

特集：身の回りに潜む健康リスクと我が国の安全管理への取組

<総説>

我が国の環境リスク対策の在り方と課題

戸次加奈江, 山口一郎

国立保健医療科学院生活環境研究部

Environmental risk countermeasures and issues in Japan

BEKKI Kanae, YAMAGUCHI Ichiro

Department of Environmental Health, National Institute of Public Health

抄録

利便性の高い豊かな生活へとライフスタイルが変化し続ける中、生活用品や住環境において、未規制の化合物の利用が増加していることや、原子力発電所の事故による放射性物質の環境への放出、5Gシステムの普及など電波による健康リスク、細菌やウイルスによる食中毒事故の発生など、我々は多くのハザードと隣り合わせにありながら日々生活している状況にある。また近年、有害性の高い既知物質の使用が禁止または規制を受ける一方で、大気汚染や異常気象に絡んだ自然災害、新型コロナウイルス感染症など、これまで想定されていなかった多様なリスクが身の回りに存在している。

このようなリスク因子の主な疾病への寄与は、世界保健機関によりDALY（障害調整生存年数）を指標に示されており、さらに疾病予防の指標となる環境リスクが提示されているが、これらに対し、我が国ではレギュラトリーサイエンスの理念のもと、環境調査による科学的知見に基づくリスク評価や、人を対象とした環境疫学調査、さらに規制・施策の実施による安全管理の取組がより一層必要とされているところである。さらに、世の中の環境リスクは、産業や工業活動などの人為由来のものから、地震や火山の噴火などの自然災害、さらには、越境汚染や海洋汚染などによる国境をまたいだ問題に至るまで、時代と共に、複雑かつ不確実性を持ち合わせた対応困難な問題も次々と浮上している。そのため、日本は、これまでの自然災害への対応などの経験と共に、先進国として国際的な共通認識の中で、環境リスク低減に向けた対策に貢献していく必要があり、将来的な課題解決に対応していく上では、化学、物理学、生物学、医学など自然科学だけでなく社会科学も含めた分野横断的な研究の推進と、産学官の専門家による連携がますます必要になるであろう。

キーワード：環境リスク、レギュラトリーサイエンス、リスク・コミュニケーション

Abstract

As lifestyles continue to change toward a more convenient and affluent life, we are exposed to many hazards and risks every day, such as unregulated compounds, radioactive substances due to nuclear power plant accidents, non-ionizing radiation due to the spread of 5G systems, and food poisoning accidents caused by bacteria and viruses contained in daily necessities and encountered in living environments. In recent years, although the use of known highly toxic substances has been banned or regulated, risks of natural disasters related to abnormal weather and infectious diseases such as the novel coronavirus have

連絡先：戸次加奈江
〒351-0197 埼玉県和光市南2-3-6
2-3-6 Minami, Wako, Saitama 351-0197, Japan.
Tel: 048-458-6258, Fax: 048-458-6270
E-mail: bekki.k.aa@niph.go.jp
[令和5年6月23日受理]

exerted huge impacts on our lives. Regarding the contribution of these risk factors to major diseases, the World Health Organization (WHO) has indicated the Disability-adjusted life year (DALY) as an index, and has also presented environmental risks as indices for disease prevention. Based on the philosophy of regulatory science, risk assessments based on scientific knowledge through environmental surveys including environmental epidemiological studies, and efforts for safety management through the implementation of regulations and practical measures are becoming increasingly necessary. Furthermore, environmental risks in the world range from man-made factors such as industry and industrial activities, to natural disasters such as earthquakes and volcanic eruptions, as well as cross-border problems such as cross-border pollution and marine pollution. At the same time, complex and uncertain problems that are difficult to deal with have been emerging in succession. For this reason, Japan needs to contribute to measures to reduce environmental risks based on our experience in responding to natural disasters, both as a developed country, and with a shared international understanding. In dealing with solutions, it will become increasingly necessary to promote cross-disciplinary research such as in chemistry, physics, biology, and medicine, and to collaborate with experts from industry, academia including the social sciences, and government.

keywords: environmental risk, disease, risk communication

(accepted for publication, June 23, 2023)

I. はじめに

我が国では、戦後復興期における急速な工業化と経済の高度成長により、大気汚染や水質汚染などの公害問題が社会的課題として浮上し、イタイイタイ病や四日市ぜんそく、水俣病（新潟水俣病）などの様々な疾病が引き起こされた。このような課題に対して、汚染要因となるハザードを明らかにすべく、長年にわたって様々な研究機関で環境調査や疫学的な調査研究が進められてきた。こうした取組から、原因となる物質について、環境基準値を設けるなどの規制や法の整備が進められたことで、環境汚染の要因となる多くの有害成分が低減され、環境の改善に至った。

一方で、利便性の高い豊かな生活へとライフスタイルが変化し続ける中、生活用品や住環境において未規制の化合物の利用が増加していることや、原子力発電所の事故による放射性物質の環境放出、細菌やウイルスによる食中毒事故の発生など、我々は常に多くのハザード及びリスクに曝されながら生活している状況にある。また、残留性や蓄積性の高い有機フッ素化合物（PFAS）や臭素化難燃剤（BFR）、ポリ塩化ビフェニル（PCB）など、使用が禁止されても未だ環境中から検出される物質の健康影響も危惧されている。こうした製品中の化学物質は、有害性が認められると代替物質の開発や移行が行われるが、これらはリスクトレードオフの関係から、次々と新規の化学物質が登場しては有害性が懸念される状況にある。さらに、近年は、こうした有害性の高い既知物質の使用がほぼ禁止や規制を受ける中、大気汚染や地震・津波、異常気象に絡んだ自然災害、新型コロナウイルス感染症などこれまで想定されていなかった多様なリスクも身近に多く潜んでいる。そのため、このようなリスクを低減し、我が国の安全で安心な生活環境を維持していくためにも、レギュラトリーサイエンスの理念のもと、環

境調査による科学的知見に基づいて実施するリスク評価と、規制・施策の実施による、我が国の環境リスクに対する安全管理の取組が、より一層求められる状況にある。

II. 環境汚染と健康リスク評価

健康リスク評価とは、我々の身の回りに存在する環境要因がどれだけ健康に悪影響を及ぼすかのリスクを見積もることである。具体的には、環境要因の「有害性（ハザード）の強さ」と、どれだけ環境要因の負荷（化学物質では量）があるかの「ばく露量」の積で表される。つまり、健康リスクの大きさは、化学物質の有害性の強弱だけでなく、その環境中への排出量やばく露量、体内蓄積量にも依存しており、有害性が比較的弱い化学物質についても製造使用量や使用形態、環境への排出量などについて情報を整理し総合的に判断していく必要がある。

実際に健康リスクを見積もる上で必要となる有害性情報や、ばく露量と有害性の関係における人での科学的情報は限定されることが多々あり、多くの場合は動物実験に依存する。人と齧歯類などの実験動物間では必ずしも毒性影響やその機序、さらには感受性が同一でないこともあるため、実験動物で得られた無有害作用量（LOEL）や、その値を用いた一日耐容摂取量（TDI）をそのまま人の健康リスクに適用することは難しく、そのため不確実係数を乗じて安全側に量を見積もることを行う。ただし、こうした不確実性を埋める科学的アプローチはまだ発展段階にあり、正確にリスク評価を行う上でも多くの課題を残している現状にある。このような課題を解決していく上では、幅広い環境疫学調査からリスクを明確にすることが必要であり、昨今、国内でも大規模な疫学研究が実施されているところである。放射線に関しては、屋内ラドンについて、複数の国で実施された疫学研究が統合され、人への健康リスクが確認されて

いる[1]. また, 生活環境中の化学物質の影響においては, 現在, 全国 15 地域, 10 万組の子どもたちとその両親を対象とした「子どもの健康と環境に関する全国調査 (エコチル調査)」が進行中である [2]. さらに, 国立保健医療科学院の研究者が係わり, これまでに行われた研究が国内の審議会だけでなく国際機関の活動でも引用されるなど, 社会的な貢献も果たしてきている.

III. 疾病に対する環境リスクの寄与

2016 年の世界保健機関 (WHO) による報告「健康的な環境による疾病予防」[3]において, 全世界における死亡者数 (2012 年度) の 23% は, 環境に起因するものと報告されている. また, 1990 年にハーバード大学によって開発され, 病的状態, 障害, 早死により失われた年数を意味した疾病負荷を総合的に示す DALY (障害調整生存年数) [4, 5] では, 疾病負荷の 22% が環境要因によるものと推定されており, それぞれの疾病と関連のある予防可能な環境リスクや環境に起因する疾病の割合, 疾病予防のための主な環境活動エリアが示される [3] など, 昨今, 国際的な場においても環境リスク低減のための活動や認識がますます高まってきている. また, 2015 年 9 月の国連総会で合意された SDGs (持続可能な開発目標) の目標においても, 環境衛生分野が様々な健康リスクに影響を及ぼす可能性があることが示されており, こうした環境リスク要因を低減させることで, 多くの疾病と健康障害の予防が可能であることが示されている. 例えば, 癌や心疾患, 慢性閉塞性肺疾患などの呼吸器系疾患については, 大気汚染や室内汚染, 受動喫煙などのリスクによる寄与が高い傾向にあるため, 環境の改善や喫煙環境の改善が, 疾病負荷を低減させることに繋がるものと考えられる.

こうした中, 国内では, 癌や循環器疾患, 呼吸器系疾患などの疾患を主な要因とし, 年間およそ 140 万人 (令和 3 年度) もの死者が出ており, このような疾患を引き起こす要因として, 喫煙や食事, 運動などの生活習慣の関与が指摘される他, 大気汚染や水質汚染などにおける環境要因の関与が疫学調査からも明らかとされている.

IV. レギュラトリーサイエンスによる我が国の安全管理

レギュラトリーサイエンス (RS) は, 我が国では 1987 年に内山充博士 [元: 国立衛生試験所 (現: 国立医薬品食品衛生研究所)] によって提唱されたものであり, 「科学技術の進歩を真に人と社会に役立つ最も望ましい姿に調整 (レギュレート) するための予測・評価・判断の科学」とされている [6]. 特に, 我が国においては, 食品や生活環境の安全性評価の中では, 化学物質やウイルス/微生物, 放射性物質など, 汚染要因となるハザードに対して, 食品や環境を対象とした様々な調査研

究が行われ, 得られた知見から各行政機関 (リスク評価機関) によりリスク評価が行われ許容量が定められると共に, 規制当局 (リスク管理機関) により食品や環境中の規制値が定められる, 一連のリスク管理による安全対策が行われている. こうした過程は, リスクの予測・評価・判断の繰り返しであり, リスクとベネフィットのバランスを考慮して最善の選択をしていく必要があることから, 環境リスクへの安全管理においては, RS の基本理念を基に, 今後, 国際基準をベースとし, 研究精度の向上と新たなリスク因子も網羅的に対応していくことが必要である.

また, RS は, 生活環境の安全性評価のみにおいて通ずるものではなく, 医薬品・医療機器分野においても「医薬品, 医療機器等の実用化と普及のために必要となる品質, 有効性, 安全性について, 科学的な根拠に基づいた確かな予測, 評価, 判断を行い, 倫理観をもって国民が使っても良いかという観点から見定めるための科学」として推進されている [7]. 平成 26 年 5 月には, 健康・医療戦略推進法第 13 条第 2 項において, 「国は, 医療分野の研究開発の成果の実用化に際し, その品質, 有効性及び安全性を科学的知見に基づき適かつ迅速に予測, 評価及び判断することに関する科学の振興に必要な体制の整備, 人材の確保, 養成及び資質の向上その他の施策を講ずるものとする」とされ, RS の普及・充実が求められてきている.

V. リスク・コミュニケーション

リスク・コミュニケーションは, 1989 年の全米研究評議会 (National Research Council, 1989) において, 「リスク・コミュニケーションとは, 個人, 集団, 機関の間における情報や意見のやりとりの相互作用の過程」と定義され, 一般的なコミュニケーションの一つであり, 被害の未然防止を念頭においた概念として, 昨今, 幅広い分野で関心が持たれている. 特に, 環境リスクに関する施策においては, 行政が単独で講ずるのみでなく, 消費者, 事業者, 行政担当者などの関係者の中で情報や意見をお互いに交換する必要がある, その必要性や内容について, 事業者や国民にも十分な理解を得る必要がある.

また, 広く情報を共有することで, 行政, 企業, 保健・医療従事者, そして国民を含めた社会全体でリスク低減に向けた取り組みを行っていくことが必要である. 一方で, 類似の用語として使用される, クライシス・コミュニケーションは, 災害や工場の事故, パンデミックなど, 公衆衛生上の緊急事態発生時に, 命と健康を守る最善の意思決定をするのに必要な情報を人々に提供するプロセスのことであり, リスク・コミュニケーションよりも以前から, 日常的な英語として使われてきている [8] ものであるため, 概念の違いについてご理解頂きたい.

本特集号の中心となる環境リスクに関するリスク・コミュニケーションにおいては, 環境汚染因子となる化学

物質や細菌／ウイルス、電磁波、放射線などのハザードについて、科学的エビデンスに基づき定量されたリスク評価の結果を、一般市民、産業、行政などのステークホルダ（利害関係者）と共有しながら、リスクを低減させていくことが必要であり、リスクのより適切なマネジメントのために、社会の各層が対話・共考・協働を通じて、多様な情報及び見方の共有を図る活動が必要となる[9]。そのため、住民一人一人は、自身で判断していく上での科学リテラシー（(a)基本的な科学技術用語、概念の理解、(b)科学的な手法、過程の理解、(c)科学技術が個人と社会に及ぼす影響の理解）を持っておく必要があり、特に、学歴や経験に左右されない科学リテラシーを高めていくための情報共有の在り方も求められている。そのため、年齢や職種など、それぞれの立場に合った資料の提供や講習会を開催するなど積極的に行っていくことも行政の取り組みの中では重要と言える。また、このようなリスク・コミュニケーションを進めて行くには、自治体の協力や理解も不可欠である。国立保健医療科学院（以下、当院）では、これまで乳幼児用玩具の安全管理のための調査研究において、自治体の保健福祉担当部局の理解と協力を得ながら、被験者のリクルートや調査計画の立案、調査の実施、結果に基づく評価、実態の見直しまでの一連の調査を行ってきたことで、行政をはじめ、保育士や住民との交流の中で、化学物質のリスク低減に直接繋がる対策の提案や安全管理のための普及啓発への活動にも貢献してきている。

さらに、昨今、インターネットの活用など、時間や場所に縛られない様々な意見交換が進められてきたことで、従来よりもコミュニケーションの場が広がっているものと思われる。また、様々な世代に適した情報発信をしていくことで、より情報を受け入れやすく、コミュニケーション効果が高まるものと思われるが、科学的・量的に行われたリスク評価に対し、異なる価値観を持った個人の立場において、どの様に捉え対応していくかは、リスク・コミュニケーションにおける今後の重要な課題とも言えるだろう[10]。当院は、こうした課題への対応として、健康危機管理や環境リスクに対する地方自治体の対応に資する養成訓練のプログラムも設けており、今後、さらに環境疫学に関する科学リテラシーの向上やリスク・コミュニケーションに役立つ演習等を提供していく。

VI. 将来的な課題

我が国では、戦後復興期における公害問題を経験に、環境リスクの調査研究や疫学調査、円滑なリスク・コミュニケーションの推進により、環境リスクへの安全管理への取り組みが実施されてきた。一方で、世の中の環境リスクは、産業や工業活動などの人為由来のものから、地震や火山の噴火、水害などの自然災害、放射線被ばく、さらには、越境汚染や海洋汚染などによる国境をまたいだ問題に至るまで、時代と共に、複雑かつ不確実性を持

ち合わせた対応困難な問題が次々と浮上している状況にある。そのため、日本は、これまでの経験を基に、先進国として国際的な共通認識の中で、環境リスク低減に向けた対策に貢献していく必要がある。また、個々の分野におけるリスク評価においては、新たなハザード解析における分析技術の向上や、ハザードの複合的なばく露による健康リスク評価手法の開発など、多くの課題が残される中、化学、物理学、生物学、医学などの分野横断的な視点と、産学官の専門家による連携から、課題解決に取り組んでいく必要性が今後ますます出てくるであろう。

利益相反に関する情報開示

利益相反なし。

引用文献

- [1] 世界保健機関（WHO）. WHO屋内ラドンハンドブック：公衆衛生の観点から. 千葉：放射線医学総合研究所；2015.
World Health Organization (WHO). [WHO handbook on indoor radon.] Chiba: National Institute of Radiological Sciences; 2015. (in Japanese)
- [2] 環境省. エコチル調査.
Ministry of the Environment. Japan Environment and Children's Study. <https://www.env.go.jp/chemi/ceh/index.html> (in Japanese)(accessed 2023-06-05)
- [3] World Health Organization. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of diseases from environmental risks. Geneva: WHO; 2016. https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/ (accessed 2023-05-15)
浅見真理, 監訳. 浅田安廣, 三浦尚之, 齋藤智也, 牛山明, 越後信哉. 健康的な環境による疾病予防－環境リスクによる疾病負荷の国際評価. 和光：国立保健医療科学院；2019. <https://www.niph.go.jp/publications/healthenvironment2019.pdf> (accessed 2023-05-15)
- [4] 医療基盤・健康・栄養研究所. 障害調整生存年. National Institutes of Biomedical Innovation, Health and Nutrition. [DALYs(Disability-adjusted life years).] https://www.nibiohn.go.jp/eiken/kouroukaken_health_economics/yougo_iryuu_daly.html
- [5] 国立保健医療科学院保健医療経済評価研究センター. 効果の測定方法. Center for Outcomes Research and Economic Evaluation for Health, National Institute of Public Health. [Evaluation of outcome in cost-effectiveness evaluation.] (in Japanese) <https://c2h.niph.go.jp/assessment/effectiveness/> (accessed 2023-05-20)

- [6] 内山充. 「Regulatory Science」(衛試支部ニュース(全厚生職員労働組国立衛生試験場支部ニュース) No.272 (1987)).
Uchiyama Mitsuru. [Regulatory Science.] Eisei shibu news (zenkosei shokuin rodo kumiai kokuritsu eisei shikenjo shibu news) No. 272. 1987. (in Japanese)
- [7] 蛭田浩一. レギュラトリーサイエンスの推進について. ファルマシア. 2015;51(7):644-648.
Hiruta K. [Regulatory science no suishin ni tsuite.] Pharmacia. 2015;51:644-648. (in Japanese)
- [8] 吉川肇子. 健康リスク・コミュニケーションの手引き. 京都: ナカニシヤ出版; 2009.
Yoshikawa T. [Kenko risk communication no tebiki.] Kyoto: Nakanishiya Shuppan; 2009. (in Japanese)
- [9] 文部科学省安全・安心科学技術及び社会連携委員会. リスクコミュニケーションの推進方策. Committee on Safety and Security Science and Technology and Social Collaboration, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. [Measures to promote risk communication.] https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/064/houkoku/_icsFiles/afieldfile/2014/04/25/1347292_1.pdf (in Japanese)(accessed 2023-06-02)
- [10] 中谷内一也. リスクコミュニケーション—今何が課題か—. 三上直之. 科学技術のリスクコミュニケーション—新たな課題と展開—科学技術に関する調査プロジェクト報告書. 東京: 国会図書館; 2023. p1-5.
Nakayachi K. [Chapter 1, Risk communication: What problems are we facing? Risk communication regarding science and technology] New Challenges and Developments. Reiwa 4 nendo Kagaku gijutsu ni kansuru chosa project. ISBN 978-4-87582-908-9, 2023; 1-5. (in Japanese)