

# 汚染とヒトの健康に関する研究の新しい方法

エリザベス A. ジレット

米国 フロリダ大学

本日お招きいただき主催者にお礼申し上げますとともに、私の講演にご参加いただいた皆さんに感謝いたします。私は人類学者ですので、私の研究は、これまで皆さんがお聞きになったものとは大きく異なります。私は、農薬がコミュニティに及ぼす影響に関する 6 年間の研究について報告します。リスク下にあるコミュニティを個人のリスクと対比できるかどうかを判定するために、私はいくつかのコミュニティを調べることにしました。まずは子供から調べ始め、疾患の発生率ではなく健康状態について評価しました。そして最終的には、個人ではなくコミュニティの状態を描き出しました。これは、多数の同じ子供を対象にした、6 年間にわたる縦断的調査です。

この調査は、メキシコのソノーラ州にあるヤーキ・バレーで行われました。米国ニューメキシコ州の南約 500 km のところにあります。農耕地域の平地部にコミュニティが 3 つ、山麓部に 1 つあります。後者は、農薬使用に関して平地部と違いがあります。「緑の革命」の時期に、平地部に居住していたネイティブ・アメリカンが考え方の相異で分裂しました。伝統的なライフスタイルを維持しようとする者と、近代的な農業、すなわち農薬やトラクターや灌漑を利用するやり方への移行を望む者とに分かれました。農業近代化を望んだネイティブ・アメリカンは平地部に住み続け、そこに街を形成しました。農業で使用された農薬の履歴は、ここの農薬集積所を訪れてみると分かります。ここで見つかる農薬は、米国で使用されているものに非常に近いか、同じものです。有機塩素化合物や有機リン化合物に始まり、もっとも近代的な農薬に至るまでのまったく同じ歩みを、私は何年にもわたって見てきました。

農薬への潮流に呑まれることを望まなかった者のグループは、山麓部の街に移動しました。この人たちは、今でも伝統的な放牧と伝統的な家庭菜園を続けており、農薬は使用しません。平地部の家族は、毎日のように自宅で農薬噴霧をしていますが、山麓部では自宅での噴霧はありません。対象となったすべての街は、インフラストラクチャー、学校、医療保険システムに違いはなく、遺伝子プールも食習慣も同じです。つまり大きな違いがあるのは農薬の使用についてです。分析に際しては、一方のグループを農薬曝露群または平地部の児童と呼び、もう一方を低曝露群または山麓部の児童と呼ぶことにします。

この調査は、4~5 歳の児童で開始し、その児童が 8~10 歳になるまで続けました。ちょっと見ただけでは、両方のグループの間に大きな差は見られません。数年間にわたり、身長、体重、頭囲の数値に有意差は無く、このことは、栄養不足はエンドポイントに対して大きな意義を持っていないことを示しています。

正常と見られる平地部の児童の生活に農薬が影響を与えているかどうかを明らかにするために、各発達段階を表す指標として一連の活動と、知能検査群を考案しました。検査セッションは 4~5 歳のボール取りから始めました。これは、いろいろな距離からのボールを何回取ることができたかを測定するものです。農薬曝露群の児童は、3 メートル先からの小さいボールを取る能力が低曝露群である山麓部児童に比べて、有意に劣っていました。このことは、視覚-手の協調が劣っていることを示しています。平衡感覚についても測定しました。6~7 歳の児童が、幅約 5 センチの角材の上を歩いて渡ります。低曝露群の山麓部児童は、角材の上を歩き、その上で向きを変えて、落下することなく元の位置に戻ることができました。平地部の児童では、向きを変える地点に至るまでに落下した子が少数おり、向きを変えて元に戻ってこられるだけの平衡感覚がない児童が多くいました。向きを変えることができた児童の大部分は、元の位置に戻る前に角材から落下しました。

スタミナの程度を判定するための運動は、年齢すなわち 4~5 歳と 6~7 歳とで別のものを使いました。児童がどのくらいエネルギーを発散できるかを示すゲームを児童と一緒にやりました。4~5 歳の児童に対しては、跳躍コンテストを行いました。これは、跳躍をし続け、もう跳べなくなるまでの回数を測定するものです。6~7 歳の児童に対しては、鬼ごっこをして、一息つくために走るのを止めるまでの時間を測定しました。どの年齢層においても、農薬曝露群の児童はおよそ 45 秒間の運動で心拍数が 120~130 に

達しました。対して低曝露群の児童は、心拍数が最大に達するまでに、跳躍なり駆けっこを3分から5分間続けられました。以上の所見は、農薬によって影響されている可能性がある身体の神経筋能力を示しています。

精神機能の差について見てみましょう。個々の児童とゲームをする前に、「ゲームが終わったら、色のついた風船をあげるよ」と児童に言い、風船のそばで、児童に色を指定させておきました。そして30分くらいかかる運動が終わった後に、その子供にプレゼントの名前とその色について質問しました。低曝露群の4~5歳の児童では、半数以上(58.8%)が風船とその色を覚えており、その他のすべての児童もプレゼントの名前は言うことができました。それに対して農薬曝露群の児童では、風船とその色の両方とも覚えていられた子供は4分の1強しかおらず、プレゼントが貰えることすら覚えていられなかった子供が18.2%いました。

問題解決能力を6~7歳の児童で測定しました。子供に、2種類の大きさからなるブロックを4個から6個使って、カードに描かれている図形を再現するように指示しました。子供が図形を組み立て終わったら、自分が作った図形が正しいかどうかを訊ねました。子供が自分の作った図形がカードの絵と同じでないと思った場合には、修正を許しました。低曝露群の児童は作業をすばやく行いました。誤りを犯した子供がほんのわずかいましたが、その全員が間違いに気づき、必要な修正を行いました。それに対して農薬曝露群の児童は、図形を組み立てることが困難でした。絵の再現においては、正しい形状を得ようとするのですが、ブロックを上積みあげてしまうことが多々ありました。中には、その図形が正しいか正しくないかを私が訊ねると、にっこりと大きく笑って私を見上げ、「合っているよ」と答えた子供もいました。農薬曝露群の児童は、自分が問題解決において誤りを犯していることを認識していませんでした。

児童に人物を棒線画で描かせてみると、能力に大きな差があることがはっきり示されました。山麓部の4~5歳の児童は、人物として認識できるほぼ完全な形態を描きました。それに対して農薬曝露群の同じ年齢の児童は、なぐり書きのような無意味な線を描きました。何とか人物と認めることができるような絵を描いた少数の子供は、絵を下から書き始めて上下逆さまに描き、それも円がひとつで、そこから上に向けて線が延びているだけの絵です。就学1~2年目の6~7歳の農薬曝露群の児童が描く絵は、低曝露群の4歳児が描く絵と同程度のものでした。

汚染によって免疫系が影響を受けるということをよく耳にします。病気になった回数について母親に訊ねたところ、山麓部では、過去3か月間で病気になった回数が0~2回という児童が大部分でした。それに対して農薬曝露群では、5~6回病気になったという児童が多くを占め、その次が7~8回でした。こうした児童の症状は、感染症それも特に上気道感染症を示すものでした。低曝露群の児童ではのどの痛みが1回起きるぐらいですが、平地部の児童ではのどの痛みが3回以上起こっていました。

汚染が生殖に影響を与えることについてもよく耳にします。これからお話する調査は、思春期前の8歳から10歳の女児の同じような群を対象にしたものです。この場合も、身長や体重などのいずれの計測値にも、全体としては有意差がありませんでしたが、農薬曝露群の女児のほうが計測値の差異の幅が大きくなっていました。女子の思春期前の段階は、タナー尺度に基づいた乳房発達の段階で測定するのが一般的です。第1段階は、乳房芽(breast bud)の段階で、乳頭は大きくなりますが、乳房自体の発達はありません。それに続く諸段階で、乳房がだんだんと発達していき、最後には完全な成長に至ります。調査対象の個々の女児のタナー尺度の判定は、2人の研究者が独立して判定し、完全に一致したものを採用しました。体重と乳房発達のタナー尺度との間には、平地部群、山麓部群の女児ともに相関はありませんでした。

今説明しましたように、乳房の成長の判定は、常に観察によって行いました。この研究の場合には、私が乳房を触診して、脂肪組織に対する乳腺組織の量の割合を判定しました。同様に乳房の中に入っている脂肪組織が軟らかいのに対し、乳腺組織は硬いので区別ができます。乳腺組織の直径に対する乳房全体の直径の比率を計算しました。山麓部の女児においては、乳房と乳腺組織の大きさとの間に直接的な相関関係が認められました。農薬曝露群の女児においては、その比率に関係が認められず、調査した女児30人のうち、乳房が中等度の発達(第3段階)をしているのに乳腺組織に触れることができなかった者が5人

いました。その他にも、第2段階から第3段階にあるのに、乳房全体の大きさに比べて極めて少量の乳腺組織しか持たない女兒が5人いました。

思春期には精神面での変化も伴います。男の子のことについてどう思っているか、自分のことをどう受けとめているのかを、女兒に尋ねてみました。男の子のどういうところが好きかと聞くと、平地部の女兒の大半は、自分に関心を示してくれているときの男の子が好きだと答えました。それに対して山麓部の女兒は、男の子は野外で一緒に遊んでくれるから好きだと答えました。平地部の女兒が男の子の嫌なところは、自分勝手に、いじめるところだと言いました。低曝露群の女兒は、男の子同士で喧嘩するのが嫌だと答えました。自分自身についての関心事は、平地部の女兒は衣服の見栄えや体型を気にしていました。目に留まったのは身体イメージが山麓部とは対照的であったことです。山麓部の女兒の主な関心事は、勉強ができるようになること、いい女の子でいること、家の手伝いでした。

研究をすればそれだけ新たな疑問が浮かんできます。正常と見なされる農薬曝露群の児童の成長と発達に関して、私は依然として多くの疑問を感じています。街の中を歩いてみると、この子供たちはまったく健康的に見えます。私は、女兒と男児の思春期での発達に関しても、ますます多くの疑問を感じるようになっていきます。これらの街の人口はおよそ800人です。平地部の街の医者は、いわゆる「男児に思春期前の肥満」が見られると私に言っています。平地部の街では、およそ8歳から10歳の男児の10人に8人は、女兒型の脂肪パターンと乳腺組織を備えた乳房の発達が見られます。男児の乳腺組織は触ると痛みがあります。これは実際に調査する必要があることです。乳腺の成長を伴う同様の脂肪パターンは、インド、コロンビア、プエルトリコの医師からも報告があります。

私自身の研究について言えば、私が今行っているのは、汚染物質による影響の中でも、実験室や野生生物において現在実際に見られ、証明されている事柄に関するものです。そうした知識をヒトに応用する必要があります。内分泌攪乱汚染は氷山の一角であると考えべきです。水面から上に出ているのは、ほんの少しの部分でしかありません。汚染については、我々が認識している事柄はほんのわずかであり、真実だと思われている事柄はもっとたくさんありますが、確定的な証明が伴っていません。水面下の氷山と同じく、認識されていなかったり、まだ問題として顕在化していない事柄がたくさん隠れています。そしてその大部分において、汚染の影響の全貌が認識されることはおそらく今後もないでしょう。今週、今年、そして近い将来にこの場所で行われている研究が、とても重要になります。目標の達成は、実験研究者、野生生物研究者、社会科学研究者同士の良好なコミュニケーションがあって成し遂げられます。そうすることで、我々ヒト集団について何を調べべきかが分かり、「氷山の隠れた部分」がさらに明らかにされていくのです。どこの国であっても、その国の将来は子供たちの質と、その子供たちを取り巻く環境の質にかかっていることを忘れてはなりません。ありがとうございました。

## 質疑応答

トッパリ：新しい切り口をありがとうございます。では討論に移ります。

角田：私は宮城県で小児科医をしています。農地ではもちろん農薬をまきますが、一般の家庭でも町内会で農薬の散布、特にフェントロチオンという殺虫剤を年に数回から、少ないところで1回ぐらいまくことが多い。しかも松食い虫の防除ということで、空中散布をしている地域があり、そこのお子さんたちが結構、具合が悪くなってこられます。その具合が悪くなったお子さんたちに、あなたはこうしたらその害から逃れられるという話をしないといけないのですが、なかなか避けるための方法がないみたいなのです。ですから、1週間ぐらい実家に帰っているとか、そういうことで逃げるしかないみたいですが、先生はたぶん、こういう地域で、生活のしかたと、殺虫剤の影響を受けたお子さんたちと、受けにくかったお子さんたちとの差を知っておられるのではないかと思います。何か避ける方法のないいいアイデアがありましたら、教えていただけるとありがたいです。

ジレット：今のお話のような状況は、人間は生活している場所に経済的・社会的に束縛されているために、解決がとても難しいです。私は、できるだけ曝露を排除するために、メキシコの人々とともに取り組んでいます。例えば、自宅での噴霧は、毎日から2週間に1回にまで減りました。これは大変誇りに思っています。

人々は、自分自身の曝露を低下させる責任を自ら負っています。高い位置からの噴霧の時には、家の中にいて窓やドアを閉めるようにもしています。私は、衣服の正しい洗濯方法の啓蒙を行っています。衣服に農薬が付着した場合には、その衣服は他の洗濯物と分けて洗い、他の洗濯物をその中に浸す前に水は捨てます。高い位置からの噴霧を中止するための方針転換に取り組む前に、ちょっとした手間で自身の曝露を低減させることができます。こんな答えでよろしいでしょうか。

トッパリ：ほかの質問をどうぞ。

松崎：先生の非常に困難なお仕事を何年か前に読んでからずっと尊敬しております。今日、初めて新しい情報を見て私が非常に衝撃を受けたのは、先生は病気のことは調べないとおっしゃっていましたが、山麓部の子どもたちは生まれてからすぐに何かに感染して病気にかかって、それからじきに病気にはかからなくなっている。

ところが、平地部の子どもたちは最初は病気にかからないが、だんだん病気になるようになっていくというグラフに、非常に衝撃を受けました。というのは、平地部の子どもたちは農地だけでなく、家の中でも農薬を使っている。そういう状態で、周囲に感染するべきばい菌とか、ウイルスなどがいないため、最初に感染しないので、免疫を獲得していないことを示しているのではないかと思います。それで、先生は免疫学者の方と、何かそのことについてディスカッションなさっていますか。

ジレット：私がお見せした感染症発生率は、誤解しておられるのかもしれませんが、児童が過去3カ月間に感染症にかかった回数です。このデータは児童が学校にいるときに集めました。

早期発症型の感染症の場合は、その子は高い比率で感染症にかかったことを親が必ず報告します。平地部の児童の慢性疾患の報告は、診療所からも集めました。ですので、病原体に生後間もない頃は曝露せず、その後に急に曝露するようになったという問題ではありません。これで答えになっていますか。それとも私が質問の意図を勘違いしているでしょうか。

松崎：免疫との関係、子どもが生まれてからインフルエンザに対する免疫獲得との関係をお聞きしていますが、農薬をたくさん使う地域は、エコロジシステムそのものに細菌やウイルス、あるいは回虫、寄生虫などの生物対応性がないことを意味している。そのために、生物としての子どもたちに感染して、免疫を獲得するようなプロセスがなくなって、学校へ上がってから、かえって病気になりやすくなっていることを表しているのではないかと、先生のグラフから解釈したのです。これはとても重要な調査結果だと思いました。

ジレット：私はこのことについて免疫学者と話しあったことはありません。私が話しあったのは、その地域の診療所の医師や看護婦です。街は周囲を農業地域で取り囲まれているので、街で暮らしている人々は殺虫剤や除草剤に曝露しています。私が知るかぎり、例えば病原微生物による実際の発生率が調べられたことはありません。

これらの児童は、第 3 世代に当たりますので、一生のごく早い段階で免疫系が障害されていた可能性があります。児童らの母親や祖母がこうした化学物質に曝露しており、児童らは胎内曝露して

います。私が話さなかったこととして他には、児童らの多くが自己免疫疾患の徴候を見せているということがあります。その疾患には、免疫系に対抗するような種類もあれば、誤ったふうに働いている免疫系と結びついているアレルギーの増加や発疹の増加などの種類もあります。

私の印象では、免疫系が障害されています。これは幼少の頃には存在しなかった病原体への突然の曝露という問題ではありません。

トッパリ：ありがとうございました。