

〈特集：環境に起因する健康リスク〉

環境リスク管理の考え方と管理手法

池田 三郎

1. はじめに一環境リスク問題の浮上とその背景

近年の科学技術の高度化と産業構造のソフト化は製造物やサービスに多様な付加価値、利便性、効率性をもたらし、多量消費と大量廃棄という産業構造と生活様式の社会を造り上げてきた。その一方で、高度技術によって作り出された製品のライフサイクルの不透明さからは予期せざる環境汚染、健康影響、地球生態系への不安の増大という「ツケ」をも抱えたのである。微量機能素材、新溶剤等からは思いもかけなかった発癌性、変異性などが数多く見いだされ、さまざまな燃焼過程から排出される有害化学物質や温室効果ガスは、新しい健康影響や広域の酸性雨、気候変動をもたらしている。これらの因果構造は「少量多種、広域、長期、複合、蓄積」という複雑な特徴をもつ故に市民・消費者には見えにくくなり、古典的な公衆衛生・労働災害・公害の範囲では処理しきれない「不確実」な性格を持っているので、環境リスクあるいは健康リスク問題といわれている。

1980年代において、多様性という坩堝の中で、安全と危険に関して個人が日常的に選択を迫られる社会（米国、欧州）で発達してきたリスク分析（リスク評価と管理）の考え方と方法論は、10余年の年月を経て、一様性の文化に慣れ親しんできた我が国でもその公共政策のなかで明示的に取り入れられようとしている。1992年に制定された環境基本法とその基本理念の実現をはかる環境基本計画（1994年制定）では、「循環、共生、参加、国際的取組」、をその基本理念として掲げ、環境への負荷の少ない循環を基調とした経済社会システムの構築のための各種の施策を明らかにした。これらの施策の中で、化学物質の環境リスク対策が明確に取り上げられ、そこでは

（筑波大学社会工学系）

「環境リスク」とは「化学物質が環境の保全上の支障を生じさせるおそれ」

と定義された¹⁾。

このリスク概念の導入の背景には、人間活動によって環境に新たに加えられる影響（環境負荷）のなかで、人の健康、生活環境、生態系へ重大な影響の可能性がある時に、科学的な知見が十分でなくても未然防止することが必要であるという世界的な合意（国連環境会議リオ宣言）と欧米や国際機関における環境リスク分析（評価と管理）の発展と実績があるのは言うまでもない。この「おそれ」というリスク概念は、水質ではトリハロメタン等の未規制化学物質の水質基準の設定に用いられ、ベンゼン等の大気環境中の有害微量化学物質などの管理と規制問題に適用されようとしている。生産者側でも事業者の責任において環境負荷を削減するために「レスポンシブル・ケア」として対応しようとしている²⁾。

2. リスク概念を構成する2つの側面とリスク管理手法

米国で発展してきた環境・健康リスクを管理する枠組みでは、リスク管理とは、図1の中に示されているように、「当該リスクの発生源に関するリスク評価（リスクの発生源、伝搬、影響の推定とリスクの定量的大きさの判定）の結果をうけて、リスクを削減したり、その未然防止をするために、社会、経済、政治的に適切な資源の配分の手段・制度のさまざまな代替案を検討し、選択すること」とされている³⁾。

この管理プロセスにおいて、リスク削減のための代替案を立案するに際して、上述のリスクの概念である「環境の保全上のおそれ」に含まれる2つの不確実性の側面が重要になってくる。すなわち、上述の環境リスクの概念をリスク分析学（Risk Analysis）から解釈し直すと、次のように定義できる：

「ある技術の採用とそれに付随する人間の行為や活

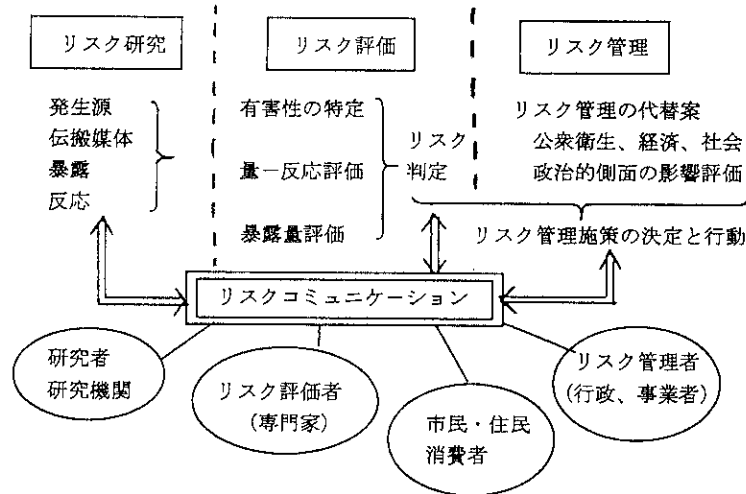


図1 リスク管理とリスクコミュニケーションの関係

動によって、人間の生命の安全や健康、資産ならびにその環境に望ましくない結果をもたらす可能性」この環境リスクの概念によれば、環境上の保全の支障が発生する「不確かさの程度」(要因の因果構造)と、環境の保全上の支障の大きさの判断に係わる「望ましくない結果の程度」(結果の不効用構造)の両面に関連して使われていることが分かる⁹⁾。このために、リスク削減への対応(リスク管理)には、

- 1) リスクの発生源、伝播経路、暴露量、量-反応関係等(要因の因果構造)に対する不確実性の判断、
- 2) 環境保全上の支障(結果の不効用構造)に対する社会的判断

が付随し、しかも、その判断は、1) 誰に対して(distribution of impactees)、2) どのような価値や選好で(value, preference)、3) どの程度ならば(How safe is safe enough?)という人文科学と政策科学的に係る課題に大いに関係することになる。

このような環境リスクの2つの側面からみて、環境・健康リスクの削減への代替案には大きく分けて次の3つのアプローチがあると思われる：

- (1) リスクの発生の確率(頻度)を下げるか、被害の大きさを少なくする。
- (2) リスクの分散や封じ込めを集団、地域、世代間のなかで図る。

- (3) リスクによる被害の補償やリスク削減の費用負担の適切な配分を図る。

第1の方向はリスク削減への応用科学・工学的な対応が主たる関心事であり、第2の方向はその集団の中でそのリスクの発生や被害を広く分散させるか、集中して封じ込めることにより、結果的に集団におけるリスクの削減を果たすという社会・文化的な対応であり、第3の方向では、大地震などのように発生の因果構造に対する物理的対応よりもその結果に対する社会・経済的な対応が課題になっている。

いずれも、管理のための社会的な資源の使い方(配分)の効率とその配分がもたらす結果の社会的な公平性が行政的対応の課題となる。また、政策科学的な観点からみれば、個人、集団、世代間のリスク選択行動として、市場メカニズムの中で、内部化することができるのか、それとも、公害のように社会的な外部費用として公的な介入による規制(Regulatory Measures)か、内部化するための課徴金・補助金などの経済的な誘因策(Economic Incentives)が望ましいのか、という議論となる。すなわち、

- a) 公的介入と規制によるリスク削減と事前防止、
- b) 社会的費用としてのリスクを受容、
- c) 消費者・市民によるリスク選択、
- d) 製造物責任法、保険等による事後補償、

のような社会・経済的な制度やいわゆる「リスクコ

コミュニケーション」の手段の検討が必要になる。

特に、高度技術社会におけるリスク管理として今後重要となってくるとされるリスクの選択に対しては、リスクの評価と判定に係る情報（リスク情報）が当事者間でどのように理解されているのかが鍵となってくる。そのためには、まず第1に、リスク評価者とリスク管理者との相互間のリスク情報に関するコミュニケーションが必要となり、次に、行政（リスク規制者）、事業者、専門家グループ、市民グループ、個人（消費者）間でリスク情報がどのように伝達され、理解されているかが、当該代替案の社会的な受容性にとって決定的になってきている。

このように、リスクコミュニケーションとは、リスク情報を媒介として、「リスク評価者、リスク管理者、専門家・市民グループ、個人間で双方向（対話的）にリスク評価や管理に係る情報や意見を交換するプロセス」として定義され⁹⁾、リスク管理が有効に機能するための必須の要素として重要視されてきた（図1参照）。

3. リスク管理の行政的な対応手法

環境リスクの管理に含まれる政策科学的側面に対応して、さまざまな行政的な対応手法が浮かび上がってくる。このなかで、次のようなようなリスク管理の行政的規制に対するアプローチが主として米国の環境・厚生行政において発達してきた。

3.1 リスクの社会的受容レベルによる経験的規制のアプローチ

(De Minimis Risk/De Manifestis Risk Approach)

有害化学物質の規制の歴史と社会的経験から、どの様なリスクのレベルならば社会的にみて規制しなければならなかったか、あるいは、特に規制しないでそのままに社会的な判断に任じてきたかを検証することができる。このような検証の上で導出されたリスク規制のため経験的なりスクレベルの分類に次のようなものがある⁶⁾（図2参照）：

- (a) de minimis risk (バックグラウンドとしての些細なりスク)
- (b) acceptable risk (リスク削減の費用と社会的便益からみて、社会的に受容できる範囲のリスク)

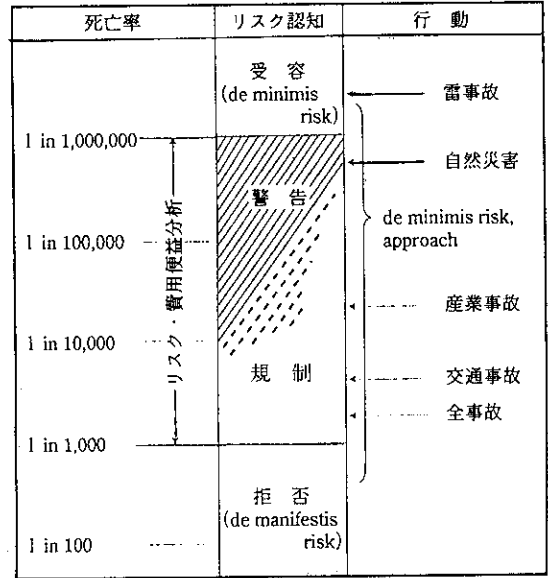


図2 経験的アプローチとリスク・費用便益分析

(c) de manifestis risk (社会的に許容されえない明白なりスク)

この経験的なりスク分類による規制の考え方の特徴は、行政や法律が直接に関与すべきでない些細なりスクの領域と明白に規制すべき2つの領域とがあること、また、その中間にリスク・費用便益分析等を適用することが社会的に受容される領域があることを、これまでの100種類以上におよぶ有害化学物質の規制の経験（一種の社会的な顕示選好）から明確にしたことである。

(a)の些細なりスク (de minimis risk) はいわば不可避免的な自然災害やバックグラウンドの放射線の自然暴露レベルと考えられ、一般に、生涯リスクで 10^{-6} から 10^{-5} のレベルとみなされている。しかしながら、特に、化学物質による発がんリスクでは、多くの有害物質が存在すること、それらの累積・相乗効果が不確実であることなどから、そのレベルについては議論のあるところとなっている。

また、(c)の明確に公的な介入により規制すべき領域や(b)の費用便益分析により個々のケース毎に社会的に規制したり、受容する領域では、

- (1) 「ゼロリスク」を目指すべきか、

(2) 「リスク一律」による実質安全用量 (Virtually Safe Dose) の規制値を取るべきか、

(3) 「情報付き選択 (Informed Choice)」により集団

や個人の選択にまかせるか、
は、当該のリスクの性質に対する社会的な認知と行政的な判断によることになる。

この中で、(1) 「ゼロリスク」を迫及した例として、発がん性のある食品添加物の原則的な使用禁止を定めた米国の Delaney 条項があるが、次々と代替の化学物質がでてくる現状において、その有効性が長年論争的になってきている。(2) 「リスク一律」とは、例えば、化学物質による発がんのリスクをすべて一定のリスクレベル以下に規制しようという考え方である。この基礎にはある一定以下のリスクならば、それは、いわば、De Minimis Risk として実質的に安全と見なそう (Virtually Safe Dose) ということであるが、例えば、暴露集団の大きさや世代間の影響と、リスク削減への社会的な資源配分 (費用) も考慮されるので、必ずしもすべての環境リスクに適用される訳ではない。また、(3) 「情報付き選択」はゼロリスクやリスク一律の規制が社会的な資源の配分からみて、効率性や公平性からみて問題がある時に有効な管理手段として、近年、認知されてきているが、後述するリスクコミュニケーションやリスク情報の開示と関連して今後の課題となっている。

3.2 リスクの社会的な受容可能性を考慮した規制手法

上述のリスク管理の目的を達成するために、どのような規制手段 (施策の代替案) が効率と公平の意味で社会的なコンセンサスを得ることができるのかは、当該の環境・健康リスクには

- (a) 随意性や制御性はあるのか (リスクを回避したり、選択することが出来るのか)?
- (b) リスク負担と便益の享受はどのようにになっているのか?
- (c) リスクの容認と拒否への意思決定過程の手続きは開かれているのか (参加できるのか)?
- (d) リスク情報の表現方法とその開示と伝達は対話的であるのか?

等の社会経済・政治文化的な背景の中で決定されることになる。

このなかで、特に、公的な介入を理論づけるために、リスク・費用便益分析が広く米国の行政的な政策決定に用いられている。リスク・費用便益分析とは、不確実な事象に対する期待効用理論を背景に、リスク低減のための対策によって生ずる費用とリスク低減によって得られる便益を比較考量するものである。リスクの発生源や伝搬経路への対策、危険分散や危険封じ込め、損害賠償や保険のメカニズム等の管理手段を用いて、リスク削減やリスク分散の代替案の費用と便益が比較され、それらの比較の上に規制等の政策決定が行われる。

ただし、便益あるいは被害の大きさの金銭的な評価には多くの課題があるので、リスク・便益分析として行なわれることも多い。すなわち、リスクの大きさを R として、リスク 1 単位を受忍することの見返りの便益の大きさを ΔB を平均余命など物理量、心理量などを含めてた多基準な測度を取り、代替案の $(\Delta B/\Delta R)$ の比較により相対的な順位を付けようとするものである⁷⁻⁹⁾。

3.3 予見的リスク管理のための行政的対応

労働災害リスクや自然災害リスクでは、通常、甚大な被害が現実になってはじめて現実的な対応策がとられるという歴史を繰り返してきた。特に、将来世代に係わる環境・資源リスク問題 (地球のグローバルな環境質の保全、生態系の多様性の維持へのおそれ) のような地球公共財的な性質を持つ環境リスクの評価においては

- 1) 人間の生命の維持や生物の生存に致命的被害を与える不可逆性
 - 2) 地域などの空間スケールを超えるグローバル性と蓄積性
 - 3) 個人の選択や回避の自由度がない非選択性がある
- ので上述のような費用・便益分析の有用性に多くの限界が発生する。

そこで、不確実性の存在を前提として、

- a) 最悪の結果を回避する、
 - b) 持続的な資源利用が可能にようにする
- などの予防的あるいは事前リスク対応の戦略をとることが要請される。

また、有害性化学物質の行政的な規制値を決定する

際の、いわゆる、消費者危険、生産者危険を比較衡量し、どちらを優先させるかを社会的に意思決定する時にも、同様な考え方が適用されるだろう。環境経済学者の Page & Ricci¹⁰⁾によると、一般に刑事裁判における「疑わしくは罰せず」の原則は、環境リスクの場合により、「疑わしくは罰す」の原則を採用すること、すなわち、リスク削減の事前対応の代替案をとり、消費者危険や次世代危険を避けることが、長期的、不可逆的、破滅的(カタストロフィック)であり、かつ、確率的、未検証等の性質を持つリスク事象には社会的な費用としても妥当であるとしている。

3.4 認知・行動科学的アプローチによる行政的対応

—リスクの相対化による評価とリスクコミュニケーションによる選択—

リスクの大きさを認知する一般市民の心理的尺度は死亡率、事故率といった医学・疫学や工学によって推定される物理的な測度と異なる次元を持っていることは、多くの社会心理学者により研究されてきた。その代表的な研究によれば、一般市民のリスク認知は、1) 恐ろしさ、2) 未知性、3) 関与者の数、の3つの軸(次元)から把握することができるとしている¹¹⁾。最近の研究では、人間の生死や健康に対する上述のリスク認知の社会心理学的因子に付け加えて、4) 生態系へ与える影響度、を加えた4つの次元によってリスクの属性をカテゴリー化し、そのカテゴリーに対するリスク認知の大きさを相対的に評価することが社会心理学者から提案されている¹²⁾。

リスク評価は専門家だけの行為ではなく、一般市民から産業界までの価値観を異にする人々の関心事である。どのようなリスクなら受け入れられるか、拒否されるかは、多元的な地域社会や地球社会の存立にとって重大な課題である。この意味で、図1に示すように、リスクの研究、評価、管理の全プロセスにわたって、関係者のリスク認知の内容や受容性に則した双方向の対話(リスク・コミュニケーション)が重要となってくる。

それでは、どのようなリスク情報と意見がコミュニケーションされるべきであろうか? 上述の米国 NRC の報告書⁹⁾によれば、リスク管理の代替案を特に一般市民が選択するには

- ①当該代替案がもたらすリスク事象の性質と便益の性質に関する情報
(暴露量、損失・被害の大きさと分布に関する自然科学、環境科学からの評価)
- ②リスク削減のための可能な代替案の効率、公平性、費用に関する情報
(現状維持案も含めた工学、社会科学からの評価)
- ③上述のリスクと便益の知識の不確実性に関する情報
(データやモデルに関する仮定や前提条件、感度、信頼度の評価)
- ④マネージメント自体に関する情報
(管理者、管理組織、法的制度、資源(人、資金)制約などの評価)

が適切に提供されることによって可能となるが、問題はこのようなリスク情報それ自体が実はしばしば、不十分で、不確実なことにありと指摘されている。

残念ながら、上述のような、総合的なリスク情報のデータベースを設計する試みは始まったばかりであり、これらの情報を関係者の誰もがアクセスできるようなシステム作りや法制度に対する研究は今後の課題である。

4. おわりに—環境リスク管理の今後の課題

4.1 環境リスク評価と管理の相互関係

米国 NRC によるリスク研究、評価、管理の役割の区分は、リスク評価と管理を行う主体(組織)に関する制度上の課題を提起した。すなわち、一つの監督官庁によって評価と規制を同時に行うことの可否を問うことにもなり、リスク研究者、リスク評価者およびリスク規制者の役割の分離と組織・制度上の課題を指摘した。

しかしながら、特に、不確実性の程度が大きい問題では、リスクの科学的な研究と客観的な評価の段階においも、当該の科学的推測を行う方法や手順の選択に、多分に、主観的・政策的な考慮が入ってこざる得ないという問題が浮かび上がってくる。すなわち、リスク事象の不確実さの程度に応じて、どのような推定方法や前提条件を取るのかによってリスクの判定が大きく異なるという問題が出てきたのである。そこでは、リスク推定手法の「Default Option」として、もっとも

保守的な（最悪ケースの重視）ものを採用するタイプから、部分的な情報や条件付きデータの信頼性を重視し、その情報を用いて数値的なモデルや数値実験（シミュレーション）に頼るデータ指向のタイプまで論争が広がることになった。いわば、リスク評価に含まれる不確実性の多面的なリスク分析が要請されることになってきた¹³⁾。

したがって、リスク評価とリスク管理の双方に不確実性に関する前提条件、リスク削減への可能な政策的な課題（代替案）等の共通理解（コミュニケーション）が不可欠となる故に、評価と管理への組織的な分離はこのような不確実性に対する相互理解の障害となることも考えられ、両者の適切な緊張関係が必要であるとの議論もある¹⁴⁻¹⁶⁾。

4.2 リスク回避社会における社会的費用の負担への対応

可能な限り「低いリスク」を求めるいわゆる「ゼロリスク」の方向を個人やその集団としての社会が追求するならば、リスクを軽減し、リスクを回避のための「特別な費用」が個人に対しても社会に対しても発生する。この費用は、例えば、清浄な飲み水や安全で快適な交通手段の供給と維持に不確実性（リスク）が存在するとき、その不確実性をできるだけ低減するために個人と社会が支払う特別なコストである。水源の水質を悪化される可能性（おそれ）をなくするために原生林野などを開発行為から保全したり、あるいは、将来の清浄な水利用を確保するために支払う費用（いわゆるオプション費用）がこれに相当する。このような公共財としての環境サービスの供給に係わるリスクの社会的な費用を、市場機構の下で管理するには

- 1) モラルハザード：被害補償を保険でカバーする時、リスクの発生の事前予防の努力を行わない傾向が存在する、
- 2) 不完全モニタリング：抜取り監視であるので、監視に誤り（生産者過誤と消費者過誤の2つのタイプがある）と見過ごしが出てくる、
- 3) だだのり：リスク情報は公共財の性格を持つので、他人の費用負担と努力を待つ傾向がでてきて、適切な制度的な枠組みがないと効率のよい協力が出来ない、

4) 情報の非対称性：生産者、消費者、行政などの経済主体がリスク情報を共有できず、かつ情報を獲得する費用と機会に大きな非対称性が存在する、等の欠陥があることを認識し、その適切な制度的対策の研究が必要となる¹⁷⁾。

4.3 リスク評価の社会的共有化とリスクの情報付き選択による規制

多面的多価値の社会として対応してゆくためには、客観的な評価体系に加えて、社会の約束ごととして、また経済的な仕組みとして、地域や国々の歴史、文化的文脈に応じて自己組織的に組み立ててゆくアプローチが欠かせない。とくに、わが国では、種々の外圧を利用してリスク問題を封じ込め、家父長的アプローチで規制するという色彩がみられたが、徐々にリスク評価を明確にしたオープンな契約的、選択的な方向へ転換する兆しと必要性が出てきている。これらのことは、最近の製造物責任法が指向しているように、供給側と需要側（製造者と消費者）ならびに行政（規制）側と住民・市民の間の環境・健康リスク情報の伝達・対話（コミュニケーション）の強化の必要性を示すと共に、消費者、市民、コミュニティ側にも合理的なリスク認知とリスク情報下における適切な意志決定の必要性を迫っている¹⁸⁾。

参考文献

- 1) 環境庁 環境基本計画, 45-46, 大蔵省印刷局(1994).
- 2) 宮本純之, レスポンシブルケア時代における化学物質の環境安全性評価, 日本化学物質安全・情報センター(1995).
- 3) National Research Council, Risk Assessment in the Federal Government, National Academy Press (1983).
- 4) 池田三郎, 盛岡 通, リスクの学際的定義, 特集“リスク学のアプローチ”, 日本リスク研究学会誌, Vol.5, No.1, 14-17 (1993).
- 5) National Research Council, Improving Risk Communication, National Academy Press (1989).
- 6) Whipple, C. (1987): De Minimis Risk, Plenum Press.
- 7) 中西準子, 環境リスク論, 岩波書店, (1995)
- 8) 内山巖雄, 横山栄二, 化学物質規制におけるコストベネフィット分析法の応用について, 日本リスク研究学

- 会第4回講演論文集, (1991).
- 9) 明石達郎, 安田八十五, リスク便益分析による環境政策の評価と測定, 日本リスク研究学会誌, 第6巻, 第1号, (1994).
 - 10) Page T. and P. Ricci, A Cost-Benefit Perspective for Risk Assessment, in "Principles of Health Risks Assessment", ed. by P. Ricci, Prentice Hall (1985).
 - 11) Slovic, P., "Perception of risk", Science, v. 236, p. 280-285, (1987).
 - 12) Fischhof, B., "Ranking Risks", Risk-Health, Safety & Env., Vol. 6, No. 3, p. 191-202, (1995).
 - 13) National Research Council, "Science and Judgment in Risk Assessment", National Academy Press, (1994).
 - 14) 横山栄二: 化学物質に関するリスク研究の一層の発展を期待する, 日本リスク研究学会誌, Vol.2, No.1, (1990).
 - 15) Barnes D.C. Risk Assessment Paradigm after Ten Years: Times are tough-Brother, Can you paradigm?, Risk Analysis, Vol.14, No.3., p.219-223, (1994).
 - 16) 池田三郎, 環境リスクの評価と管理の枠組への展望, 日本リスク研究学会誌, Vol.7, No.1, p.1-4, (1995).
 - 17) 酒井泰弘, リスクと情報—新しい経済学, 勁草書房, (1991).
 - 18) 関沢純, 木暮和美, 製造物責任をめぐるリスクコミュニケーション, 日本リスク研究学会誌, Vol.7, No.1, p.5-38, (1995).