の原材料中の不純物としてのカドミウムの移動による人為的放出; 鉱石の採掘や精錬・製造・使用・処理・リサイクル・再生利用の結果製品やプロセスに使用されたカドミウムからの放出; 一般廃棄物の焼却、野焼き、鉛を含有する残渣からの放出; 土壌・底質・廃棄物に一度沈殿堆積したものの移動。

A. Atmospheric releases (emissions)

9. 地球規模の人為由来の大気排出量は、最も新しい報告では、1990 年代半ばで、2,983 トンである。それ以後の新しい情報はない。入手できるデータによれば、工業国で 1990 年から 2003 年までの間に平均して約 50% 排出量が低下している。発展途上国のデータはない。非鉄金属の製造と石炭燃焼が主な発生源とされ、その他鉄鋼製造、廃棄物焼却、

セメント製造も発生源である。発展途上国ではカドミウム含有製品の野焼きや不適切な投棄が局地的・地域的暴露源となる。

10. 主な自然由来の大気排出源は、火山活動、大気中土壌粒子、海水粒子、生物起源、森林火災である。天然由来の大気排出量に関して、大きく異なる推定が報告されている。1989年の報告によれば、1983年の大気排出量は年間 150 トン～2,600 トンと見積もられているが、最近の報告では 15,000 トン～88,000 トンと推定された。この大きな違いは、土壌粒子に伴う鉛の推定量によるものである。更に新しい報告によれば、カドミウムの自然由来の排出量は人為由来の 5 倍から 30 倍高いと推定している。
11. 人間活動（採掘、金属精錬、化石燃料の焼却、工業生産のプロセス）は環境中のカドミウム濃度を増加させてきた。例えば、グリーンランドの氷コアにおいて、1960 年代や 1970 年代の大気からの沈降量は、工業化する以前の時代より 8 倍高かった。最近の報告によれば 1970 年代以降、カドミウムの沈着量はゆるやかに低下している。
12. 発展途上国においては、カドミウムを含む廃製品の野焼きに伴う排出は局地的・地域的な発生源として重要である。

B. Releases to land and aquatic systems

13. カドミウムを含む製品は様々な廃棄物で処分され、土壌又は水系へ放出される。主なカテゴリーは：石炭燃焼；砕石かす；精錬スラグ；廃棄物。最近では NiCd バッテリーとカドミウムを含む一次電池が都市ゴミ最終処分場に処分される主要なものである。最終処分場に蓄積されたカドミウムの長期の運命は不確実であり、将来の放出源になるかもしれない。廃棄物の取り扱いは発展途上国においては局地・地域スケールでの放出を増加させる可能性がある。
14. 大気沈着、燐酸肥料、下水汚泥が農用地土壌のカドミウムレベルに寄与する主なものである。多くの欧州各国では、大気沈着、畜産肥料、下水汚泥、肥料が表層土壌の濃度を上昇させている。大気沈着量は減少してきているが、1990 年代終わりでも農用地土壌への主要なカドミウム流入源である。カドミウムは植物により吸収されるため、土壌中濃度の上昇は食品への濃度を上昇させることになる。
15. 岩石の風化による土壌・水系へ放出は重要な役割を占める。この放出は酸性の状態で促進される。風化・侵食によってカドミウムは河川から海洋へ移動し、その量は世界規模で年間 15,000 トンと見積もられている。また大気沈着量は 900 トンから 3,600 トンと

見積もられている。

16. 発展途上国では、鉛を含有する廃製品の野焼きは土壌・水系への局地・地域的は放出源として重要である。

IV. Production and uses of lead

17. カドミウムは主に鉱石採掘、製錬、精錬の過程で亜鉛（亜鉛より少ないが鉛や銅も）の副産物として生産される。生産量はカドミウムの需要というよりは亜鉛の生産量によって決まる。生産量は 1950 年から 1990 年にかけて 2 倍になった。世界の需要は年間 20,000 トンである。1997 年までは、欧州、アメリカ、アジアの消費量は一定していたが、1997 年以降、アジアの生産量が急激に伸び、欧州の生産量は減少した。製錬・精錬方式が乾式から湿式に変わり（1958 年には 50%だったが、2003 年には 81%）、環境へのカドミウム排出量は減少した。
18. 回収されたカドミウムの量は世界の供給量の 18%である。主な、回収・リサイクル活動を行っている国は、フランス、ドイツ、日本、韓国、スウェーデン、アメリカである。
19. カドミウムは様々な製品に金属として使用され国際取引される。最近の鉛使用量の主なもの NiCd 電池であり、2004 年で約 81%を占めている。その他プラスチック、セラミックス、釉中の塗料、プラスチックの安定剤、スチールのめっき、鉛・銅・スズ合金の材料に使用されている。1990 年以降はプラスチックの安定剤、合金等の使用量は著しく減少している。
20. 発展途上国では一般にカドミウムを含む製品は一般ごみと選別して収集されていない。そのため、カドミウムの廃棄は都市ごみに流入し、結果として最終処分場に処分されたり、焼却されたり、また野焼きや不適切にダンプングされることになる。カドミウムを含む製品は環境中に放出されるが、その度合いは処理処分方法及び排出削減技術によってくる。

V. Cadmium issues in developing countries

21. 鉛と同様
22. 鉛と同様

VI. Levels and time trends in air and deposition

23. 大気中の鉛濃度、鉛沈着量については、欧州、アメリカ、南極、カナダ、日本、ニュージーランドのモニタリングが入手可能である。しかしトレンドをみるにはデータが不足

している。1990年代初期と2003年を比較して、欧州全体で大気中のカドミウム濃度は50%減少しており、欧州中央部及び北海沿岸では65-75%減少している。

24. 沈降量を推定するために、主に欧州でモデル解析が行われた。モデルでは報告された排出量を用いたが、過小評価する結果が得られた。おそらく、自然由来の排出及び歴史的に放出されたものの再放出をモデルでは扱っていないのと、報告された排出量に不確実性があるためと考えられる。

25. アメリカでは発生源から遠い地域での大気中のカドミウム濃度は1 ng/m³以下であった、都市域では高濃度(3-40 ng/m³)であり、五大湖では0.2-0.6 ng/m³であった。

26. ノルウェーのSpitbergenでは1994年から2003年にかけて、指摘できるトレンドはみられなかった。この地域では大気沈着量は工業地域よりもかなり小さい。

27. カドミウムの排出の範囲、沈着に影響する要因：排出源（高い排出口、高温の排出は高い排出ブルームとなり、より長距離・広範囲に移動）、大気中の鉛の物理化学形態（大粒子は短距離で、小粒子は長距離移動）、気象要素（沈降速度、風速）、地形・地勢、大気安定性、その他

VII. Human exposure pathways and effects

28.

29.

30.

31.

32.

VIII. Impacts on the ecosystem

33. 生物濃縮、腎臓・肝臓への影響

34. 土壌微生物、植物取り込み、食物連鎖

35. 河川・海洋の無脊椎動物はカドミウムに敏感。欧州の水系(河川)では生態影響を及ぼすレベル以上に溶解性カドミウムが検出されることがある。グリーンランドの海鳥、海棲哺乳動物に高濃度がみられるが、明らかな影響証拠は見出されていない。腎臓のカドミウム濃度60-480µg/gをもつ海鳥のコロニーで腎臓のダメージが報告されている。

IX. Data gaps

36. 鉛と同様