

## レビュアーの意見書と筆者らの対応

レビュアー：京都大学大学院 工学研究科 助教授 米田稔

-5 の 7 行～

できれば各製品について代表的な DEHP 含有量を示して欲しいと思います。

【対応】製品中の DEHP 含有率については、第 4 章 4.4.1.3 項に製品用途分類毎の DEHP 含有率を記載しており、繰り返しになりますので、記載を避けました。

-17 の 29 行

推計を行うためにおいた仮定の妥当性について、なんらかのコメントが必要ではないかと考えます。

【対応】輸出入量を考慮しないこと以外は、筆者が、常識的に蓋然性のある仮定と判断しています。輸出入量を考慮しないことについて、根拠を追加記載しました。

-34 の 25 行

拡散係数や蒸気圧などは、その対数値が絶対温度の逆数と線形関係あることから、排出係数に対する温度の影響はかなりクリティカルな因子だと思います。例えば米田ら（環境工学研究論文集 vol.38, pp.285-292, 2001）は静止空気中での塩ビシートからの排出速度が 50℃では 40℃のときの約 5 倍になることを示しており、夏と冬では排出係数が 1 桁から 2 桁異なることも考えられます。サーベイされたデータから、温度の影響の程度について、ある程度の定量的コメントをすることは不可能でしょうか。

【対応】ご指摘に対応して、排出速度への温度の影響について説明を追加し、それを現時点で考慮しなかった理由を記載しました。ご指摘のように、排出係数を考える上で温度は重要な因子であり、この影響も考慮して排出量を推計する必要があると思います。しかし、レビュアーの論文に記載されているように、製品毎にかなり排出速度が異なっていること、温度以外にも不確実な部分が多々あること等を勘案すると、現段階では、それらを定量的に論じることは困難であると思います。このため、第 4 章では Quackenbos が実験結果から排出係数を算出する際に用いた式（第 4 章 4.4.1 項(1)）のパラメータに変化を与えるに留めました。本評価書では、年平均気温よりも多少高めの温度（25℃）における排出係数を使用しており、排出量はやや過大に推計されている可能性があります。今後、製品別の排出係数や温度の影響に関する信頼性の高いデータが蓄積されることにより、その精度に応じた推計ができると考えます。

-35 の 3 行～

製品の使用が屋内か屋外かを判定して排出量を推定しているなら、大気への排出量を推定する際、屋内外それぞれへの排出量として推定するべきではないでしょうか。屋内へ排出された量は拡散する空気量が少ないことから、屋外に比べて高い室内濃度を定量的に概算することも可能になると思います。吸入による暴露量評価においては、この高い室内濃度を評価する必要があると思います。

【対応】第 4 章に記載したように、摂取量には屋内外空気中 DEHP よりも食事中 DEHP の寄与がほとんどです。このため、第 4 章での DEHP 含有製品の全ライフサイクルからの環境排出量も食事経由の DEHP 摂取量を推定するために用いることを目的としています。よって、第 4 章では屋内、屋外とも「大気」という媒体への排出とまとめて推計することで十分と判断しています。

-54 の図 -6

できれば屋内大気中濃度も同形式で示してはいかがでしょうか。

【対応】室内大気中濃度（参考資料 A-表 4.4）については、最小値、中央値および最大値のみが公表され、測定地点毎のデータは公表されていません。また、複数の資料で多くの同一の測定データが重複しているケースもありました。これらの理由により、年度毎の 5 パーセンタイル、95 パーセンタイル等の推計を断念しました。

-117 の 6～8 行

各パラメーターの単位があいまいです。たとえば  $IH_{air}$  は「単位時間当たり」空気吸入量とすべきと思います。また 6 行の総和記号は添字  $i$  についての総和でしょうか。ならば  $Intake$  は  $Intake_j$  と季節ごとの 1 日摂取量となるはずですが、この処理はどうなっているのでしょうか。推定された値は 1 日摂取量の年間平均値なののでしょうか。

【対応】ご指摘の点は、文章を改訂し明確にしました。

-119 の 7 行など

Huber et al.(1996)ではAir, indoor room with PVC-flooringからの暴露量をfoodに匹敵する1～6mg/dayと見積もっており、限られた環境下では室内空気からの暴露も大きいと思われます。なんらかのコメントが必要ではないでしょうか。また、リスク評価のための摂取量推計では、PVC製品製造工場などで働く職業人の摂取量や、医療行為からの摂取量について触れる必要があるのではないのでしょうか。NTP-CERHR Expert Panel Report on Di(2-Ethylhexyl) Phthalate, October 2000などでも職業人や医療行為による暴露に触れているようですが。

【対応】本評価書に示したモンテカルロ・シミュレーションを用いた摂取量推定では、屋内での DEHP 暴露も考慮しています。ある状況のみに着目しますとご指摘のような場合もあるかと思いますが、結果から判断しますと稀なケースと思われます。

また、ご指摘のヒト健康リスクの評価対象範囲は「第 章 序論」に明示しました。

-3 の 2 行～

大気中での分解機構についての知見があれば加えていただけないでしょうか。例えば大気中での分解により MEHP が生じるのか、など。

【対応】土壌中での分解経路については情報がありますが、大気については、調査した範囲では分解機構に関する知見は得られませんでした。

-4 の 27 行

土壌中の分解速度も変動が大きいですから、その影響をモンテカルロ・シミュレーションなどで評価すべきではないでしょうか。

【対応】ご指摘のように、土壌中の分解速度に土壌特性や温度等による変動性があることは認識しており、また、DEHP の土壌中での消失への分解の寄与は大きいため、土壌中濃度を詳細に推計する際は、土壌中分解速度の変動性を考慮すべきと思います。しかし、第 章は主要な暴露の道筋を推定することを目的とし、簡易型の数理モデルで環境中動態を推定しています。DEHP に関しては、土壌から植物や家畜への移行がほとんどなく、ヒトへの重要な暴露経路とは考えられないため、分解速度定数の変動はあまり重要でないと判断し、モンテカルロ・シミュレーションは行いませんでした。

-9 の 1 行

$E_{aer}$  と  $E_{gas}$  の値を示して下さい。

【対応】Boltzmann 分布則の式における  $E_{aer}$  と  $E_{gas}$  の差は、実測値から求めることができますが、それぞれの個別の値は求めることはできません。ここでは温度の逆数に比例するであろうとの考えに従って、温度依存性の式を導出しました。（なお、文章の改訂に伴い、 $E_{aer}$  と  $E_{gas}$  のについての記述は無くなりました。）

-12 の 8 行～ & -19 の 26 行～

移流の式では大気中のバックグラウンド濃度、あるいは移流によって流入してくる空気中濃度が無視されています。その妥当性についてはどう考えておられますか。同様のことが河川水中濃度を推定する場合にも言えます。

【対応】第 章の「1. はじめに」で、目的とコンパートメントモデルの特徴に関する記述を追加しました。ご指摘のように、特定の地域、地点での環境濃度を推定するためには、隣接するグリッドからの移流を考慮すべきですが、第 章では主要な暴露の道筋を推定することを目的としており、簡易型のモデルを用いて主要な環境中動態を推定しています。大気中濃度や土壌中濃度との比較は概ね推定が妥当

であるか否かの判断のためであり、その際、移流を考慮していないことによる影響も考慮して判断しています。

-16 の 15 行～

大気中の粒子吸着態濃度の導出と、乾性沈着量の推定には、この巻き上げられたものの沈着量が含まれていないようです。巻き上げられたものは移流により全て消失すると仮定しているのでしょうか。この場合にも移流による流入の問題がありますが。

【対応】ご指摘のように、大気中および土壌中の動態はそれぞれ単一の媒体モデルを使っており、土壌からの巻上は大気モデルの計算には考慮していません。しかし、評価書に示したように、大気からの沈着量に比べて土壌からの巻上量は少なく、無視できると考えられます。

-20 の 17 行

巻き上げによる底質からの消失では、洪水時の影響が大きいと思いますが、なんらかのコメントは可能ですか。

【対応】ご指摘のように、洪水時の影響は大きいと思います。河川中での化学物質の動態は流量や水深等に大きく依存し、河川毎に大きく異なるため一般化は困難です。本評価書の第 4 章に多摩川を例に DEHP の水環境分布を示しましたが、ここで用いた水系モデル(AIST-SHANEL)は、水量の変化に伴う攪乱の影響を考慮しています。

-21 の 10 行

水溶解度が 2,000 倍変動しても水中濃度に大きな影響がないというのは、奇異な感じを受けます。そのメカニズムについて説明していただけないでしょうか。

【対応】水溶解度は水中からの揮発速度に関与しますが、DEHP の場合、用いた仮想水環境では、水相からの消失への移流の寄与が 90%と大きく、水相の溶存態および粒子吸着態はともに移流によりほとんどが消失すると推定されました。したがって、水溶解度の不確実性は濃度推定にほとんど影響を与えないと考えられます。

-27 の 7 行

モンテカルロ・シミュレーションにおいて独立に動かしたパラメーターは何でしょうか。表 V-23 のような表現だと、大気中濃度、土壌中濃度、牧草中濃度を独立に動かしているように感じられます。実際には大気中濃度と土壌中濃度を独立に動かしているのですか？

【対応】確率密度関数を設定したパラメータは風速と水溶解度です。また、大気、土壌、植物および家畜の各媒体中濃度は同時にモンテカルロ・シミュレーションを行いました。

-30 の図 -6

大気高さとして 500 m、土壌深さとして 0.10 m を採用した根拠は何なのでしょうか。

【対応】大気高度は、AIST-ADMER で使用している混合層高度を参考に設定しました。土壌の深さは、環境庁の調査時のサンプリングの深さとしました。

-17 の 4 行～

暴露解析のための大気中濃度推計では、むしろ室内濃度を推定することが重要なのではないのでしょうか。

【対応】評価書の第 3 章に示したように食事経由の DEHP 摂取が全摂取量に大きな寄与します。このため、第 3 章では主要な暴露経路と判断された食事経由の暴露、すなわち排出源からヒトに至るまでの DEHP の移動を数理モデルで推定しています。屋外大気中 DEHP 濃度も農作物中濃度を推定するための計算であり、直接的な吸入暴露を想定していません。

-33 の 7 行

実データ無しに「ほうれんそうとはくさいの消費量が大きな寄与をすることが明らかとなった。」というのはいきなりではないのでしょうか。「ほうれんそうとはくさいの消費量が大きな寄与をすることが予想される。」程度の表現が妥当ではないのでしょうか。

【対応】ご指摘のとおりですので、文章を改訂しました。

-78 の 9 行

「屋外用途製品からの排出量は、降雨量に比例すると考えられる」根拠は何でしょうか。実データとの対応という点では、降雨量の多い季節は気温も高いですから、気温の影響も無視できません。

【対応】製品の表面を通過する雨水量（降雨回数）が増加すれば、製品からの DEHP の溶出量、さらには製品が磨耗し表面が削れて露出した DEHP の洗い流される量が増加するであろうと考えて、そのような仮定を置きました。厳密には、関連する試験データ等を用いて定量的に推計する必要がありますが、参考となる文献も少なく、言及しませんでした。また、ご指摘のように、温度の影響も無視できないと思われますが、今回は検討に至りませんでした。今後、排出量推定の精度向上を図る際に考慮します。

-1 の 1 行～

有害性評価において、経口摂取か吸入摂取かによって、吸収・代謝経路は異なってきます。NOAEL の判定においては、摂取経路の影響が無視されているように思えますが、この点についてなんらかのコメントが可能ならばお願いします。

【対応】ご指摘のように、吸入か経口で体内に入ってから化学物質の動態は異なります。

理想的には、U.S. EPA の Integrated Risk Information System (IRIS) の Reference Concentration と Reference Dose のように暴露経路毎にエンドポイントと *NOAEL* を選択すべきと思います。

DEHP の場合は評価書にも記載したように、吸入暴露に伴う DEHP の体内動態には不明な点も多い上に、数少ない吸入試験では精巢や発生への影響はみられていません。このため、本評価書では、吸入暴露における潜在用量を経口摂取量に加え、経口経由の試験でみられた有害影響のリスクを評価しています。

-1 の 1 行～

リスクの判定において、特異的に高濃度暴露の可能性のある職業人や、排出源工場周辺の住民、医療暴露などについての検討を行っていないことについてのコメントが必要ではないでしょうか。

【対応】「第 章 序論」にヒト健康リスクの評価対象範囲を明示しました。

(以下、ケアレスミス等)

-23 の図 -13 中

$$= 3/\mu \quad = \mu/3$$

【対応】ご指摘のとおり訂正しました。

-50 の 8 行

セルの表面積はセルの側面積と比較して十分に小さい セルの側面積はセルの表面積と比較して十分に小さい

【対応】ご指摘のとおり訂正しました。

-117 の 10 行

表 IV-38 表 IV-41

【対応】ご指摘のとおり訂正しました。

-137 の 7 行

摂取量をする 摂取量を推定する

【対応】ご指摘のとおり訂正しました。

-12 の 24 行

$$k_{deg\ a} \quad k_{dega}$$

【対応】ご指摘のとおり訂正しました。

-22 の図 -27～34 のキャプション

出荷量との 出荷量と

【対応】ご指摘のとおりに訂正しました。

-58 の 15 行～ -58 の 1 行

文章が変

【対応】ご指摘のとおりですので，文章を改訂しました。

-83 の 10 行

あると考えられる。 あると考えられる。

【対応】ご指摘のとおりに訂正しました。

-6 の 24 行

40%糞中 40%が糞中

【対応】ご指摘のとおりに訂正しました。

-80 の表 -30、4 列 4 行のセルの 3 行目

適切用いた 適切に用いた

【対応】ご指摘のとおりに訂正しました。

-4 の 1 行

由經由 經由

【対応】ご指摘のとおりに訂正しました。

-23 の 29 行

ことこと こと

【対応】ご指摘のとおりに訂正しました。