

環境省
石綿飛散防止専門委員会
2012.8.27

資料

東京工業大学大学院
村山武彦

内容

- アスベストによるリスクの観点
- リスクを判断する目安との関係
- 外国における関連事例

アスベストによるリスクの観点

リスクの推定方法の整理

	疫学調査を基礎	過去の死亡数を基礎
用いる変数	曝露濃度、曝露期間	年齢階層、コホートなど
係数設定に用いるデータ	主として労働環境における高濃度曝露の調査結果	当該国の過去の死亡数
長所	個々の曝露状況を明確に反映	自国のデータに基づく推定が可能
短所	自国のデータや過去の履歴の取り扱いが困難	曝露状況のモデルへの反映が困難

疫学調査に基づくリスクのモデル

- 肺がん

$$I_L = I_E (1 + K_L \cdot f \cdot d)$$

- 中皮腫

$$I_M = 0$$

($t_0 > t$)

$$I_M = K_M \cdot f \cdot (t - 10)^3$$

($t_0 + d > t \geq t_0$)

$$I_M = K_M \cdot f \cdot \{(t - 10)^3 - (t - 10 - d)^3\}$$

($t \geq t_0 + d$)

- I_L : アスベストによる影響を含めた肺がん死亡率
 I_E : アスベストによる影響がない状態での肺がん死亡率
 K_L : 係数
 f : アスベストの濃度 [f/ml]
 d : 曝露期間 [年]
 I_M : 中皮腫の死亡率
 K_M : 係数
 t : 初回曝露からの経過期間[年]
 t_0 : 潜伏期間(10年)

肺がんリスクの係数に関する報告例

石綿種類	生産方法	係数($K_L \times 100$)	標準誤差	報告年
クリソタイル	鉍山・精製	0.0348	0.0588	1990
クリソタイル	鉍山・精製	0.0412	0.006	1997
クリソタイル	摩擦材生産	0.1904	0.2234	1984
クリソタイル	紡織製品生産	2.9734	0.4355	2007
アモサイト	断熱材生産	6.3238	0.8294	1986
アモサイト	断熱材生産	1.2513	0.506	1998
クロシドライト	鉍山・精製	4.1546	0.5361	2004
トレモライト	バーミキュライト鉍山・精製	0.878	0.2639	2007
混合	摩擦材生産	-0.1284	0.1246	1983
混合	セメント製品生産	-0.083	0.045	1980
混合	セメント製品生産	4.8572	1.3855	1984
混合	セメント製品生産	0.3975	0.1684	1987
混合	セメント製品生産	1.405	1.134	1990
混合	生産工場	0.2066	0.0383	1987
混合	断熱材設置	0.8222	0.0294	1991
混合	紡織製品生産	0.5692	0.205	1983
混合	紡織製品生産	0.5185	0.1551	1985
混合	複合(一般人口を対象)	20.983	5.917	2002

中皮腫リスクの係数に関する報告例

石綿種類	生産方法	係数($K_M \times 10^8$)	標準誤差	報告年
クリソタイル	鉍山・精製	0.012	0.0043	1997
クリソタイル	鉍山・精製	0.021	0.0045	1997
クリソタイル	摩擦材生産	0	0.0357	1984
クリソタイル	セメント製品生産	0.2	0.1146	1987
クリソタイル	紡織製品生産	0.088	0.0925	1983
クリソタイル	紡織製品生産	0.15	0.0842	2007
アモサイト	断熱材生産	3.9	0.9226	1986
クロシドライト	鉍山・精製	12	0.8929	2004
混合	工場	0.095	0.0417	1997
混合	セメント製品生産	18	3.2738	1984
混合	セメント製品・紡織品生産	0.3	0.1735	1987
混合	断熱材設置	1.3	0.0595	1991
混合	紡織製品生産	1.4	0.2381	1983
混合	紡織製品生産	1.3	0.4048	1985

The Health Council of the Netherland (2010)より作成

公的機関による評価の例

- USEPAのIRIS (Integrated Risk Info System)におけるユニットリスク(1993, last revised)
 - 1[f/mℓ] → 2.3×10^{-1}
 - 0.1[f/ℓ] → $2.3 \times \underline{10^{-5}}$
- WHO, Regional Office for Europe (2000)
 - 0.1[f/ℓ] → $4(3.0 \sim 5.9) \times \underline{10^{-5}}$ 喫煙者
 - $2.2(1.2 \sim 4.1) \times \underline{10^{-5}}$ 非喫煙者

日本産業衛生学会による勧告(2001)

- 許容濃度から評価値へ
- 14の疫学調査を基礎
- 18歳から50年間の職業曝露で1000人に1人が、肺がんまたは中皮腫で死亡する濃度
 - クリソタイルのみの曝露
 - 0.15 [f/mℓ] (150 f/ℓ)
 - アモサイト・クロシドライトなどを含む曝露
 - 0.03 [f/mℓ] (30 f/ℓ)

他のメタアナリシスの事例

- Hodgson & Darnton (2000): アスベスト曝露に関連した中皮腫および肺がんの定量的リスク (The quantitative risks of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure)
- Berman & Crump (2008): アスベスト関連肺がん及び中皮腫のポテンシー係数に関する最新情報 (Update of Potency Factors for Asbestos-Related Lung Cancer and Mesothelioma)
- The Health Council of the Netherland (オランダ衛生審議会) (2010) : 環境および職業曝露によるアスベストリスク (Asbestos: Risks of environmental and occupational exposure)
- Dodson & Hammar (eds)(2011): アスベスト (第2版)

オランダ報告の例(1)

- 調査報告の抽出条件
 - － アスベスト曝露に関する情報が十分であること
 - － アスベスト濃度の換算に必要な情報が得られていること
 - － 職業歴の特定に必要な情報が得られていること
 - － 2分の1以上の対象期間において曝露濃度の測定結果が得られていること
- 調査結果の特定
 - － 上記の条件に合致する4事例を特定し、係数を推定

オランダ報告の例(2)

- リスクレベルの設定

- 職業曝露(電子顕微鏡(TEM)による測定濃度)

リスクレベル	濃度 [f/l]		
	クリソタイルのみ	クリソタイル20%、角閃石系80%	角閃石系のみ
10 ⁻³	50	32.5	10.25
10 ⁻⁴	5	3.25	1.025
10 ⁻⁵	0.5	0.325	0.103

(労働条件: 1日8時間、週5日、40年間)

(角閃石系: アモサイト、クロシドライトなど)

それまでの曝露限界値: 20 [f/l] (電顕(TEM)の場合)

オランダ報告の例(3)

- リスクレベルの設定
 - 環境曝露(電顕(TEM)による測定濃度)

リスク レベル	濃度 [f/ℓ]		
	クリソタイルのみ	クリソタイル20%、角 閃石系80%	角閃石系のみ
10 ⁻⁵	0.28	0.13	0.03
10 ⁻⁶	0.028	0.013	0.003

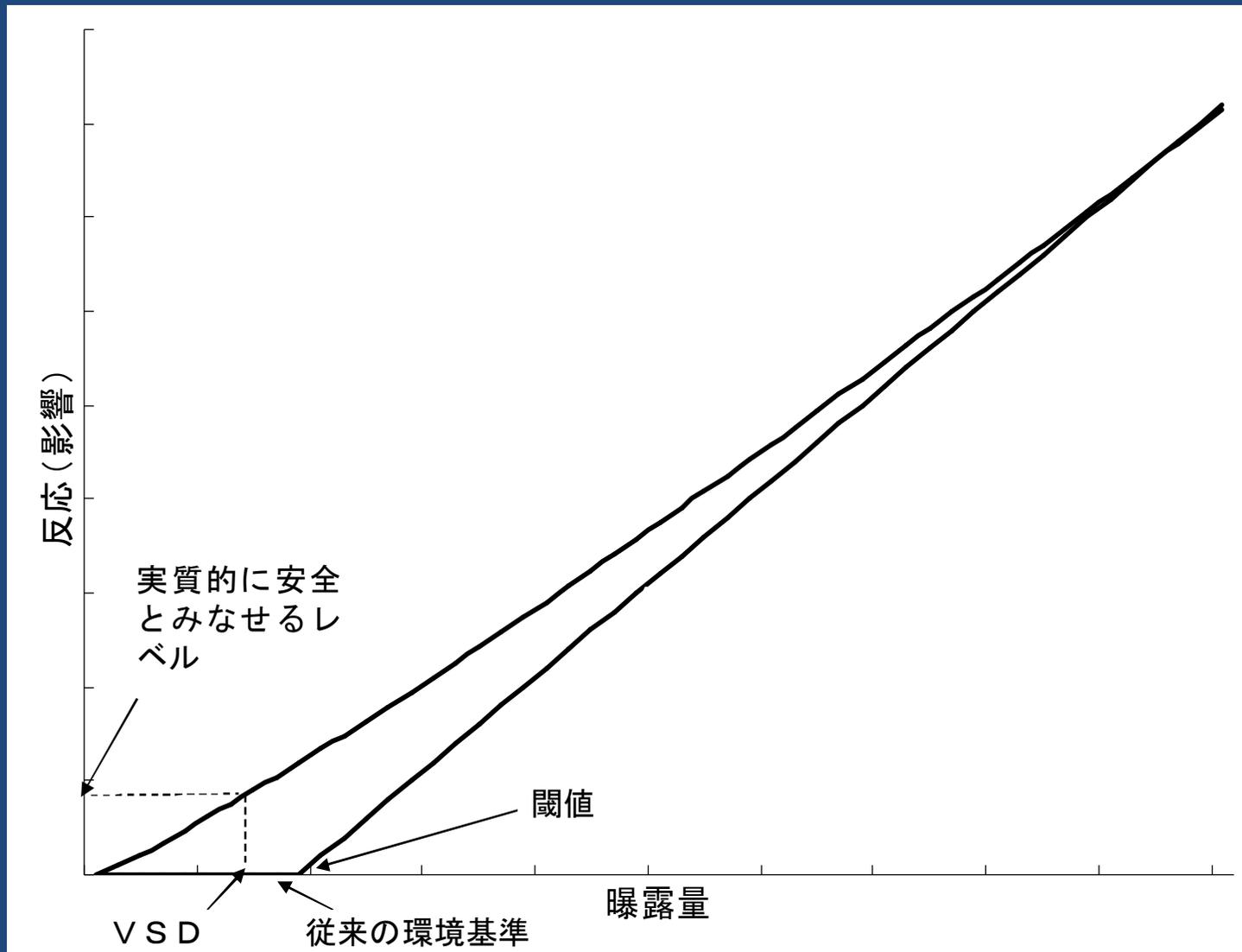
それまでの評価では、10⁻⁵のリスクに対して、クリソタイルのみの場合10 [f/ℓ]、角閃石系では1 [f/ℓ]

リスクを判断する目安との関係

環境政策におけるリスク評価

- 1996年の中央環境審議会答申
 - 「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について」
- 環境リスクに対する基準の考え方を提示
 - 閾値(いきち)のない環境汚染物質に対する基準を提示
 - 実質安全容量(VSD: Virtually Safety Dose)に相当する考え方
 - 環境汚染物質のなかから優先的に取り組む物質22を選定

実質安全容量の設定



わが国における設定とその根拠

- 具体的な基準
 - 生涯死亡率で 10^{-5}
(特定物質による一生涯の曝露で10万人に1人が死亡)
- 根拠
 - 他国の傾向
 - 他のリスクとの比較(自然災害を含む) など
- ただし、リスクが高い状況における当面の目標
 - あくまで「当面の目標値であり、新たな知見をもとに改定されるべきものであること」
 - 「環境リスクのレベルは本来低減されるべきであり、この基準まで許容されると受け止められるべきでない」

アスベスト曝露によるリスクと 実質安全容量 (VSD) との比較

- USEPAや産業衛生学会による評価を前提
- 96年の答申で示された値 (10^{-5}) に対応する濃度は、0.1 [f/l] のオーダー
- 敷地境界基準 (10 [f/l])
 - VSDの100倍程度のオーダー
 - 1989年に設定されたものであるが、96年答申の立場から基準の妥当性について改めて検討すべきでは。

管理のための目安を考える うえでの課題

- リスク評価における不確実性の考慮
 - リスクモデル(過去のデータからの推定→安全係数の考慮)
 - 濃度測定
- 空間的時期的特性
 - 屋外と屋内との区分
 - 工事施工時と平穏時の区分
- 中環審答申との整合性
 - 敷地境界基準の位置づけ
 - 一般環境における目安の位置づけ
 - 自然由来の扱い

アスベスト汚染に関する問題発覚後の 取り組み事例

- **工事前** (カッコ内は問題発覚から工事施工の時期)
 - 東京女学館の建て替え工事 (1993-1994)
- **工事後** (カッコ内は工事施工時期)
 - 東京都文京区さしがや保育園の改修工事 (1999-2000)
 - 新潟県佐渡市立両津小学校における除去工事 (2006)

外国における関連事例

外国の事例(1): NYのWTC関係

- WTC崩壊後、EPAが環境影響を調べる段階で、潜在的に健康影響を与える物質 (Contaminant of Potential Concern: COPC) がリストアップされ、特に問題があると思われる物質について、除去の基準を設定
- 発がん物質に関しては、リスク論に基づくアプローチがとられ、居住者の長期間曝露(30年間を想定か)を対象にした生涯死亡リスクを1万分の1 (10^{-4}) 以下に抑えるレベルを検討
- アスベストについては、クリアランス基準として0.9f/lと設定
- ガラス繊維等の人工繊維 (MMVF) については、職業環境の基準から推定され、安全率を100として10f/lと設定

外国の事例(2): ドイツ

- 有害物質に関する技術指針 (TRGS 519, 2007)
 - アスベストに関する解体、改築、維持管理
 - 一般規定
 - TRGS900以降、大気環境に関する限界値なし(基準を設定していないことと同義と考えられる)
 - 例外を除いて、あらゆる防護策をとることを要求
 - 労働環境を濃度別に規定
 - 例外が適用される場合の例
 - 飛散性材料の除去修復作業に関して、以下の濃度を下回る場合にのみ、上記の規定が適用外になりうる。
 - 規定に基づいて測定された結果が0.5 [f/l]を下回る場合(ポアソン分布に基づく95%上限値が1 [f/l])

外国の事例(3): 韓国

—アスベスト安全管理法—

- 2011.4.28制定、2012.4.28施行
- 主な内容
 - アスベスト含有製品の指定・管理
 - 自然由来のアスベスト分布の特定と周知、影響評価
 - 建築物内のアスベスト管理
 - 作業域周辺的环境管理

外国の事例(3): 韓国

—アスベスト安全管理法—

- 建築物内のアスベスト管理
 - 建築物に対する調査義務
(一般の建築物では、総床面積500m²以上)
 - 調査結果に基づく措置
 - アスベスト地図の作成、アスベスト含有建築物の管理基準の遵守、アスベスト除去、空気中のアスベスト対策、安全管理者の指名
- 作業場周辺的环境管理
 - 排出基準の設定
 - 建築物解体／除去の際の3段階の監理システムを導入

外国の事例(3): 韓国

— 古くなった石綿スレートの処理対策 —

- 目的
 - 一定程度以前に敷設されたスレートの劣化による健康影響の可能性
 - 経済的な理由による自発的な対策の限界
- 方針
 - 30年以上経過したスレート除去・廃棄費用の支援
 - 関係事業との連携促進
- 主な内容
 - 2011年におけるパイロット事業: 109の市・郡において、約2500の建築物における除去・廃棄費用の支援
 - 2012～2021年における本格実施: 約188,000の建築物に対する除去・廃棄費用の支援