

7章 環境と健康

——カドミウムから人間の健康を考える

齋藤 寛

1節 はじめに

人間の健康（生命）と環境とのかかわりはヒポクラテスの時代から注目されてきた。人間の生活の根本はこの両者の関係に帰着するといっても過言ではない。

環境、とくに人間の健康にかかわる環境は外部環境と内部環境の二つに大別される。外部環境とは人間の身体を取りまく環境であり、内部環境とは身体内部の環境である。内部および外部環境の境界は人間の皮膚である。

外部環境はさらに自然環境と社会環境の二つに分類される。自然環境の要素としては、物理的環境条件（温度、紫外線など）、化学的環境条件（空气中炭酸ガス濃度、オゾン濃度など）、生物的条件（細菌、ウイルス、昆虫などの生物）、地理的条件（地形、河川、自然植生、自然景観など）などがあげられる。社会環境の要素としては、教育環境条件、社会的環境条件（人口、産業構造、交通体制など）、保健医療環境条件（医療機関数、医療水準など）、政治的環境条件（政治体制、戦争など）、経済的環境条件（G N P、国際収支、福祉など）、さらには文化的環境条件などがあげられる。

人間の健康（生命）あるいは病気については、近頃は内部環境、すなわち、遺伝情報、免疫など物質論的な立場からの取りくみが脚光をあびているように思われるが、人間の健康と外部環境とのかかわりもこれに劣らず重要な問題である。本章では人間の健康と外部環境とのかかわりについて、カドミウムという重金属を例にとりて考えてみたい。本章が他の章と補完しあって、現代の生命像を総合的に把える一助となればさいわいである。

2 節 イタイイタイ病に関する初期の研究(昭和30年前後)の成果

カドミウムと聞くと、イタイイタイ病を思い浮べる人が多いであろう。

昭和30年くらいまでをピークとして富山県神通川流域のごく狭い地域に限局して集中発生をみた、いわゆるイタイイタイ病は人為的な重金属(カドミウム)環境汚染による健康障害の典型としてその名が広く知られている。

この病名は患者さんの多くが歩行時や体動時に身体のあちこちに痛みがあり、「痛い痛い」と苦痛を訴えたことに由来する。この病気のもっとも特徴的な所見は骨にあり、イタイイタイ病における骨病変は医学的には「骨軟化症」と呼ばれる。

人間の骨はごく簡単にいうと、まず最初に骨基質が造骨細胞により形成され、これにカルシウム、リン酸が沈着してできあがる。骨は非常に硬く強い組織である。骨のモデルとしては骨折治療に使用されるギブスを考えればよい。ぐるぐる巻かれた柔らかいガーゼが骨基質に相当し、水に溶かしてガーゼにしみこませたのち乾燥してコチコチに硬くなった石膏がカルシウム、リン酸に相当する。

何らかの原因によりカルシウムとリン酸の骨沈着が阻害されると骨は硬度と強度を減じて体重を支えきれなくなり、歩行障害を訴え、骨の屈曲、変形などを来すことになる。この病気が成人に起こったとき骨軟化症と呼ばれる。同じ病気がまだ骨の成長が終了していない乳幼児～思春期までの年齢層に起こるとクル病と呼ばれる。

クル病と骨軟化症は骨の石灰化(カルシウムとリン酸の沈着)障害による疾患である。

クル病は昔から小児の病気として有名であり、ビタミンD欠乏で起こること、また症状としてのX脚、O脚などを知らない人はいないであろう。骨軟化症も当然のことながらビタミンD欠乏によって発症する。しかしながら日本の各地に食餌性ビタミンD欠乏によるクル病が頻発していた明治～第二次世界大戦前においても骨軟化症はきわめて稀であり、ほとんど知られていなかった。このことは成人は成長期にある乳幼児や小児に比較するとビタミンDの必要量がずっと少ないため、ごくごく粗末な食餌を取っていた時代においても成人はビ

タミンD欠乏になりにくかったためとされている。このことは日本ばかりでなく欧米諸国でもまったく同様であった。

戦後のわが国の経済復興とともに国民の栄養状態も著しく向上してきた。その結果すくなくとも最近の30年間においては単純な食餌性ビタミンD欠乏性クル病は完全に姿を消したというのが通説である。

さて、話をイタイタイ病にもどすことにする。神通川流域で歩行や体動のさい「痛い痛い」と訴える人達の骨X線写真をみると、普通の人とは明らかに区別できる異常所見があり、いろいろ検討の結果、これは骨軟化症としてよかろうということになった。また、治療としてさまざまな試みがなされたのち、栄養のバランスのよい食事とビタミンD大量投与（数十万単位／隔日／1～2年）が骨病変に対して非常に効果のあることが判明した。これにより歩行不可能で寝たきりとなり死を迎えるばかりと思われた患者さんが半年あるいは1年の入院治療後には自力歩行できるようになり、元気で退院できるようになった。

このことはイタイタイ病の原因究明と治療にもっとも早くから取り組んでいた萩野（1957, 1968）の紹介により昭和30年～31年にかけて東京の病院に入院したイタイタイ病患者2例の治療にあたった河野（1957）の報告に詳しい。

イタイタイ病患者に見いだされた骨軟化症の原因については、まず第一に食餌性ビタミンD欠乏が取り上げられた。また労働過重説、日照不足説なども有力であった。しかし、ビタミンD大量投与療法を中止すると食事内容に十分注意していても（食餌性ビタミンD欠乏はないように注意していても）再発する例のあること、また、イタイタイ病発生地域は神通川両岸に広がる富山平野のほぼ中心部のごく狭い地域に限局しており、これと用水堀1つをへだてただけでイタイタイ病の発生のない地域の人々と栄養摂取状況や労働（農業）などの生活条件がとびはなれて異なるとは考えにくいなどの理由から、低栄養だけでは説明が困難とする研究者も少数ではあったが存在した。

例えば、昭和32年の富山県医学会の記録には、「本病患者の発生分布を再調査するに、神通川の一定の地域に発生し、川底構成状況竝に土壌の構成状態と一致する発生率を認める（萩野1957）」、「一定地域に限局多発したことは該地区の地質学的要因、就中水質が重要な関係を有するものと思われる（豊田1957）」などの報告が、また「神岡鉱山の亜鉛、鉛が神通川の水に溶けていないか（萩野

1957)」などの発言が記録されている。明治末年に神通川下流域の富山平野から50km上流に位置する神岡鉱山が浮遊選鉱法を採用して以来、長年にわたり神通川下流域で鉱害としての農作物被害が頻発していたこと、これにともなう土壌元素分析が神通川流域住民の要求により戦前から実施されていたことなどが亜鉛、鉛などの健康リスクの可能性を人々に考えさせたものと思われる（齋藤・青島1988）。

そして昭和36年にいたり萩野、吉岡は小林の協力を得てイタイイタイ病の原因を追求するうえでカドミウム、鉛、亜鉛等の重金属が重要な意義をもつことを指摘して以下のような研究成果を発表した（萩野・吉岡1961）。

- (1) イタイイタイ病の本態解明に関して、今回疫学的研究を精密にすると共に、イタイイタイ病発生地区の水、土壌、植物、動物、患者について検索した。
- (2) イタイイタイ病は富山平野の中央を貫流する神通川の左右両岸における一定地区のみ多発し、その発生地区は平谿地なるも特別な地理条件を持っている。即ち、神通川を中心として東方は熊野川、西方は井田川とおのおの神通川にそそぐ両支流にはさまれた扇状形地区にして、特にその地区は神通川の川底よりも海拔水準が低いという異常を呈している。極く最近まではこの川水は飲料水として利用され、また現在でもかんがい用水に利用されている。
- (3) その発生地区は富山県下でも裕福な村落であり、農業経営も安定しており、富山県の中心都市富山市の郊外に位置し、栄養状態が特に悪いとは思われない。
- (4) 一家庭内で嫁と姑に発生しており、遺伝的關係は証明できない。
- (5) イタイイタイ病発生地区の白米の灰のスペクトル化学的分析定量によれば最高、Cd350ppm、Pb88ppm、Zn6400ppmの多量の有毒重金属を含有し対照として検査された岡山県倉敷米及び八尾、小泉地区白米の含有量に比しCdの平均値は4倍以上多く検出した。
- (6) イタイイタイ病発生地区土壌のスペクトル化学的分析定量によれば、鉱毒地区土壌の中には最高 Cd68ppm、Pb250ppm、Zn1300ppmの多量有毒重金属を含有し、対照として採取された八尾町久婦須川の成績 Cd0.13ppm、Pb16ppm、Zn81ppmに比較すれば、その含有量は甚だ多い。
- (7) イタイイタイ病患者の骨を灰化しての分析定量結果によれば、同患者の骨

の灰には一般健康人に比し、甚だ大量のCd、Pb、Zn等の有毒重金属を検出した。患者剖検例の各種臓器別でもCdの検出が各臓器にわたり多い。

これらの重金属が神岡鉱山の採掘する金属と完全に同種類のものであることが立証されたことは、イタイイタイ病の病原を追求する上に重要な意義を有すると思われる。よって今後症例をふやし、研究を深く進めたいと考えている。

以上が「イタイイタイ病鉍毒説」あるいは「イタイイタイ病カドミウム説」といわれる最初の報告である。

この報告はカドミウムによる人為的な自然環境汚染が現実存在することを明らかにし、さらにそのことが人々の健康に障害を及ぼしていることの可能性を世界で最初に指摘したものである。

さらに、この30年前に行われた研究が、こんにち環境あるいは人為起源物質のリスク評価に必須とされている「生態系へのインパクトの検索」という立場からなされたものであるとあってよく、その先見性に感じ入るほかはない。

3節 イタイイタイ病に関する組織的研究(昭和37年から42年)の成果

前節で述べたように、イタイイタイ病の発生にカドミウムを中心とする重金属環境汚染が重要な意義を有するのではないかとの指摘が萩野らによりなされたのは昭和36年である。同年末に「富山県地方特殊病対策委員会」が結成されて、本疾患に対して総合的な観点から検討が加えられることになった。昭和37年の婦中町熊野地区および富山市新保地区の30歳以上の婦人862人(対象者の90%)のうち84人、実に住民の10%に骨X線写真でイタイイタイ病の疑いがもたれた。

昭和38年からは、それまでイタイイタイ病に取り組んできた研究者を広く集めた「厚生省医療研究イタイイタイ病研究委員会」及び「文部省機関研究イタイイタイ病研究班」の合同研究班が活動を開始した。この研究班は臨床、実験、疫学、分析化学などの立場から本病を総合的に研究して、その原因、治療、予防法などを明らかにしようとするものであった。

(1) 疫学的背景をみると、ほとんどが女性で、年齢は60歳前後に多く、現住地の居住年数は30年以上が多い。生活程度も農村として必ずしも悪くない。

- (2) 骨X線検査で変化があり、腎臓に蛋白尿、糖尿、アミノ酸尿などの障害がある。
- (3) 本病はほぼ神通川流域の一定地域に限局して発生している。
- (4) 重金属については、本病患者の尿、尿と同病発生地の米、豆などについてカドミウム、鉛、亜鉛の含有量について対照と比較したところカドミウムがもっとも著しい差を示した。また、患者の体内にかなりのカドミウムの蓄積のあることが推定された。
- (5) 動物にカドミウムを投与すると腎臓には尿細管を主とした病変があり、大部分の例で骨にはげしい脱石灰化の像がみられ骨塩代謝異常が認められた。イタイイタイ病研究班は以上のような研究結果を述べたのち、「原因物質として重金属、ことにカドミウムの容疑が濃い、カドミウムの単独原因説には無理があり、低蛋白低カルシウムなどの栄養上の障害も原因の一つと考えられた。各研究者の意見も、カドミウムがなんらかの形で要因の一つになっていることは否定できないが、これに他の要因が働いてイタイイタイ病が発生するとの考え方が大勢を占めており、カドミウムの影響はわずかで栄養障害が主要な要因であるとする意見や、カドミウムのみが原因であるとする意見は少数であった。」と昭和42年1月の研究報告書の総括（1967）に述べている。

要するに、「カドミウム環境汚染がなければイタイイタイ病は発症しない、ただし本症の発病にはカドミウムの他に栄養などの要因も関与している」という結論であろう。

4 節 富山県におけるイタイイタイ病に関する厚生省の見解

厚生省（1968）は昭和43年5月8日付で、「（前略）、厚生省は昭和38年度には医療研究助成金、昭和40年度より42年度にいたるまでの公害調査研究委託費により本病について総合的な研究班を組織して、その本態と原因の究明に努めてきた。その間、文部省科学研究費による3ヶ年間の金沢大学3学部共同研究や、富山県の地方特殊病対策委員会による調査・研究およびその他の関係者の広範な調査・研究も、これと併行して実施され、学会等において公表されてきた。

（中略）、厚生省としては昭和43年4月末までに公表されたすべての科学的な調査研究結果および公的機関の資料等を詳細に検討した結果、公害行政の立場よ

り、イタイイタイ病に関してつぎの見解に達した。」と、それまでの経緯について述べ、本態と発生原因については「イタイイタイ病の本態は、カドミウムの慢性中毒によりまず腎臓障害を生じ、次いで骨軟化症をきたし、これに妊娠、授乳、内分泌の変調、老化及び栄養としてのカルシウム等の不足などが誘引となって、イタイイタイ病という疾患を形成したものである」とした。これがいわゆる厚生省見解としてもっとも有名な一節である。さらに今後の措置として、「イタイイタイ病について公害にかかる疾患として行政上の措置を行うこと、患者の受療を促進するため、医療研究を行い、本病の予防と治療の推進をはかること、またカドミウムを産出する他の鉱山の周辺地域についても、調査研究を実施するとともに、その種の特定有害物による環境汚染防止のために、定期的な測定や住民の健康管理など具体的施策を推進し、このような微量重金属による環境汚染に原因した人の健康にかかる公害を二度と引き起こすことのないよう努めることとする」とした。

竹内（1971）が述べているように「イタイイタイ病の原因究明の努力は地元の一開業医によって始められ、その科学的見解の確立には十余年を必要とした。その間、国や地方自治体等による調査研究の着手は必ずしも迅速であったとは言えず、また、これに投下された費用・人員も事態の深刻さに比して少なかったといわざるを得ない。ここには公害問題の特殊な性格が反映していたものと考えられる。」ということがあったとしても、昭和38年～42年の文部省機関研究イタイイタイ病研究班の研究成果（1967）をふまえて直ちに出された上述の厚生省見解、およびイタイイタイ病患者の救済措置は評価されてよいであろう。

5 節 イタイイタイ病と裁判

富山県神通川流域に居住し、イタイイタイ病を発症した患者ならびにその遺族は、昭和43年3月9日、鉱業法109条を根拠に、上記疾患の発生がカドミウムによるものであり、その排出源企業である三井金属鉱業株式会社を相手として損害補償請求訴訟を提起した。富山地方裁判所は昭和46年6月30日に判決を下した。同判決は、カドミウム排出行為とイタイイタイ病発生との間の因果関係を認め無過失責任を適用して、原告の主張を全面的に認めたものであった（富山イタイイタイ病判決文、1971）。

この判決がとくに注目されたのは、水俣病、四日市ぜんそくなど、いわゆる公害訴訟が続くなかで最初の判決だったということに加えて、同裁判の中で法的因果関係の立証には厳密な科学的立証を必要とするかという点で原告と被告双方の間で鋭い見解の対立があったからである（平野1971）。同判決において、富山地域・岡村利男裁判長は「本病の病理機序にいまだ明確でないもののある点を捉えて、経口的に摂取されたカドミウムによって果して骨軟化症が惹起されるかどうかの問題は本病の病理機序いかんの問題と密接不可分の関係にあるから、その病理機序が明確にならない以上、本件における因果関係の存在は明らかになったとはいえない」とする被告の主張を退けた。そして本病の病理機序について、「なお究明を必要とし、今後の研究課題として残された点のあることを否定できないけれども、病理機序が細部にわたってくまなく明確になれば疾患の原因が一層明白になるとしても、反対に、病理機序が不明であるからといって疾患の原因を確定し得ないわけのものではないから、カドミウムと本病の関係が前述のとおり疫学的調査や臨床、病理所見などからの考察はもとより、動物実験の結果のうえでも明白となった以上、現段階においては、本病の病理機序が前述のとおり大筋において一応説明の可能な程度で満足すべきであり、したがって、被告の指摘するような若干の点がさらに明確にならない限り本病の発生原因を確定しえないことは到底できないのである。」とのべ、(1)カドミウムを経口的に摂取する場合の体内カドミウムの吸収率はどの程度か、(2)カドミウムがどの程度の量、どの程度の期間、人体に蓄積された場合に尿細管機能障害を生ずるか、(3)骨軟化症の発生機序はどうか、(4)経口的に摂取されたカドミウムが人間の骨中に蓄積されるかどうか、などの鑑定申請を退けた。

この判決はこのあとに続いた公害訴訟などにおける鑑定問題の扱いにきわめて大きな影響を及ぼすこととなった。

6 節 イタイイタイ病カドミウム原因説に対する批判

本病については文部省・厚生省研究班の活動（昭和38～40年）ののちも活発な研究が続けられ昭和43年には武内（1968）はイタイイタイ病患者の腎病変は多発性の近位尿細管機能障害（ファンコニー症候群）であることを明らかにし、これはカドミウム暴露によるものであろうとした。

職業性及び実験的カドミウム中毒の研究も目覚ましい発展をみせ、腎障害はファンコニー症候群であること、又、職業性カドミウム中毒例のなかに、少数であるが骨軟化症を合併する例もあることが明らかとなった。

現在出版されている内科学、腎臓学また骨代謝の教科書にはファンコニー症候群の主要原因として重金属（カドミウム、鉛、銅など）があげられている。

昭和47年になって、イタイイタイ病カドミウム原因説に対する批判が昭和38～40年の文部省、厚生省のイタイイタイ病研究班のメンバーであった武内（1972）、梶川（1974）より出された。武内と梶川の主張は同じでなく互いにまったく相容れない主張（論拠）もある。ここではその全容をのべる余裕がないが、「イタイイタイ病の骨軟化症は食餌性ビタミンD欠乏によるものであってカドミウムとは因果関係がないという主張、その主たる根拠が神通川流域以外のカドミウム汚染地域にはイタイイタイ病が発生していない」という点にあることでは共通している。

両氏の批判は神通川流域と、その他の全国のカドミウム汚染地域の住民のカドミウム暴露状況や気候風土・生活状態などがすべて同一という前提に立たなければ成立しない非常に弱点があり、また彼らの食餌性ビタミンD欠乏説では、イタイイタイ病患者と同じ神通川流域に居住し、神通川の水を利用していなかったというほかには環境条件に違いのなかった人々にはどうしてイタイイタイ病がなかったかを説明できない。

また喜多川、野見山らもイタイイタイ病カドミウム説に批判的に見受けられる。この理由については学会その他の発言を聞く限りでは「イタイイタイ病は職業性カドミウム中毒とは必ずしも病像が一致しないこと」、「カドミウムによる腎臓障害（尿細管障害）において骨軟化症の機序が解明されていない」、「動物実験で骨軟化症を再現できない」などが主たる理由と思われる。つまり、「病理機序が明確にならない以上、因果関係の存在は明らかになったとはいえない」という立場に立つものと推察される。

そして昭和50年頃から国会（1975）やマスコミ（1975）などでくりかえし「イタイイタイ病はカドミウムと関係ないというのが専門家の大勢だ、厚生省見解は間違いである」、「カドミウム汚染土壌の復元工事はイタイイタイ病の原因が科学的に究明されるまで弾力的に運用したらどうか」などの論議がなされてき

た。

7 節 全国カドミウム汚染地域住民健康調査

齋藤（1975）はカドミウム土壤汚染地域である秋田県小坂町細越地区住民の腎機能検査を行ない、地域住民の多数に見出した腎機能障害（尿細管障害）はカドミウム汚染によるカドミウム異常暴露の可能性が最も高いと結論し、さらに全国のカドミウム汚染地域の住民の中にイタイタイ病は見出せなくてもカドミウム暴露以外の原因では説明困難な腎障害例が秋田県小坂町同様に多数発見されるだろうと述べた。

この研究は大きな注目をあび、環境庁は特別プロジェクトチームを作り、石川、長崎などのカドミウム汚染地で齋藤と同様の方式で調査した所、秋田県小坂町での成績とまったく同じ成績がえられたので、「カドミウム汚染地域住民健康調査方式」をそれまでの骨変化の有無を主体とする方式（カドミウムによる環境汚染暫定対策要項、昭和44年9月1日付厚生省環境衛生局長通知）から腎機能障害によりチェックする方式に改正した（昭和51年5月10日付環保業第57、第58号環境庁企画調整局長通知）。方式は齋藤が秋田で行なった方式に準じたものである。

新しい調査方式によって昭和51年～53年にかけて秋田県、福島県、群馬県、石川県、兵庫県、長崎県、大分県の全国7県下の汚染地域住民健康調査が行なわれた。

汚染地域住民3,428人のうち57人に高度の尿細管障害が見出された。一方対照の非汚染地域住民3,092人のなかには1人の異常者も見出されなかった（齋藤1983）。

これらの尿細管障害を有した人々の骨所見はどのようであったかをみてみよう。

これまでに秋田および長崎の2地域において10例をこえる尿細管障害を有する住民の剖検が齋藤、竹林らによりおこなわれた。その結果、尿細管機能障害の高度であった住民6例に骨軟化症が確認された。尿細管障害が軽度の例では骨軟化症はみとめられなかった。また剖検を行なった全例において肝カドミウム濃度などにより、生前カドミウム異常暴露のあったことが明らかにされた。

すなわち、富山県神通川流域以外のカドミウム土壤汚染地域にも骨軟化症を

合併した尿細管障害を有する住民のいることがはじめて明らかにされたわけである（竹林1987）。

8 節 神通川流域の住民健康調査

諸般の事情により新しい方式による健康調査が行なわれずにいたが、ようやく昭和54年度から5ヶ年計画で神通川流域のイタイイタイ病発生地域住民の検診がはじまった。調査終了3年後の現在もまだその成績は明らかにされていないが、尿細管障害の出現率や重症度が長崎や石川よりもずっと高いことは間違いないようである。神通川流域のカドミウム暴露は他のどこよりも高度だったと考えられるから、この結果は当然予想されたところである。なおイタイイタイ病患者および次にのべる、いわゆる「要観察者」は全例が高度の尿細管障害を有することがすでに知られている（武内1968・篠田1977）。

神通川流域にはイタイイタイ病患者とほとんど変わらない高度尿細管障害を有するが骨X線上では明瞭な骨軟化症の所見（骨改変層）がないことから「要観察者」とされている住民がイタイイタイ病患者の3倍近くいた（1967年から1975年までに認定されたイタイイタイ病患者129人、要観察者360人）。この要観察者の骨生検（骨組織を一部切除して病理組織検査を行なう）や剖検が最近行なわれるようになり、要観察者に高率に骨軟化症があることが明らかとなった（武川1980・北川1983）。

骨軟化症はこれまでくりかえしのべてきたように骨の石灰化障害が本態であって、確実な診断は骨組織の病理組織学的検査（顕微鏡検査）によっておこなわれる。骨軟化症が高度になると骨X線でも明らかな所見（骨改変層）を認めるようになるが、病変が初期あるいは軽度の時は骨X線検査では診断できないことはいくらかでもあることである。これは医学の常識であるが、これを無視して「全国の汚染地域住民に骨X線検査ではつきり診断できる骨軟化症（神通川のイタイイタイ病に相当する）がなかった」というだけでのイタイイタイ病カドミウム説批判はいかに説得力がないかをここでも理解できよう。

さらに神通川流域ではずっと前から高度の尿細管機能障害を有する住民（カドミウム暴露が明らかで、しかも「要観察者」に指定されていない住民）のなかに、最近になってはじめて骨X線上まぎれもない骨軟化症の所見を示し、運

動痛などイタイタイ病に特徴とされる症状を訴える人が数人でている（青島1984）。高度尿細管障害例がいまも200人以上いる同地域では今後も骨軟化症合併例（イタイタイ病）が発生する可能性はきわめて高いと考えられる。

9 節 おわりに

イタイタイ病とカドミウムとの関連に関してすどく対立した意見のあることを紹介したが、全国7県下のカドミウム汚染地域住民にのみ認められた尿細管障害についても、その原因については少なくとも環境庁委託研究である「イタイタイ病及び慢性カドミウム中毒に関する総合的研究班」では「調査した7県下の全汚染地域に尿細管障害が認められたのではない」（イタイタイ病及び慢性カドミウム中毒に関する総合研究班報告、1979）ということから結論がだされておらず、行政的対応もなされていない。

近い将来、富山県神通川流域の調査結果と合わせてカドミウム汚染と腎障害との関連が同研究班で検討される予定とされているが、このことはイタイタイ病研究の初期に萩野らによって指摘されていたイタイタイ病の腎障害について30年後のこんにちに至るまで、まだその原因について意見の一致をみていなかったということであろう。

さて、近年の環境汚染は環境因子の発生から人間生活への影響までの一連の流れが、時間的にも空間的にも長期、広範になり、また一連の物の流れに介入する人間の数も環境媒体の種類も多くなっている。そのためにおおくの不確定要因が入り込む結果となっている。このことは人間生活に与える影響の因果関係の同定を困難にしている。

これまで環境中に放出されたカドミウムは亜鉛・銅などの非鉄金属の採掘・精練によるものももっとも多く、かつその汚染は局地的（限局的）であった。このことはわが国の富山県神通川流域、秋田県小坂町、長崎県厳原町佐須川流域（対馬）などのカドミウム汚染地域に限らず世界共通の事象であった。すなわちカドミウム環境汚染の原因と、その拡がりの同定がそれほど困難ではなかったのである。

こんにち、カドミウムは金属メッキ、各種色素顔料、アルカリ乾電池、プラスチック安定剤、IC回路などに使用され、需要は増大する一方であるが、こ

れらカドミウム使用製品のほとんどは市民生活の必需品である。これらの製品の回収・廃棄・焼却の過程でカドミウムが環境中に放出されることになる。そして環境中に放出されたカドミウムは結局は空気，水，食物を通して人間に取り込まれることになるが，上に述べたことを考えただけでも環境因子と人間生活に与える影響の因果関係の同定が将来ますます困難になることが理解されよう。

さらに，こんにち私達日本人は食物から平均して1日50 μg のカドミウムを摂取している。このカドミウムは全国各地のカドミウム環境汚染地域に発症したイタイイタイ病などの健康障害の原因となったカドミウムと質的にはまったく違いがなく，ただ量が違っただけであることを忘れてはならない。WHOおよびFAOは人間のカドミウム摂取量について暫定的な規準を出している。これによれば1日70 μg 以下が望ましいとされているが，日本人の平均摂取量がWHO，FAOの勧告値にすでにかなり近いという事実も決して忘れてはならない。

神通川流域をはじめとする全国の，きわめて高度，かつ汚染源が明瞭なカドミウム汚染地においてさえも，「カドミウムがどのような健康影響をもたらすかについての疫学とそれに対応する病理機序の解明」，また「これに基づく政策対応」という従来型のアプローチによってはなかなか意見の一致をみない現状を考えると，さきに述べたようなこれからの環境汚染においてはどのようなアプローチが有効なのか新しく検討されなければならない。

検討されるべきアプローチとして「人為起源物質による人間・自然生態系攪乱のリスク評価」などがあげられよう。人間への健康影響が出現するよりも以前の段階で，「人間および自然生態系への人為物質のインパクト（負荷）」を捉える必要があるということである。

引用文献

- 青島恵子・寺西秀豊ら：最近の2症例からみたイタイイタイ病の発症機転と病態，日内会誌，73：838，1984。
萩野 昇：イタイイタイ病に関する2，3の調査について，とやま県医通報，1957，12，21。
萩野 昇・吉岡金一：イタイイタイ病の原因に関する研究について，日整会誌，35：812，1961。

- 萩野 昇：イタイイタイ病との闘い。朝日新聞社，東京，1968。
- 平野克明：イタイイタイ病裁判過程上の論点。ジュリスト，No486，32，1971。
- イタイイタイ病及び慢性カドミウム中毒に関する総合的研究班：カドミウムによる環境汚染地域住民健康影響調査成績の解析および結果報告書，日本公衆衛生協会，東京，1979。11，29。
- 梶川欽一郎・北川正信ら：「イタイイタイ病」の病理学的研究。十全医誌，83：309，1974。
- 北川正信・三輪淳夫ら：富山県イタイイタイ病の27剖検例。環境保健レポート，49：140，1983。
- 河野 稔・吉田高美ら：いわゆるイタイイタイ病の本態とその治療経過，特に栄養学的考察を中心として。臨床栄養，10(1)：32，1957。
- 厚生省：富山県におけるイタイイタイ病に関する厚生省の見解。厚生省，1968。5。8。
- 齋藤 寛・塩路隆治ら：カドミウム環境汚染にもとづく慢性カドミウム中毒の研究：秋田県小坂町細越地域住民に多発したカドミウムによる腎障害（多発性近位尿管障害）について。日内会誌，64：1371，1975。
- 齋藤 寛・中野篤浩：カドミウム環境汚染と人間の健康—生態中毒学のアプローチ。エコトキシコロジー（大井 玄ら編），篠原出版，東京，P.119，1983。
- 齋藤 寛・青島恵子：重金属の人体影響。重金属と生物（茅野充男・齋藤 寛編）博友社，東京，P.167，1988。
- 篠田 晤・由利健久ら：イタイイタイ病患者の現状—内科的所見について。環境保健レポート，41：53，1977。
- 衆議院決算委員会議事録。1975。2。26。
- 昭和38年～40年文部省科学研究費（機関研究）イタイイタイ病研究班：いわゆるイタイイタイ病に関する調査報告書。1967。1。
- 武内重五郎・篠田 晤ら：イタイイタイ病の腎障害。内科，21：876，1968。
- 武内重五郎・内藤周幸：イタイイタイ病発症原因をめぐって。医学のあゆみ，80：609，1972。
- 竹内嘉巳：イタイイタイ病患者の立法・行政上の救済措置。ジュリスト，No486，44，1971。
- 武川昭男・熊川浩二ら：カドミウム汚染地域住民の骨生検。日衛誌，35：761，1980。
- 竹林茂夫・佐藤 隆ら：対馬カドミウム汚染地域住民（経過観察者）の臨床及び病理研究報告（病理解剖第7例）。環境保健レポート，53：306，1987。
- 立花 隆：イタイイタイ病は幻の公害病か。文芸春秋，1975。2。
- 富山イタイイタイ病判決文（昭和43年(7)第41号）。法律時報，7月号臨時増刊，P.366，1971。7。
- 豊田文一：追加発言。とやま県医通報，1957。12。21。

追記：本章は文部省重点領域研究「人間環境系」N15-01「人為起源物質の制御にはたすリスク評価と管理手法の役割」班（研究代表者・筑波大学社会工学系・北島能房）中間報告書G009N15-01（平成元年2月）に報告した「リスク評価・管理問題としてみたわが国の公害事例——カドミウム事例を中心として——」の一部を改変したものである。