

## アスベスト国際会議の報告 「知恵のための森の中の集い」：米国ジョンソン 会議に参加して

外山 尚 紀(東京労働安全衛生センター)  
亀元 宏 宣(株式会社EFA ラボラトリーズ)  
小坂 浩(元兵庫県立環境科学研究所)

### 1. ジョンソン会議とは

2011年7月25日から29日まで米国バーモント州バーリントンでASTM International (American Society for Testing and Materials: 米国材料試験協会)主催のジョンソン会議(The ASTM Johnson Conference 2011)が開催された。ジョンソン会議はアスベストに関するフォーラムで、1985年から2008年まで6回開催され今回が7回目となる。2002年以降は3年ごとに開催されている。元々はバーモント州のジョンソンという田舎町で開催されてきたが、2008年からはバーリントン市からの支援の申し出があり施設の整っているバーモント大学で開催されるようになった。

同会議はアスベスト曝露に関する学際的な会議で、政府機関・大学・民間調査分析機関・鉱業会社などの分析、医学、疫学、鉱物学、地質学等の専門家だけでなく弁護士、被害者団体関係者など多彩な参加者がある。前回から米国、カナダ、英国以外からも参加者を募り国際会議となった。参加者には研究発表の要約集(Abstracts, 具体的データは記載されない)は配布されるが、会場内での録音・撮影は許可されない。また、発表された内容の引用には発表者の文書による許可が必要である。これらの制限は、最新の研究の発表を促すために、さらには新しいアイデアについて或いはデータの解釈の可能性について率直な議論が行なわれることを保障するために設けられた。アスベストは複雑で難しい課題なので、規制する側(Regulator)と規制される側(Regulated)を含めて各分野の専門家が集い、自由に討論して、可能ならば力を合わせよう、というのが会議のコンセプトである。今年の会議のテーマは「継続中の議論—ジョンソン会議の四半世紀を経て私たちが学んでいること(The on-

going debate-What we are learning after a quarter century of Johnson conference)」で、5日間にわたってアスベストのみにテーマを限定した9つの口演セッションと3つのポスターセッションが行なわれた。口演及びポスターの各セッションの構成を表1に示す。会議は分科会形式ではなく全体が1つのセッションに集中する。

表1 2011年ジョンソン会議のテーマと演題数

| セッション             | テーマ                      | 演題数 |
|-------------------|--------------------------|-----|
| 1 (1日目午前)         | 健康と毒性                    | 10  |
| 2 (1日目午後)         | 政策決定への科学の適用の実例           | 10  |
| 3 (2日目午前)         | 汚染の修復/モニタリング             | 9   |
| ポスター 1<br>(2日目午後) | 健康影響・リスク評価・規制            | 8   |
| 4 (2日目 夜)         | 国内外の分析法                  | 9   |
| 5 (3日目午前)         | パーミキュライト屋根裏断熱材と自然由来アスベスト | 9   |
| ポスター 2<br>(3日目午後) | 分析・モニタリング                | 8   |
| 6 (4日目午前)         | 科学を巻き込んだ訴訟               | 9   |
| ポスター 3<br>(4日目午後) | アスベストの定義・訴訟              | 8   |
| 7 (4日目 夜)         | 分析と精度管理                  | 8   |
| 8 (5日目午前)         | アスベストの定義と用語体系            | 9   |
| 9 (5日目午後)         | 定義に関するワークショップ/総括討論       | 2   |

## 2. 今回の会議の主な参加国と話題

今回の登録参加者数は193名。口演とポスターの発表は99題で、前回よりも17演題も増えた。13カ国からの演題発表があり、国際会議の色彩が強くなった。米国からの発表が最多で75題、次いでイタリア6題、韓国が4題と健闘した。

今回は全体テーマにあるように25年の総括的な会議として、各セッションの1題目にこれまでの研究成果のまとめとなる演題が設けられていた。セッション5「バーミキュライト屋根裏断熱材と自然由来アスベスト」は自然由来アスベスト(NOA: Naturally Occurring Asbestos)とその代表であるバーミキュライトを取り上げている。前回のテーマは「土壌中のアスベスト」つまり自然由来アスベストであったが、今回も主要な課題となっている。自然由来アスベストとは商業利用されたアスベストではなく、不純物などとして鉱物資源に含まれ、意図せず使用し、曝露してしまうことが懸念されているアスベストである。モンタナ州のリビー鉱山で産出されてきたバーミキュライトは角閃石系アスベストであるウインチャイト/リヒテライトを含有しており、健康被害が発生していることは米国では大きな問題となっている。自然由来アスベストについてはこのセッションだけではなく、全体の3分の1以上にあたる37演題で取り上げられており、米国ではアスベスト問題の主要な課題の一つとなっている。動物実験、リスク評価、サンプリング方法についても自然由来アスベストを対象とする演題が多かった。

セッション1「健康と毒性」では M. Gwinnらがアスベストの人体への作用機序が未だ不明確で、それは繊維の形態と鉱物学的特徴の発症への関与についてのデータに差が大きいことが原因しているとの基調的な発表があり、続く発表では各種の自然由来アスベストの動物実験による作用に対する形態、鉱物種の違いなどの研究成果が発表された。このセッションでは10演題中3つがリビー鉱山のバーミキュライトを取り上げていた。

セッション2「政策決定への科学の適用の実例」では、USEPA(US Environmental Protection Agency: 米国環境保護庁)によるリビー産角閃石系アスベストのIUR(Inhalation Unit Risk: 吸入性単位リスク)によるリスク評価の報告など、これまでのリスク評価の手法とその結果に基づく政策決定の実例が発表された。リスク評価手法はABS(Activity Based Sampling: 活動条件下でのサンプリング)によりサンプリングを行い、電子顕微鏡によりPCMe(Phase Contrast Microscopy-equivalent: 位相差顕微鏡等価値)からIURに

よりリスク評価することが広く行われていることが印象的であった。

セッション3「汚染の修復/モニタリング」は環境改善の実例の報告が多く、廃棄されたアスベストセメント管で汚染された土地の浄化の例などアスベストによる土壌汚染の除去作業についての話題が多く、イスラエル、イタリアなどからも同様のテーマで発表された。

セッション4「国内外の分析法」で筆者ら(外山・亀元)は日本のアスベスト含有建材分析方法であるJIS法(JIS A 1481)と、国際標準化機構で検討されており現在草案段階のISO法(ISO/DIS 22262-1)とを比較検討し、JIS法ではアスベストの定義の違いと分析方法の不十分な点から分析の間違いが起きる可能性が高いことを示す発表をおこなった。座長がISOの同ワーキンググループ委員会の議長で、参加者には日本も含めてISOの委員が数名参加していた。発表に対する質問はなかったが、終了後多くの参加者から個別に質問や意見が寄せられた。この発表のプレゼン資料は[http://www.metoshc.org/\\_userdata/20110725JohnsonS.pdf](http://www.metoshc.org/_userdata/20110725JohnsonS.pdf)で入手できる。それ以外の発表では、米国のOSHA(Occupational Safety and Health Administration: 労働安全衛生局)が気中アスベスト濃度測定法について位相差顕微鏡法と偏光顕微鏡法または透過型電子顕微鏡法を組み合わせる繊維種を絞り込む方法を解説する発表を2題、またタルク鉱山会社からタルク中のアスベスト分析方法についてやはり2題の発表があった。OSHAが発表した位相差顕微鏡法と偏光顕微鏡法を組み合わせた繊維種の分別判定法は1997年に制定されたID-160(Asbestos In Air)の解説である。

セッション5「バーミキュライト屋根裏断熱材と自然由来アスベスト」は今回の会議の重要な課題の一つである。初めにオーストラリアと米国から基調的な報告があり、米国からはアスベストの定義の重要性が指摘された。EPAからはアスベスト含有率の土壌の分析のためにFBAS(Fluidized Bed Asbestos Segregator: 流動床アスベスト分離装置)を応用する方法が紹介され、韓国の環境調査研究所からは韓国で問題となっている旧トレライト鉱山付近の土壌の詳細な分析結果が発表された。

セッション6「科学を巻き込んだ訴訟」では、冒頭の2題がASTMの新たな規格である建物などの表面のアスベスト汚染を電子顕微鏡で定量する方法の評価と適用例で、このような事例が米国では訴訟の対象となっていることがうかがえた。またイタリアの弁護士からイタリアでのアスベスト訴訟の状況の報告があった他、研究施設でのアスベスト曝露、建材分析結果の間違いの例などの

報告があった。

セッション7「分析と精度管理」では、米国での気中アスベスト濃度測定の精度管理のための試料作製方法について2題の発表があり、試料作製の難しさが示された。米国では透過型電子顕微鏡での気中濃度測定が法定となっており、そのための精度管理の結果も報告された。全般的にアスベストの分析は難しい面が多くあり、米国では精度管理が慎重かつ厳格に行われている印象を受けた。

### 3. アスベストの定義についての議論

セッション8と9は最終日に一日かけて行われた。つまり「アスベストとは何か？」という定義についての議論に全体の5分の1を費やしている。日本ではアスベストの定義についての議論はほとんどなく、また海外で定義をめぐる議論が盛んに行われていることも紹介されていない。この点が日本と海外のアスベスト研究の大きなギャップになっていると思われる。演題の内容を紹介する。

Larry S. Pierceによる1題目は、Asbestiform(石綿様形態)の定義についてレビューし、それは繊維径、長さ、径と長さの比率(アスペクト比)、化学組成のみでは定義しきれず、肉眼、実体顕微鏡、偏光顕微鏡、電子顕微鏡のそれぞれの観察により異なる特徴を示す、とする総括的な発表であった。

2題目のJames R. Milletteは、前述のアスベスト自体の定義としてのAsbestiformと気中濃度測定の計数ルール(アスペクト比3:1以上)が異なる点についての議論をレビューし、両者は一致すべきで、アスペクト比は3:1よりも大きくすべきなのだが、実際にいくつにすべきか議論が続いていることを示した。

3題目のMartin HarperはNIOSHでの研究として、気中濃度測定の位相差顕微鏡法によりアスベストではないへき開粒子とアスベスト繊維を見分けるための標準試料を作成する方法を適用した結果を報告した。

4題目は長年にわたるニューヨーク州のタルク鉱山から産出するタルクに含まれるアンソフィライトがアスベストであるかどうかという論争を取り上げ、鉱物の科学組成、形態とその鉱物繊維濃度の分析が不十分な疫学調査は意味がないことを主張している。

5題目は南オーストラリア大学のMike van Alphenが自国で産出されてきたクロシドライトの電子プローブ分析による精緻な分析結果から化学組成の違いを定量的に示した。これらの違いと形態的または物理的特徴の違いとの関係は不明としている。

6題目はOSHAが位相差顕微鏡による気中アスベスト濃度測定法として規程している分別計数(Differen-

tial counting)について精度面などの課題を示した。

7題目は20世紀初めに販売され、ニスや塗料などに広く使用された商品名ASBETSTINEという天然鉱物を取り上げ、天然鉱物の規制の課題を示した。

8題目はNIOSHが規制対象としてのアスベストの定義に合致したアスベスト標準試料の探索について発表した。

9題目はタルクの形態的特徴と鉱物学的な生成過程について鉱山関係の企業の研究者から発表があった。

午後は定義についてのワークショップが開催され、まずMichael E. Beardと共にジョンソン会議を始めたHarry L. Rookから25年を振り返る講演があった。画期となった会議は1988年の偏光顕微鏡普及(1986年の学校施設のアスベスト対策法(AHERA)施行と1987年のアスベスト分析資格認証試験開始が普及を促進)、2002年のワールドトレードセンター事件とリビー角閃石問題、2008年の国際会議などが挙げられ、定義と命名法の問題は一貫して会議の重要課題であったとしている。

2題目はGregory P. MeekerとMickey E. Gunterの2人の地質学者によって、従来のアスベストに対する定義と命名法の不十分さから様々な問題が生じており、詳細で適確な定義と命名法が求められている点が指摘された。その後行われたワークショップでの議論から定義と命名法の現状を以下に羅列してみる。

- 1) アスベストの定義は確定していない。
  - 2) 形態的な定義は鉱物学的な定義「石綿様形態(Asbestiform)」と気中濃度測定の計数ルール「アスペクト比3:1以上」の2つが存在する。
  - 3) これは合理的な状況ではなく、両者は一致させるか近づけることが望ましい。
  - 4) 法的な規制のためには、定義は1つであり、かつ明確であることが望ましい。
  - 5) 商業利用されたアスベストの形態的定義は偏光顕微鏡で観察される「石綿様形態」で問題はないが、厳密な意味での「石綿様形態」の定義は検討する必要がある。
  - 6) 従来の6種類のアスベストのみの規制では不十分である。
- #### 4. これからのアスベスト研究の方向と会議の印象

今回のジョンソン会議では、これまでの研究成果をまとめてレビューする発表が多く、アスベスト研究の現状を理解するために役立った。その中で今後の研究課題として重要と思われるのは、1)定義と命名法の議論に一定の決着をつけること。2)低濃度曝露での健康リスクの評価の方法を検討すること。3)自然由来アスベスト含有の

可能性のある鉱物について検査方法を検討すること。などが挙げられる。いずれも多く研究者による一定の合意が作られつつある状況ではあるが、行政当局、産業界や被害者団体などの利害と訴訟問題とも関連しており、それらとも合わせて総合的に観る必要がある。会議のなかでも紹介されていたが、NIOSHが今年4月に公表した「アスベスト繊維とその他の鉱物長粒子：科学の現状と研究の方向性(Asbestos fibers and other elongate mineral particles: state of the science and roadmap for research)」では5年にわたる議論を踏まえて今後の研究の方向性を示している。

ジョンソン会議での発表と議論の内容、自由な意見交換、研究者の層の厚さと比較して日本のアスベスト研究の状況は遅滞している。定義の問題、自然由来アスベストやリスク評価方法などの主要な研究課題が国内でほとんど紹介されず、世界の動向と関係なく国内の分析基準を作り、リスク評価の根拠のない「環境基準」が通用しており、Asbestiformについての理解も海外と比べると

と遅れていると言わざるをえない。被害の顕在化が英国等と比べて20年ほど遅かったことを考慮すれば、遅れはやむをえないのかもしれないが、そうであれば、被害と同時に対策と研究の進んでいる英米の研究成果を速やかに学び、取り入れる必要があるはずだ。

バーモント州はその大半が山と森で占められ、「Green Mountain State」という愛称で呼ばれる。その田舎町ジョンソンで25年前に始まった会議を呼びかけた故Michael E. Beard(建材分析のいわゆる「EPA法」の研究責任者)はこの会議を「知恵のための森の中の集い(Gathering in the woods for wisdom)」と呼んだ。アスベストは科学としての難しさに加えて、様々な立場の利害が関連するややこしい問題でもあるのだが、「アスベストは難しいからこそ、皆で知恵を出そう」という前向きな姿勢が表れている。世界の研究成果に加えて、もう一つ私たちが学ぶべきはこの姿勢であると考えさせられた。

## 環境計量士への近道(上・下)第9版

●上巻 A5判 574頁 定価4,830円(本体4,600円) ●下巻 A5判 542頁 定価4,830円(本体4,600円)

環境計量士の国家試験は第1回が昭和50年3月に行われており、平成21年で第35回を数えます。当協会では試験の趣旨に添った受験参考書として、昭和52年に「環境計量士合格への近道」を発売しました。その後、平成2年にこれを「環境計量士への近道」に改題し、時代に対応した内容に改めたものとして発売しました。また、同時に姉妹編として「環境計量士への近道(演習編)」を発売しました。

環境計量に関係した法規および測定方法は、社会情勢の変化と技術の進歩に応じて年々新たになりますので、国家試験も年ごとに新しい事項が加わり、出題傾向も変わっております。したがって、本書はこれらの変化に対応して内容を改訂することが望まれます。特に近年は、測定対象の変化も急速なので、本書は2～4年ごとに改めており、今回の第9版は平成19年度の第8版に2年間をおいての改版となります。第9版では、全体として、各科目に訂正または改訂がありますが、特に、「1.物理(基礎)」と「6.音響・振動の理論と計測」について大幅な改訂を行い、また、「5.3日本工業規格(JIS)による試験方法および環境庁告示による試験方法」についてはJIS K 0102(工場排水試験方法)等の改正に伴う修正を行い、「4.計量管理概論」では経済性、品質管理と計測管理、トレーサビリティ、不確かさ等について詳しく記述しました。

環境計量士は難関な国家試験の一つで、要求される知識の範囲も広く、真摯な学習が望まれます。充実した実績のある本書によって十分な知識を身につけることが合格への近道です。

本書は、初版以来、環境計量士を志す方々の必須参考書として愛用いただけてきましたが、第9版についても、多数の合格者の誕生に役立つことを願っております。

上巻：物理(基礎)／化学(基礎)／環境関係法規／計量管理概論

下巻：化学分析概論および濃度の計量／音響・振動の理論と計測／計量関係法規

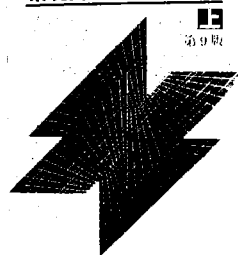
●発売／丸善出版

〒140-0002 東京都品川区東品川 4-13-14  
グラスキューブ品川  
TEL 03-6367-6038 FAX 03-6367-6158

●発行／(社)日本環境測定分析協会

〒134-0084 東京都江戸川区東葛西 2-3-4  
TEL 03-3878-2811 FAX 03-3878-2639

環境計量士への近道



環境計量士への近道

