

2006年10月20日発行

CONTENTS

■巻頭言： リスク評価の挑戦	1
■特集： CRMの新規プロジェクト ①太陽光発電のリスクの評価	2
②新規バイオ燃料 ETBEのリスク評価	3
■詳細リスク評価書：鉛	4
■詳細リスク評価書 テクニカルガイダンス	6
■新研究員紹介	7
■新刊図書のご紹介： 環境リスク解析入門	7
■お知らせ 人事異動 NEDOプログラム成果報告会 開催予定 学会発表	8
■編集後記	8

神戸大学経済学研究科教授

石川 雅紀



リスク評価の挑戦

CRMのこれまでの業績は、多数の物質について、統一された考え方で環境リスクを評価してきたことだと思います。これは、大学の研究や、特定汚染物質に対する個別研究・対策でもできない事です。

リスクの社会的最適管理を目指す上では何らかの標準的手法が必要です。標準化はまだまだ先かもしれませんが、どの道を選ぼうとも、統一された考え方で多数の物質を評価することは避けて通れないからです。CRMが個別の研究成果だけでなく、議論の土俵とも言えるべきインフラを提案している点が社会的には重要です。専門家であればよりよい水道管やすばらしい送水ポンプを設計することができますが、全体システムとしてうまく働くか、費用がどうなるか、社会にとってどの程度役に立つか、人々がどのように評価するかは一通り作ってみて実証しなければ本当のところはわかりません。

リスク評価研究の次の挑戦として複合影響があります。これは複数の化学物質が同時に作用するときそれぞれが単独で示す作用の単純な和と異なる作用をする場合を指します。日常的な事例としては、グルタミン酸とイノシン酸が同時に働くとそれぞれが単独で顕す「うま味」よりも遙かに強い「うま味」を感じます。これが昆布だし（グルタミン酸）と鰹だし（イノシン酸）を合わせて使っている理由です。

しかし、これは困難な課題です。対象物質の組み合わせをしらみつぶしにすることが不可能である以上、新しい考え方、手法が必要となります。化学物質をある程度限られた数の群に分類して群同士の複合作用を調べることが考えられます。これは専門家にとって特に困難な課題かもしれません。非専門家はCOD、BOD等が特定の物質ではない事は知らないでしょうし、専門家と違って混合物と純物質を峻別する事もありませんから興味もないでしょう。COD、BODがこれまで利用され、これからも利用される理由は、指標として一定の利用価値があり、これを代替するために成分分析をすすめたとしても、かかる費用に対応するような成果が期待できないからでしょう。化学物質を群として扱う複合影響はこの意味で非専門家から受け入れられる下地があると思います。しかし、敵はむしろ専門家の側にいると思います。COD、BODと違って、従来の手法で厳密にわかることをわざわざおおざっぱに調べるように見えるからです。

どの程度厳密に調べるか、どの程度の数の群に分類するかは、得られる情報と費用で決まります。科学の世界で価値ある情報は「正しい」、「間違い」、「わからない」しかありません。情報を得るための費用は科学的にはあまり重要ではありませんから、この課題に挑戦する専門家は社会的な視点が求められるでしょう。全体のバランスを見て、できることをやらないで自制することが求められるからです。これまで縦糸研究と横糸研究のコンセプトで、分析的に深めることと総合化することを研究者個人の内部で統合することを求めてきたCRMに新たな挑戦を期待します。

特集:CRMの新規プロジェクト

①太陽光発電のリスクの評価

リスク解析研究チーム 荒川 千夏子・吉田 喜久雄

◆はじめに

太陽光発電は、太陽電池を用いて光エネルギーを直接、電気エネルギーに変換するシステムである。資源の制約がなく、CO₂や有害大気汚染物質を排出しないことから、環境負荷の少ない技術として注目されている。わが国の太陽光発電設備の設置容量は、近年、指数関数的に増加しており、2003年度の累積設置容量は、世界20カ国の69% (86万kW) を占めている¹⁾。また、経済産業省の長期エネルギー需給見通しでは、2010年度と2030年度の導入目標容量は482万kWおよび8,280万kW (新エネルギー進展ケース) とされている。10,000万kW規模の太陽光発電設備の設置が可能となれば、京都議定書のCO₂排出削減目標をほぼ達成できるとされているが、原料供給とコストの問題から、現在の主流であるシリコン系太陽電池の大幅な生産増は望めない状況にある。このため、大規模生産が可能で、省資源で低環境負荷型の新規の有機色素や化合物半導体を材料とした非シリコン系次世代太陽電池の開発が活発に行われており、シリコンに比べて長波長の太陽光を吸収し、発電効率も高いと期待されているインジウム系の銅-インジウム-ガリウム-セレン (CIGS) 化合物や銅-インジウム-セレン (CIS) 化合物の薄膜電池の生産・出荷が2007年度から新たに開始される^{2,3)}。

本研究は、経済産業省の委託研究「省資源低環境負荷型太陽光発電システム開発」の一部として、新規太陽電池のプロセス、材料およびデバイスの開発に伴うリスクの評価手法を確立し、省資源で低環境負荷型の太陽光発電システムの実現に寄与するために実施される。

◆研究目標

わが国におけるシリコン系太陽電池の開発は1970年代に始まり、その設置容量は、80年代はわずかであったが、90年代以降は指数関数的に増加している。今後は、このシリコン系太陽電池に加えて、非シリコン系の次世代型太陽電池も容量増加を担うことになる。さらに、太陽光発電は、CO₂や有害大気汚染物質 (NO_x、SO_x、SPM等) を排出する火力発電に代替し得る発電設備としても注目されており、太陽光発電設備の導入には、有害大気汚染物質による一般住民の健康リスク低減という便益がある。したがって、新規に太陽光発電システムを導入するか否かの意思決定には、図1に示すように、導入に伴う便益と各種の費用の差である純便益が正となる必要がある。本研究では、リスクを考慮した費用便益分析に基づく太陽光発電システム導入の意思決定手法を確立するとともに、未だ構築されていないリサイクル体制の導入の有効性を検討する。

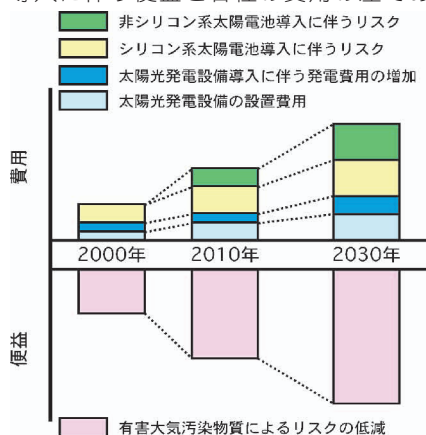


図1. 太陽光発電導入に伴う費用と便益

◆本年度の研究項目

図2に示したように以下の項目について検討を実施している。

- ①シリコン系電池：太陽電池モジュールには、電池セル以外のフレーム、表面保護材、裏面カバー・裏面、配線材、充填材等にアルミニウム、ガラス、フッ素系フィルム、各種樹脂等の素材が用いられ、鉛はんだも含まれている⁴⁾。このため、近い将来にリサイクルされず大量に廃棄される可能性があるシリコン系太陽電池モジュール中の鉛について環境排出量を推計し、ヒト健康リスクを評価する。
- ②インジウム系電池：非シリコン系次世代電池として注目されているCIGS系やCIS系の電池に用いられるインジウムは半導体や蛍光体の材料として既に用いられており、最近では国内需要の約90%は、液晶ディスプレイの透明導電膜に用いられており、鉛フリー化のため、低融点合金としての需要も増大している。こうした状況下、毒性情報が少なく、「安全な金属」とされてきたインジウム化合物の毒性試験が1990年代から実施され、肺への毒性が示唆されるとともに、研磨作業者に肺障害が報告される等、吸入暴露に伴うヒトへの健康影響が注目されている⁵⁾。このため、インジウム化合物等の既存有害性情報を整理、解析するとともに、当面の主たる暴露集団と考えられるインジウム系電池製造およびそのモジュール製造に携わる作業員へのリスクを解析する。
- ③太陽光発電設備導入に伴う便益：火力発電の代替エネルギー源として太陽光発電を導入することにより、火力発電設備から排出される有害大気汚染物質とそれらによるヒト健康リスクが低減する。このため、いくつかの代替シナリオを想定して、火力発電設備から太陽光発電設備への代替化に伴うヒト健康リスクの低減 (便益) を定量化する。

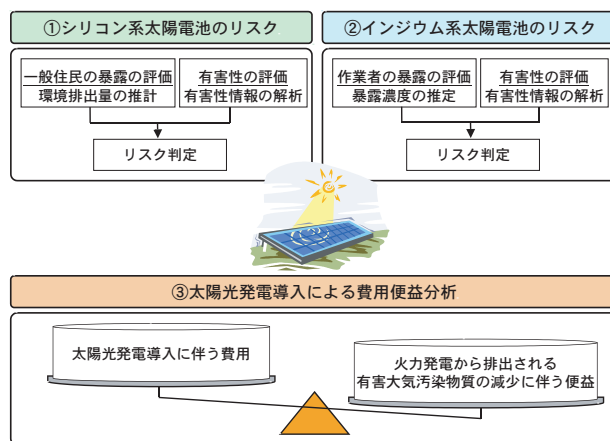


図2. 本年度の研究項目

〈参考文献〉

- 1)NEDO 新エネルギー関連データ 16年度版
<http://www.nedo.go.jp/nedata/16fy/01/b/0001b009.html>
- 2)本田技研工業
<http://www.honda.co.jp/news/2005/c051219.html>
- 3)昭和シェル石油
http://www.showa-shell.co.jp/press_release/pr2005/0810.html
- 4)太陽光発電技術研究組合 (2001) 平成12年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書 太陽光発電システム実用化 技術開発
- 5)田中昭代・平田美由紀 (2006) 職業性インジウム吸入による肺障害の病態と診断、九州大学中央分析センター センターニュース、25、2、5-7

②新規バイオ燃料:エチル・*tert*-ブチル・エーテル(ETBE) のリスク評価

リスク解析研究チーム 牧野 良次

◆はじめに

2005 年 2 月に発効した京都議定書において、我が国は、2008～2012 年の第 1 約束期間に、CO₂ 排出量を基準年（1990 年）から 6%削減することを約束している。しかしながら、2002 年度の温室効果ガス排出量は基準年比で 7.6%増加しており、削減約束との差は 13.6%に逆に拡大している。

このような状況の下、政府は2005年4月に「京都議定書目標達成計画」を策定した。京都議定書において、バイオマス由来燃料は「カーボンニュートラル」であると認められることから、同計画は2010年度における温室効果ガス排出削減目標達成のための対策の一つとして「バイオマス利用の促進」をあげ、導入するバイオマス由来燃料として、①(バイオエタノールを原料として製造した)ETBE混合ガソリン、②地域におけるバイオエタノール混合ガソリン(E3)、③バイオディーゼル燃料(BDF)の3つを想定している。

ETBEは、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化
審法）」において第二種監視化学物質に指定されており、ヒト
への長期毒性が疑われている。さらに、ガソリンに混合されて
用いられることから、給油所等の開放系における大量使用に伴
う恒常的な排出が予想される。これらのことから、ETBE導入に
あたっては、事前にリスク評価を行うことが重要と考えられる。

以上のような状況を背景として、経済産業省は、バイオマス燃料導入のための環境整備の一環として、ETBE リスク評価事業の公募を行った。CRM は、当該事業の受託者である（財）石油産業活性化センター（PEC）からの委託事業として、平成 18 ～ 19 年度の 2 年間にわたり、ETBE の暴露評価およびヒト健康リスク評価を行う計画である。

◆ ETBE リスク評価の意義

ETBE リスク評価の意義として、以下の2点があげられる。第一は、ETBE のリスク評価が「新規化学物質（広い意味での新技術）の事前リスク評価である」という点である。新規物質の導入に先立ってリスク評価結果およびリスク管理政策を公表することにより、ETBE による健康影響顕在化の防止、不要なリスク不安の払拭を目指す。第二は、ETBE のリスク評価が「バイオマス由来燃料に対する最初のリスク評価である」という点である。バイオマス由来燃料は、京都議定書目標達成計画の実現に資するだけでなく、長期的にはエネルギーの多様化に貢献する。ETBE リスク評価は、バイオマスエネルギー導入の一つの試金石となることが期待されている。

◆今年度の研究計画

研究成果は、大きく分けて暴露評価、有害性評価、リスク評価、リスク管理の4つの部分で構成される。ETBEは新規化学物質であることから、入手できる文献情報は質、量ともに限定的である。そこで、PECによる自動車からの燃料蒸発ガス中ETBE濃度の実測、日本における代表的土壌種を用いた土壌モデル実験、実験動物を用いた生体内毒性試験等の結果を基礎として、CRMが詳細なリスク評価を実施する計画となっている。今年度は、詳細評価に先立ち、暴露、有害性、リスクについて、既存文献情報に基づいたスクリーニング評価を実施する計画である。

①排出源および暴露経路の想定：ETBE の用途としては、ガソリンへの添加のみが想定されている。したがって、主たる排出源は製油所、油槽所、給油所、および自動車である。前3者については、揮発による大気への排出および地下タ

シクの破損等による土壌中への漏洩、自動車については、燃料蒸発ガス中のETBEを想定する。その他、二次的な排出源として、土壌を通じてETBEが浸透した地下水を生活用水として使用する際の室内空気への排出を想定する。暴露経路としては、大気中および室内空气中ETBEの吸入暴露、ETBEを含有する地下水を飲用することによる経口暴露を想定する。ETBEの排出源および想定される暴露経路を下図に示す（自動車からの燃料蒸発ガス、室内空气中ETBEについては略した）。

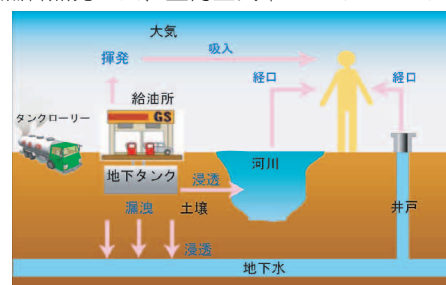


図 1. ETBE の排出源および暴露経路

②排出量推定：既存データを用いて、「全国の給油所における大気中への各 VOC 排出量推定値」と「各 VOC の蒸気圧×ガソリン中含有率」との関係を表す回帰式を推定し、ETBE の蒸気圧と想定される ETBE のガソリン中含有率（7%）をその回帰式に適用することにより、全国の給油所における ETBE の大気中排出量を推定する。製油所および油槽所からの排出量についても、同様の方法を用いる。自動車からの燃料蒸発に伴う ETBE 排出量については、PRTR 調査において適用されている推定方法を適用する。また、地下タンクからの土壌への漏洩量については、関係業界からデータ提供を受ける。

③**暴露量推定**：大気中ETBE 濃度については、広域的な濃度をAIST-ADMERにより推定する。給油所等が特に密集し、大気中ETBE が高濃度であると予想される地域については、METH-LISを用いて大気中濃度の空間分布を詳細に検討する。地下に漏洩したETBEについては、日本における代表的な土壌種で構成される地下環境中におけるETBEの鉛直方向移動および地下水中濃度を、数値モデル（米国環境保護庁によるHSSM等）により推定する。室内空気中ETBE濃度は、*Risk Learning*を用いて推定する。以上のようにして得られた各環境媒体中ETBE濃度分布、および呼吸速度や飲水量といった暴露係数の個人差から、ETBEの暴露量別人口分布を推定する。

④**暫定無毒性量 (NOEL) の導出**：ETBE に関する既存有害性文献を調査・解析することにより、評価エンドポイントを設定し、暫定 NOEL を導出する。

⑤**リスク評価**：上記③、④で得られた暴露量別人口分布および暫定NOAELを用いて、暴露マージン（MOE）別人口分布を導出する。MOEと、リスクが懸念されないと判定するのに必要な最小マージン（不確実性係数積：感受性の個人差や種間差等を考慮して決定）とを比較することにより、リスクのスクリーニング評価を行う。

◆今後の展開

来年度は、「今年度の研究計画」の項に示した各種実験の結果を用いて、スクリーニング評価結果を修正し、最終的なリスク評価結果をとりまとめる予定である。将来的には、ETBEのリスク評価結果を、E3やBDF、さらには太陽光発電等のリスク評価結果と比較することによって、CO₂削減技術の費用効果分析を行い、効率的なCO₂排出削減の実現に貢献したいと考えている。



詳細リスク評価書：鉛

小林 憲弘・内藤 航

2006年9月20日、「詳細リスク評価書シリーズ9」として鉛の詳細リスク評価書が丸善株式会社より出版されました。CRMとして初めての金属類の詳細リスク評価書になります。本稿では「鉛」詳細リスク評価書の概要をご紹介します。

◆目的と範囲

本評価書は、我が国の一般環境中に存在する鉛の、ヒト健康および生態系に対するリスクを定量的に評価したものである。本評価書の目的は、国や地方自治体および鉛を日常的に取り扱う事業者が、環境中への鉛の排出削減対策を行うべきかどうか、あるいはどのような削減対策が有効であるのかを判断する際に有用な情報を提供することである。

ヒト健康リスク評価では、対象を我が国に居住する一般人口とした。すなわち、大気吸入、食品および飲料水等の摂取による日常的な鉛暴露により生じるリスクのみを対象とし、鉛を取り扱う工場の労働者などへの作業中の暴露によって生じるリスクについては対象外とした。

生態リスク評価では、対象を公共用水域における水生生物とした。野生鳥類の鉛中毒の問題については、その現状と対策等の記述に留め、定量的な評価は実施しなかった。

◆発生源の特定と環境排出量の推定

鉛は、化学物質排出移動届出（PRTR）制度において、製造業者など鉛を取り扱う事業者からの環境中への排出量が報告されていることから、PRTRデータを解析することによって、これらの排出源から各環境媒体への鉛の排出量を把握した。ただし、PRTRデータだけでは、鉛の廃棄時における環境排出が完全には把握できていないと考えられたことから、製造段階から廃棄段階に至る鉛のマテリアルフローを解析することで、鉛の廃棄時における環境排出量を推定した。これをPRTRデータと合わせることで、鉛の環境中への排出量の全体像を推定した。

2003年度の1年間を例とすると、大気への排出は64t、水域への排出は88t、土壌への排出は50tと推定された。ただし、これらの排出には、鉛給水管からの鉛溶出や、鉛製の銃弾および釣り用錘の環境排出といった、鉛の使用時における環境排出が含まれていない。鉛製の銃弾および釣り用錘の環境排出については、使用量が多いため、無視できない量が環境中に排出されている可能性が示唆されたものの、環境中への排出状況についての情報が非常に限られていることから、排出量の推定を行うことはできなかった。これらの排出量推定は今後の課題である。

◆ヒトに対する暴露評価

環境中および食品・飲料水中の鉛濃度のモニタリングデータを利用して、環境中鉛のヒトへの暴露量の推定および推定結果の評価を行った。

暴露評価の対象集団は、一般の成人および0～6歳の小児とした。また、暴露量の変動性や個人間の暴露量の違いを考慮するために、環境中鉛濃度や暴露パラメータ（食品摂取量や体重など）に分布を与えたモンテカルロ・シミュレーション

を行うことによって、鉛暴露量を分布として推定した。

小児（0～6歳児の平均）と成人に対する、鉛暴露量分布の50%値は、吸入暴露量についてはそれぞれ0.012 $\mu\text{g/kg/day}$ および0.0076 $\mu\text{g/kg/day}$ 、経口暴露量についてはそれぞれ1.6 $\mu\text{g/kg/day}$ および0.63 $\mu\text{g/kg/day}$ と推定された。

小児、成人共に経口暴露量の方が2桁程度も多いことから、経口暴露が主要な取り込み経路であると考えられた。さらに、経口暴露量全体に対する、土壌・粉塵、食品、および飲料水からの摂取それぞれの寄与率を求めたところ、食品摂取の寄与が小児、成人共に80%以上と高い値であり、食品摂取が最も重要な暴露経路であると考えられた。

◆ヒト健康に対する有害性評価

鉛の毒性に関しては紀元前から知られており、ヒトに対する影響に関する多くの調査研究がなされているため、他の化学物質と比べてヒトの毒性に関するデータが多い。

鉛の有害性に関する既存の情報を収集・整理および総合判断した結果、鉛によるヒトへの有害影響が認められる最低濃度レベルは血中鉛濃度10～20 $\mu\text{g/dL}$ 付近であり、特に小児における中枢神経系への影響が最低濃度レベルで認められる有害影響であると考えられた。

中枢神経系に対する鉛の影響について、閾値の有無に関する結論を得ることはできなかったが、血中鉛濃度が10 $\mu\text{g/dL}$ 未満の場合には、小児に対する有害影響は観察されていないことから、血中鉛濃度が10 $\mu\text{g/dL}$ を超えないことが重要であると判断した。

そこで本評価書では、ヒト健康リスク評価のエンドポイントとして「小児の中枢神経系への影響」を選択し、血中鉛濃度10 $\mu\text{g/dL}$ をその参照値として用いることとした。

◆ヒト健康に対するリスク評価

暴露評価および有害性評価の結果を利用して、現在の我が国における、鉛のヒト健康リスクを定量的に評価した。

リスク評価の対象集団としては、小児を選択した。鉛の場合は、小児の方が成人よりも体重当たりの暴露量が多く、吸収率が高く、排泄率が低い上に、より低い体内濃度で有害影響の発現が見られることから、最もリスクの懸念される集団は、この年代の小児であると判断した。対象集団の血中鉛濃度分布を、静岡県における実測調査およびヒト体内動態モデル（IEUBKモデル）を用いた推定の両方によって取得し、これを有害性評価で得られた参照値と比較した。

静岡県における0～15歳の小児を対象とした調査から得られた血中鉛濃度分布から、血中鉛濃度が有害性の懸念濃度である10 $\mu\text{g/dL}$ を超過する確率を求めたところ、0歳児を除き0.01%以下であった（図1）。超過確率1～5%は最小限の暴露による許容できるリスクであると考えられたこ

とから、調査対象集団においてはリスク削減が求められるレベルではないと判断した。

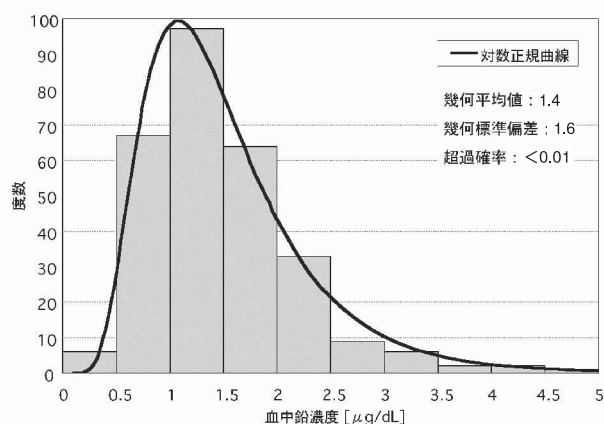


図1. 静岡での調査により得られた血中鉛濃度分布(全対象者)

一方、IEUBKモデルを用いて推定した小児の血中鉛濃度から、超過確率を推定したところ、飲料水中鉛濃度の高い地域に居住する小児のみ、その超過確率が1%よりも高い値であった(表1)。しかし、基準となる超過確率1~5%を大きく上回る値ではないため、早急なリスク削減対策が要求されるレベルではないと考えられた。

表1. IEUBKモデルで推定した各集団の血中鉛濃度と超過確率

集団	血中鉛(幾何平均) [$\mu\text{g/dL}$]	超過確率[%]
一般集団	2.3	0.08
高大气中鉛濃度	2.6	0.21
高土壌中鉛濃度	2.7	0.26
高飲料水中鉛濃度	3.6	1.5

さらに本評価書では、現在行われている環境中への鉛の排出削減対策を幾つか取り上げ、ヒト健康リスク削減の観点から、その有効性を評価した。削減対策としては、「鉛フリーはんだへの代替」と「鉛給水管の交換」の2つを取り上げた。その結果、どちらの対策についても、大きなリスク削減効果は得られないと推定された。したがって、鉛フリーはんだへの代替に関しては、ヒト健康リスク削減の観点からは、緊急的な対策を講じる必要はないと考えられた。また、鉛給水管の交換に関しては、鉛給水管の使用に伴い飲料水中鉛濃度が非常に高い地域が特定できている場合には、このような地域から優先的に給水管の交換を進めていくべきであると考えられる。しかし、平均的な暴露を受けている集団の超過確率は十分に低い値であるため、全体的には中～長期的な観点から現在行われている鉛給水管の交換を継続していくことで対策は十分であると考えられた。

◆生態リスク評価

水生生物に対するリスク評価においては、評価エンドポイントを「水生生物個体群の存続性」とし、スクリーニング評価と魚類個体群レベル評価を段階的に行った。

スクリーニング評価では、20種の個体レベルの影響(生存、繁殖および成長)に対する無影響濃度(NOEC)を用いて種の感受性分布を作成しスクリーニング値(SV=5.6 $\mu\text{g/L}$)を求めた。公共用水域における鉛の実測値とSVを比較した結果、実測値がSVを超過し、かつ濃度が明示されている地点の数(割合)は、1999年度で140地点(2.8%)、2000年度で132地点(2.8%)、2001年度で155地点(3.3%)であった。

魚類個体群レベル評価では、イワナ、ウグイおよびニゴイについて、文献の記述に基づき得た濃度-反応関係と各種の生活史データより鉛の暴露濃度と個体群の増加率(r')の関係を求めた(図2)。種iの r' が0となる濃度(PBVi)、つまり個体数が一定に保たれる濃度は、ウグイ:68 $\mu\text{g/L}$ 、ニゴイ:78 $\mu\text{g/L}$ 、イワナ:167 $\mu\text{g/L}$ と推定された。公共用水域における測定値(最大検出値)がPBVウグイを超過した地点は1999~2001年度において2地点存在した。平均値でみるとPBVウグイを超過する地点は存在しなかった。これより、日本の大部分の公共用水域において、鉛が魚類個体群の存続性に対して有害な影響を及ぼす可能性は極めて低いと判断した。

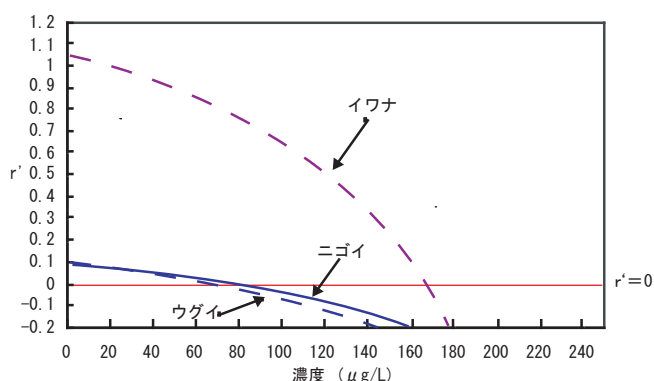


図2. 鉛の暴露濃度と各魚種の増加率(r')との関係

野生鳥類の鉛中毒は、鉛製の銃弾や釣り用錘を直接あるいは間接的に摂取することにより引き起こされることが知られており、現在も各地で被害事例が報告されている。日本における野生鳥類の鉛中毒防止に向けた対策は、まだ緒についたばかりであるが、北海道におけるワシ類の鉛中毒防止対策の例に見られるように鉛弾の使用自粛・禁止は一定の効果を上げているようである。野生鳥類の鉛中毒の発生は、地域限定的な傾向が強いため、鉛中毒が懸念される地域周辺において鉛製の銃弾や釣り用錘の使用を制限すれば、そのリスクは低減していくと考えられた。

*「詳細リスク評価書シリーズ 9 鉛」の概要は、CRMのホームページでも公開しています。

<http://unit.aist.go.jp/crm/>

*「鉛」詳細リスク評価書は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの委託研究「化学物質総合管理プログラム・化学物質リスク評価及びリスク評価手法の開発プロジェクト」と産総研独自の研究資金で行われてきた研究の成果です。

詳細リスク評価テクニカルガイダンス ー 概要版・詳細版 ー

花井リスク研究所 花井 荘輔

2004年4月から、CRMの詳細リスク評価に関するテクニカルガイダンス文書を作成するプロジェクトの依頼を受け、これまでに概要版と詳細版1～4を作成しました。

このテクニカルガイダンスの主な目的は、詳細リスク評価書を活用する方のために、評価書を作成する考え方、評価書で採用する評価手法を解説することです。リスク評価を実施する人、あるいは詳細リスク評価書を作成する人のための評価手引書あるいは作成手引書ではありません。

化学物質のリスク評価には、広い範囲の科学技術が関係し、かつ奥が深いので、評価内容の詳細を解説するには大部の紙幅を必要とします。このことは約千ページに上る欧州委員会(EC)の技術解説書(TGD)、あるいは米国環境保護庁(EPA)の各種資料を例に挙げるまでもなくわかりいただけると思います。

多くの専門家が時間をかけて議論し標準的なひとつの手法としてまとめたECのTGD、あるいは、ここ30年近い歴史の中で進化してきた米国EPAの詳細な評価システムとは異なり、CRMの評価は、それぞれの物質の特徴にしたがって、その時点で利用できる最善のモデル、あるいはデータを使用します。評価書の作成と手法の開発が同時進行的であり、このプロセスと議論を経て、CRMとしてまとまったものに収束していくことが期待されます。

このような状況を踏まえ、テクニカルガイダンスの解説は個々の科学技術の細部を記述することよりも、その分野の内外の状況も含めて記述することに主眼をおいています。そのために見開きの左ページに簡単な文章、右ページに図あるいは表を配置するフォーマットを採用しました。

I. 概要版 1.6 MB、131頁 2005年3月公開

大部になり勝ちな詳細リスク評価書を読み進む際に、全体の中で暴露評価や有害性評価等のそれぞれの構成要素がどのような関係にあるか、採用した具体的なリスク評価手法が他の手法と比べてどのような特徴をもつか等を、できるだけ簡潔に説明することを目指しました。ADMERやMETH-LISのようなモデルを左右2ページで解説しました。また、評価の全体像をつかみやすいように、全体の構造を1枚の図に整理しました。排出量推定に数多くのデータを掘り起こしていること、管理手法の経済性評価などに踏み込んでいる状況が理解できると幸いです。

II. 詳細版

詳細リスク評価に関係する数多くのプロセスをひとつの観点で切り取ってできるだけ詳しく解説しています。参考資料はできるだけ多く調査し、歴史的な進展がわかりやすいように時系列の一覧表の作成を心がけました。

●詳細版(その1) 1.5MB、75頁 2006年6月 公開

ー 動物実験データのヒト評価への外挿 ー

ヒト健康リスク評価では、ヒトのデータが少ないために、動物実験のデータをヒトに外挿する必要があります。いわゆる不確実性係数(Uncertainty Factor)を用いて安全側の評価をするというのが、これまでの主な評価方法でした。米国EPAが、1980年頃からまとめてきた経緯を中心に、種間差・種内差・高用量から低用量へ・期間差・経路差・その他の

議論をまとめました。その他の主な項目：

- ・Renwickらの化学物質特有のデータの活用 CSAFs
- ・Baird,Slobらの不確実性係数の統計的分布解析
- ・種間外挿の体重依存性BWⁿのnは1か2/3か3/4か

●詳細版(その2) 3.7 MB、108頁 2006年6月 公開

ー ADMER ー 暴露・リスク評価大気拡散モデル ー

広域(最大は全国レベル)における5km平方のグリッド単位の大気中濃度を推算するシステムです。トルエンをはじめ揮発性の高い化学物質の場合には、まずこのシステムで広域の濃度分布を推算し、METH-LISで高濃度域の濃度分布を細かく調べるというプロセスがほぼ確立されました。排出量の設定にはPRTR公表データを活用しますが、対象業種の固定届出排出源だけでなく、非対象業種・家庭、あるいは移動源などからの排出量をグリッド単位に割当てするには多大の努力が必要です。濃度推算では大きな意味をもつ気象条件を左右する割にはあまり馴染みのない大気安定度・混合層高さなどの基本を解説しました。

●詳細版(その3) 6.5 MB、216頁 2006年6月 公開

ー 1 低煙源工場拡散大気濃度推算システム(METH-LIS)

事業所などの発生源からの排出による周辺濃度の推算システムです。ADMERと同じように気象データとしてはAMeDASデータを活用します。ベンゼンやブタジエンの場合は無視できない近傍の道路を通行する車両からの排出量を線源として処理します。古くは工場からの排出は高いエントツからのものが主でしたが、最近ではそれほど高くない煙源からの排出が支配的で周辺の建物による巻き込みで地上濃度が高くなる傾向にあります。その程度を評価する機能の内容を、一般には入手困難な資料から解説しました。米国EPAのISCモデルからAERMODモデルへ変換するニュースにも触れています。

ー 2 媒体間移動量の評価

レセプターが受ける暴露量を推算するためには、基本的な環境媒体(大気・土壌・水・底質)から、植物・家畜・魚介類などへの物質の移動・分配・分解過程を評価する必要があります。いわゆる環境動態です。数多くの素過程のうち代表的なものを取り上げました。大気中のガス態と粒子吸着態との間の分配平衡を記述するJunge定数の意味などに触れた後、CRMで開発されたRisk Learningの機能を解説しました。

ー 3 暴露量(摂取量)の評価

暴露媒体から体内への取込量評価が暴露量を決めます。基本的な諸過程の他に、経皮吸収・吸収率などの問題を解説しました。体重・摂食量などの分布データから計算することが多いモンテカルロ法の基本も解説しました。

●詳細版(その4) (予告)

ー 分布のあるデータの処理 ー より定量的な評価のために2006年11月に公開予定です。キーワードとしては、分布のあるデータ、確率的リスク評価、モンテカルロ法、変動性Vと不確実性U、ベイズ解析からMCMC(マルコフ連鎖モンテカルロ)などです。ご期待下さい。

* 詳細リスク評価書テクニカルガイダンスは、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託研究「化学物質総合管理プログラム・化学物質リスク評価及びリスク評価手法の開発プロジェクト」の研究資金で行われた研究の成果です。

* テクニカルガイダンスは、概要版、詳細版ともにCRMホームページ詳細リスク評価書のサイトからPDFファイルで全文をダウンロードすることができます。 <http://unit.aist.go.jp/crm/mainmenu/1.html>

新研究員紹介

天空の無辺

8月1日から「ナノ粒子特性評価手法の研究開発」プロジェクトに、管理班の一員として参画することになりました。少し変則的な勤務形態で、フラーレンの製造販売をしているフロンティアカーボン株式会社（FCC）からの出向で、FCCの仕事との兼務です。未だ黎明期のナノテクノロジー・ナノ材料という、茫漠たる分野を対象としたリスクの評価・管理の最先端を切り拓くプロジェクトに参画できることに深い喜びと、そして大きな不安を感じています。この不安の大部分はリスク研究に対する小生の無知が原因ですが、時間が限られた中で国内外の動向と整合性を持った成果を出し、社会に対してナノの世界の見えない部分をきちんと正しく見えるようにする、というミッションの重さを感じています。

バックグラウンドは化学です。学生の頃は、有機合成化学に精進していました。若い頃親しんだ習慣は人間としての行動様式を定めてしまうらしく、物質を目の前にすると今でも頭の中は基本的に分子の姿で理解しようとしています。分子という観点から見ると、フラーレン C60 は極めて美しい構造で、自然界の不思議を感じます。この構造がネイチャー誌に掲載されたときの興奮は今でも鮮明に覚えています。そして美しいだけでなく、純粋な炭素分子としての有用性にも心を感じるものがあり、2001年に三菱化学（株）で今後の社会に必要となる次の柱となるような事業を議論する機会を得た際、フラーレンの世界初となる事業化を提案しました：発明・発見の先の実用化技術として、我々の生活を変えるようなイノベーションを目指し、「Passion & Logic：やる気と論理」をスローガンに FCC を設立しました。余談ですが、後で知った話では“Passion”の最初の意味は「受難」でした。

2004年3月に、米国化学会でフラーレンの変性ナノ粒子の魚毒性に関する発表があり、米国メディアも「ナノテクノロジーの光と影」といった取り上げ方をし、大きな話題となりました。これらの学会発表やメディアの動きなども契機となり、ナノリスクに関する正確な議論の必要性と、その土台としてのナノ標準化の活動が2005年以降本格化する形になったと理解しています。

ナノテクノロジーは、今後の人類社会の発展を支える基盤技術として重要なだけでなく、国際競争力の源泉ともされ、各国で国家政策として取り上げられています。ナノ材料の



招聘研究員
村山 英樹

“Application”に私自身も没頭していたわけですが、このリスク論議を通じて、実はそれだけでは空の半分しか見ていないことに気がつきました。“Implication”までを視野に入れて初めて全体像となり、技術的・産業的価値だけでなく、世の中に本当に必要とされる社会的価値を持った技術とすることができると実感しています。安全性評価は、学際的かつ極めて高い技術体系であり、これができる国や機関は非常に限られていると伺っています。誰にも信じてもらえない安全性研究には何の意味もないわけで、国内外で説得力を持った研究結果が出せるということは、新技術・新材料の国際競争力を支える上でも重要です。

冒頭で述べましたように兼務ではありますが、本プロジェクトの社会的重要性を踏まえ、コンプライアンス上もきちんとした形で活動に専念したいと考えています。

【略歴】

- ・1986年 東京大学工学系大学院博士課程修了（工学博士）
- ・1986年 三菱化成（現三菱化学）入社、炭素無機研究所
- ・1990-1992年 米国ハーバード大学客員博士研究員
- ・1993-2001年 三菱化学（株）情報電子カンパニー
- ・2001-2002年 三菱化学（株）科学技術戦略室
- ・2001年末-現在 フロンティアカーボン株式会社
副社長 兼 開発センター長

■新刊図書のご紹介

環境リスク解析入門【化学物質編】

吉田喜久雄＋中西準子 著



東京図書株式会社
A5版 256頁 定価2,940円
ISBN4-489-00738-8 C3043

私たちの身の周りでは様々な化学物質が使用されています。私たちはそれらを利用することで、生活の利便性向上という便益を享受しています。しかし、一方で、これらの物質によるヒトの健康と生態系への「環境リスク」についても社会の関心が高まっています。

化学物質の環境リスクは、化学物質への曝露とその有害性に関する情報に基づいて判定されます。しかし、身近に存在する化学物質の環境リスクを実際に解析しようとする場合、多様な状況下の曝露を適切に評価することは、なかなか容易なことではありません。

そこで、本書では、環境リスク解析の理念と理論に加えて、身近に存在する化学物質を事例として取り上げて、それらの化学物質がヒトの健康と環境生物に及ぼすリスクを解析する過程をやさしく解説するとともに、表計算ソフトExcel等を用いて読者自身が解析できるように試みました。さらに、解析に有用なツールやデータベースの活用についても、解析事例の中で解説しました。

本書を通して、化学物質の環境リスク解析を学ぼうとされる方や身近に存在する化学物質の環境リスクを実際に解析したい方などが環境リスク解析への理解を深めていただければと思います。

- ・第0章 環境リスク学への招待【理念編】 中西準子
- ・第1章 環境リスク解析の基礎【理論編】 吉田喜久雄
- ・第2章 身近な事例に基づく環境リスク解析【事例編】 吉田喜久雄・桑詩野
- ・第3章 リスク解析に役立つツールとデータベース【資料編】 吉田喜久雄・桑詩野

Information

お知らせ

◆CRM人事異動(10月16日付)

富永 衛 副センター長 退任 吉田 喜久雄 副センター長 就任 (リスク解析研究チーム、チームリーダー兼任)
* 新副センター長の就任ご挨拶をCRMホームページに掲載いたしました。

◆NEDOプログラム成果報告会開催予定

2007年1月22、23日、東京ビッグサイトにおいて、(独) 新エネルギー・産業技術開発機構 (NEDO) の委託研究「化学物質総合管理プログラム・化学物質リスク評価及びリスク評価手法の開発プロジェクト (NEDOプログラム)」の成果を報告するワークショップと講演会が開催されます。プログラムの詳細と参加申込については、CRMホームページをご覧ください。

◆学会発表(2006年11月~2007年1月)

■第27回北米環境毒性化学会年会

カナダ、モントリオール、11月5~9日

SETAC North America 27th Annual Meeting 2006

5-9 November, Montréal, Québec, Canada

岩崎雄一、加賀谷隆、宮本健一、松田裕之: Ecological risk assessment of heavy metals to freshwater benthic macroinvertebrate assemblages based on field survey in the Hasama river basin, Miyagi, Japan

加茂将史: A novel approach for evaluating population-level risk for aquatic species: a case study of Zinc

内藤 航: Multiple-tiered approaches to evaluate risk of lead on aquatic organisms in Japan

林 彬勲、孟 耀斌、松浦聡子、東海明宏: Population-level ecological risk assessment on alcohol ethoxylate surfactant mixtures

■日本リスク研究学会 2006年度 第19回研究発表学会

産業技術総合研究所つくば中央共用講堂、11月11~12日

荒川千夏子、酒井めぐ美、吉田喜久雄: 太陽光発電導入によるヒト健康リスク削減の費用便益分析

岩田光夫、村井水保、山口治子、東海明宏: 臭素化ジフェニルエーテル類 (BDEs) の有害性評価の現状と動向ー特にDeca-BDEについてー

小野恭子: 室内における化学物質濃度およびその分布の推定方法に関する検討ーp-ジクロロベンゼンを例にー

小倉 勇: ダイオキシン類の暴露量に対する国内環境対策の効果

梶原秀夫、高井 淳、吉門 洋: METH-LISモデルを用いた大気汚染物質の発生源逆解析ー有害大気モニタリングデータを用いてー

神谷貴文、小野恭子、蒲生吉弘: クロムの土壌への沈着量推定および土壌生態リスク評価

蒲生昌志、斎藤英典: RiskCaT-LLE (損失余命の尺度に基づくリスク計算機) の開発

川本朱美、恒見清孝: ニッケルの国内排出量推定と発生源寄与推定

岸本充生: 確率的生命価値 (VSL) とは何かーその考え方と欧米での利用ー

倉田健児: 遺伝子組換え作物の栽培を巡る議論への視点

篠原直秀、納屋聖人、蒲生昌志: アセトアルデヒドのリスク評価

恒見清孝、川本朱美: ニッケルの吸入暴露による発がんリスク評価

東野晴行、篠崎裕哉、中西準子: 曝露・リスク評価大気拡散モデル(ADMER)Ver.2.0の開発ーサブグリッドモジュールの導入ー

山口治子、東海明宏: DecaBDEのヒト健康に関する発生源の特定と暴露評価

吉田喜久雄、山口直美: 日本における化学物質のヒト健康リスク初期評価結果の解析

林 彬勲、孟 耀斌、松浦聡子、東海明宏: アルコールエトキシレート of the 生態リスク評価

■室内環境学会 2006年度総会

東京、11月27~28日

篠原直秀、片岡敏行、高峰浩一、中村利美、本橋勝紀、西島宏和、佛願道男、蒲生昌志: 多室間換気測定法の確立および適用

■リスクアナリシス学会 2006年年次総会

米国メリーランド州ボルチモア、12月3~6日

2006 Society for Risk Analysis Annual Meeting

December 3-6, Baltimore, Maryland, USA

石川百合子、川崎 一、林 岳彦: Risk assessment and management of chloroform in Japan

岸本充生、柘植隆宏、竹内憲司: Who should be saved?: Evaluating child safety from societal perspective

恒見清孝、東海明宏: Identification of emission source of antimony and antimony compounds into the air

東野晴行、篠崎裕哉、中西準子: Atmospheric dispersion model for exposure and risk assessment (ADMER) version 2
- development of a sub-grid module -

Editor's Comment <編集後記>

これまでも2度のオイルショック、湾岸戦争の影響など、私たちは石油製品の価格が大きく変動したことを何度か経験していますが、2004年以降、国際的な原油価格の高騰を受け、石油製品の価格は現在上昇を続けています。原油高の問題だけではなく、地球温暖化防止のため温室効果ガス排出量削減の必要性からも、石油、石炭、天然ガスといった従来のエネルギーから新たなエネルギーへの転換が進められています。化学物質のリスク評価・管理プロジェクトにおける成果と経験を、新規エネルギーとして高い期待が集まっている太陽光発電、バイオ燃料のリスク評価に適用するCRMの新しい取組みにご期待下さい。

* 禁無断転載複写: ニュースレター掲載記事の複写、転載、磁気媒体等の入力等は、発行者の承諾なしには出来ません。
* この印刷物は、環境にやさしい紙とインクを使用しています。

お問い合わせ・連絡先

独立行政法人産業技術総合研究所 化学物質リスク管理研究センター

〒305-8569 つくば市小野川16-1
Phone 029-861-8257 FAX 029-861-8934
E-mail: crm-webmaster@m.aist.go.jp URL: <http://unit.aist.go.jp/crm/>



2006年10月20日発行 第17号
発行者: 独立行政法人産業技術総合研究所
化学物質リスク管理研究センター
企画・編集: 有限会社 イカルス・ジャパン 武居綾子
プリント・デザイン: 株式会社デジタル印刷