

「明日への寓話」 など

レイチェル・カーソン (著), 楠瀬健昭 (訳)

‘A Fable for Tomorrow’ and Others

Rachel Carson, translated by Takeaki KUSUNOSE

Osaka University of Pharmaceutical Sciences, 4-20-1 Nasahara, Takatsuki, Osaka 569-1094, Japan.

(Received October 16, 2018; Accepted December 7, 2018)

— Translation —

「明日への寓話」など

レイチェル・カーソン (著), 楠瀬健昭 (訳)

‘A Fable for Tomorrow’ and Others

Rachel Carson, translated by Takeaki KUSUNOSE

Osaka University of Pharmaceutical Sciences, 4-20-1 Nasahara, Takatsuki, Osaka 569-1094, Japan.

(Received October 16, 2018; Accepted December 7, 2018)

Abstract This is the translation of the first four chapters in *Silent Spring* written by Rachel Carson more than half a century ago. This translation is based on the text published by Penguin Books in 1965 and reprinted in Penguin Classics in 2000. We are planning to publish the translation of all the chapters here and in the next several volumes except that of chapters 5 and 12, whose tentative translation we have already made public in another journal. We know that there is a free and quick translation by Ryouichi Aoki, but we wanted to read the original closely so that we could fully understand in our mind what Rachel Carson had to say. Though it took time, we have enjoyed pondering the meaning of Rachel's words. She told us the impacts of chemicals and radioactive substance on our environment which we share with other living things. She gave us a warning a long time ago. Nevertheless, *Homo sapiens* is not so afraid of being attacked by weapons of mass destruction he himself invented as a kind of magic remedy for eliminating insects and weeds. Nor is he afraid of another kind of lethal weapons whether they are missiles or power stations. Today we have another kind of threat of global warming to our planet. Now is the time we should read once again *Silent Spring*, from which we can learn a great deal, especially her ways of thinking. We hope this translation will help you read one of the twentieth-century classics.

Key words — environment, living things, radiation, chemicals, insecticide, herbicide, arsenic, chlorinated hydrocarbons, DDT, degenerative changes, chlordane, dieldrin, resistance, heptachlor, aldrin, endrin, organic phosphates, malathion, parathion, systemic insecticides, selenium, schradan, sodium arsenite, dinitrophenol, pentachlorophenol, aminotriazole, mutagen, toxaphene, 2,4-D, DDD, DDE

第1章 明日への寓話

かつて、アメリカの奥深いところに、すべての生命が環境と調和して生きているように思われる町があった。その町のまわりには、市松模様に並んだ豊かな農場が広がっていた。穀物畑があり、傾斜地には果樹園があった。春になると、花が白い雲のように緑の野に立ち渡った。秋になると、マツを背景にして、オーク、カエデ、カバノキが燃えて揺らめく炎のような色彩を生じた。そのと

き、キツネが山で吠え、シカは秋の朝の霧に見え隠れしながら、音もなく野原を横切った。

道路沿いのゲッケイジュ、ガマズミとハンノキ、大きなシダと野草が、ほぼ年間を通じて旅行者の目を喜ばせた。冬でも道端は美しい場所であり、そこには無数の鳥がベリーや雪の上に頭を出した枯れた雑草の種子を食べに来た。その地方は実際、多様な鳥が数えきれないほどいるので有名だった。そして、春と秋に渡り鳥の大群が殺到すると、人々は遠くからそれらを見に来た。小川に魚釣りに来る人もいた。丘から流れ出る小川は澄

んで冷たく、陰になっている淀みにはマスが潜んでいたからである。何年も前、最初の開拓移民が家を建て、井戸を掘り、物置小屋を作った時代からずっとそうだった。

まもなく、奇妙な暗い影がその地域に忍び寄り、すべてのものが変化しはじめた。悪霊が、その共同体に住みついていた。不可解な病気がヒヨコの群れに広まり、ウシやヒツジが病気になって死んだ。至る所に死の影があった。農夫は家族の間に病気が多いことについて話した。町では、患者たちに発生している新たな病気によって、医師はますます戸惑うようになった。いくつかの突然で不可解な死が、大人だけでなく子どもにも発生した。子どもたちは遊んでいる間に突然病気にかかり、数時間以内に亡くなったものだ。

奇妙な静寂があった。たとえば、鳥はどこに行ってしまったのか。多くの人々は当惑し不安げに鳥の話をした。裏庭の餌箱はひっそりとしていた。どこでも、数少ない鳥たちは死にかけていた。それらは激しく震え、飛ぶことができなかった。それは歌声の聞こえない春だった。かつては、コマツグミ、ネコマネドリ、ハト、カケス、ミソサザイなど、たくさんの鳥の夜明けの合唱が響いていた朝に、今は何の音も聞こえなかった。野原と森と沼地を静けさだけが覆い尽くした。

農場ではメンドリが卵を抱くが、卵からヒヨコは孵化しなかった。農場主はブタを飼育することができない、一腹の子は少なく、ほんの数日で死んでしまう、と愚痴を言った。リンゴの木は花を咲かせはじめたが、ミツバチは花の間で羽音を立てることはなかったの、授粉がなく果実もなかった。

かつてとても魅力的であった道端には、今は、まるで火災にあったかのように焼き色がつき、枯れた植物が並んでいた。道端はひっそりとしていて、あらゆる生物に見捨てられていた。小川にも活気はなかった。釣り人が訪れることは、もうなかった。なぜなら魚がすべて死んでいたからである。

軒下の溝の中と、屋根のこけら板の間には、白い顆粒状の粉末がまだ残っているところが少し

あった。数週間前には、それは屋根と芝生、野原と小川に雪のように降り積もっていた。

この打ちひしがれた世界において、新たな生命の再生を抑制してきたのは魔法でもなければ敵対行為でもない。人々が自分自身の手でそうしてきたのだ。

この町は実際には存在しない。しかし、アメリカでも地球上の他の場所でも、似たような町はいくらでもあるかもしれない。わたしは自分が述べている、すべての不幸な出来事を経験した町が存在しないことはわかっている。しかし実際には、これらの大惨事はどれも、どこかで発生していて、しかも実際、多くの共同体はすでに相当な数の大惨事を経験している。ぞっとするような恐怖の影が、ほとんど気づかれずに、わたしたちに忍び寄っていて、しかも、この想像上の悲劇は、すぐに、わたしたちみんながわかる過酷な現実になるかもしれない。

アメリカにある数え切れないほどの町において、すでに春の歌声が聞こえないようになっているが、それはなぜか。この本はそれを説明するための試みである。

第2章

耐え忍ぶ義務

地球上の生命の歴史は、生物と生物を取り巻く環境との相互作用の歴史である。地球上の植物と動物の物的形態と習性は、ほとんどのところ環境によって形成されている。地球時間の全体の長さを考えると、生命が実際にその環境を部分修正する、正反対の効果は相対的にはほんのわずかである。ヒトという種が、自分の存在する世界の本質を変える重大な能力を獲得したのは、今世紀に代表される、ほんのわずかな時間の内であった。

過去四半世紀の間、この能力は憂慮すべき規模のものに増大しただけでなく、性格も変化した。環境に対する人間の攻撃すべての中で、もっとも驚くべきものは、危険で致命的でもある物質による、大気、大地、河川、海洋の汚染である。この

汚染は、たいいてい取り返しのつかないものであり、汚染が起動した悪の連鎖は、生命を養わなければならない世界だけでなく、生体組織においても、たいいてい不可逆的である。この今や普遍的な環境汚染において、化学薬品は、まさに世界の本性、世界に生きるものの本性を変えるとき、放射能の邪悪でほとんど認識されていない仲間である。ストロンチウム 90 は、核爆発によって大気中に放出されるが、雨をまとって地上に降りるか、放射性降下物として舞い落ち、土壌にとどまり、そこで栽培されるイネ科植物、トウモロコシ、コムギに入り込み、やがてヒトの骨に住み着き、ヒトが死ぬまでそこにとどまる。同様に、農耕地、森林、庭園に散布された化学薬品は、長期間土壌にとどまり、生物に入り込み、中毒と死の連鎖のうちに、ある生物から別の生物へと渡り歩く。あるいは、不思議なことに、それらは地表面に現れるまで、地下水路によって運ばれ、しかも大気と太陽光の魔術によって結合し新たな形となり、植物を枯らし、家畜を病気にし、かつてはきれいだった井戸水を飲むものに未知の害をもたらす。アルベルト・シュヴァイツァーが言ったことがあるように、「人間は自分自身が創造した悪魔を認識することさえ、ほとんどできない。」

数億年かけて、現在地球に生息する生命が生まれた。永劫のときをかけて、進化発展し多様化する生命は環境に適応し、環境と均衡を取るようになった。生命を支える環境は、生命を厳密に形作り方向づけており、支持する要素だけでなく、敵対する要素も含んでいた。ある種の岩石は危険な放射線を放出し、日光の中にさえ、そこからすべての生命はエネルギーを取り出すのであるが、傷害能力をもつ短波放射線が存在する。時間があれば、年単位ではなく千年単位の時間であるが、生命は適応し均衡が取れるようになる。なぜなら時間は必要不可欠な要因であるからである。しかし、現代世界ではそういう暇はない。

新たな状況がつくられる変化の速さやスピードは、自然の悠然としたペースよりも、むしろ人の激しく無頓着なペースに従う。もはや放射線は、地球に生命が誕生する以前の、岩石からの背景放

射線、宇宙線の照射、太陽の紫外線だけではない。今や、放射線は人が原子に手を加え生まれる、自然に反する創作物でもある。生命が適応するように求められる化学薬品は、もはや、岩から洗い出されて川によって海へと運びこまれる、カルシウム、シリカ、銅などのすべての無機物だけではない。それらの中には、実験室で調合され、自然には対応するものがない、人の発明心による合成産物もある。

化学薬品に適応することは、自然の尺度での時間を必要とする。単に人の一生という年月ではなく、何世代もの人生を必要とする。たとえ、なんらかの奇跡によって適応が可能であったとしても、無駄なことだろう。なぜなら、化学薬品は実験室から際限なく放出されており、合衆国だけで、毎年ほぼ 500 種類の化学薬品が実際に使用されるようになっている。その 500 という数字は驚くべきもので、その意味合いは容易につかむことができない。それらは、毎年なんらかの方法で人間や動物の体が適応しなくてはならない 500 種類の新しい化学薬品であり、生物体験の限界を完全に超えている化学薬品である。

それらの中には、自然に対する人間の戦いにおいて使用されている多くのものがある。1940 年代半ば以来、200 を超える基本的な化学薬品が、現代語で「有害動植物 (pests)」と言い表される昆虫、雑草、げっ歯類などの生物の殺害用に開発されてきた。そして、それらは数千の異なる商標名で販売されている。

これらの散布用溶液、粉末剤、煙霧剤は、ほぼ例外なく農場、庭園、森林、家庭で使用されている。それらは「益虫」、「害虫」を問わず、すべての昆虫を殺害する能力、鳥のさえずりと小川の魚のとびはねを止める能力、木の葉を危険な膜で覆う能力、土壌に残留する能力を持つ非選択性化学薬品である。それらの標的は、ほんの 2、3 種類の雑草や昆虫なのに、このすべてをやっつけてのける。すべての生命に適さないようにすることなしに、地表にそのような大量の毒物を浴びせることが可能であると信じられる人が、誰かいるのか。それらは「殺虫剤」ではなく、「殺生剤」と呼ばれるべ

きである。

殺虫剤散布の全工程は、果てしない悪循環に巻き込まれているように見える。DDTが民間使用のために発売されて以来、それまで以上に毒性のある物質を見つけなくてはならない、激化（escalation）という工程が進行している。こうしたことが起きたのは、昆虫が、ダーウィンの適者生存の原則を誇らしげに証明して、使用される特定の殺虫剤に免疫を持つ超種（super races）を進化させてきたからである。ゆえに、より危険な殺虫剤、さらにそれよりもっと危険な殺虫剤が、常に開発されなくてはならないからである。そうしたことが起きたのは、また、後に述べる理由のために、害虫の数は殺虫剤散布後に以前よりも多くなり、「ぶり返し（flareback）」、すなわち、よみがえり（resurgence）を果たすことがよくあるからである。このように、決して化学戦争には勝利はない。そして、すべての生命は激しい十字砲火にさらされている。

それゆえ、核戦争による人類滅亡の可能性に加えて、そのような信じられないほどの害をもたらす可能性を持つ物質による人間の環境全体の汚染が、わたしたちの時代の中心課題となっている。そのような物質は、動植物組織に蓄積し将来の姿を形成するのに影響する、まさにその遺伝物質を粉砕し改変するために生殖細胞に侵入することさえある。

自称われらの未来の創造者の中には、人の生殖細胞質を故意に改変することができる時機に期待を寄せる人もいる。しかし、もしかしたらわたしたちは今、うかつにも造作なくそうしつつあるかもしれない。なぜなら、多くの化学薬品は、放射線のように遺伝子突然変異をもたらすからである。殺虫剤の選択のような一見きわめてささいなことによって、人間が自らの将来のあり方を決めるかもしれないと考えると、皮肉なことである。

このすべては、何のために危険にさらされているのか。将来の歴史家は、わたしたちの歪んだ平衡感覚にたぶん驚嘆するだろう。環境全体を汚染し自らに対しても病と死という脅威をもたらす方法によって、知的生物が2、3の迷惑な種を駆除

することが、どうしてできるのか。しかし、これはまさに、わたしたちが行ったことである。そのうえ、分析すればすぐに崩れてしまう理由で、農業生産を維持するためには、膨大な農薬使用と農薬使用の拡大が必要であると言われている。しかし、わたしたちの真の問題は〈生産過剰〉の問題ではないのか。作付面積を減らし、農家が生産しないように補償金を支払うという方策にもかかわらず、わたしたちの農場は驚くほど過剰な農作物を収穫していて、そのため1962年アメリカ人納税者は余剰食糧貯蔵計画の全在庫維持費として、1年に10億ドル超を支払っている。しかも、合衆国農務省のある部門が生産高を減少させようとしても、1958年にそうしたように、別の部門が農薬使用促進を明言するため、その状況は改善されない。

土壌銀行の規定による作付面積縮小は、最大生産量を獲得するため、作付けのために維持される土地に農薬を使用することへの関心を刺激するだろう、というのが定説となっている。

何も、昆虫問題は存在せず駆除する必要はない、と言っているわけではない。むしろ、駆除は架空の状況にではなく、実態に対応すべきであり、しかも使う手法は、昆虫と一緒にわたしたちを殺すことのないようなものでなければならない、と言っているのだ。

ある問題を解決しようとした結果、そのような一連の最悪の事態がもたらされている。そうした問題は、現代の生活様式につきものである。人類の時代のはるか以前に、昆虫は地球に生息していた。それは、並はずれて多様で適応性のある存在の集団である。人類出現以来、時代とともに50万を超える昆虫の種のごく一部は、2つの重要な面において、人間の福祉と相いれなかった。それらは人間と食糧を奪い合うものであり、人間の病気を媒介するものである。

病気を媒介する昆虫は、人間が密集する場では、

自然災害時や戦争時、あるいは極度の貧困と欠乏という状況のように、特に衛生状態が悪い状況では重要になる。何らかの駆除が必要になる。しかし、まもなくわかるように、大規模な農薬散布による駆除は限られた効果しかあげていない。しかも抑制するつもりである、まさにその状態を悪化させる恐れもあるというのは肅然たる事実である。

原始的農業の条件下では、農業者は昆虫問題をほとんど抱えていなかった。これらは、広大な作付面積をもっぱら1つの作物にあてるという、農業の集約化に伴って発生した。そのようなシステムは特定昆虫個体数の爆発的増加をお膳立てする。単作経営は、自然の作用原理を利用しない。それは、エンジニアが思いつくような農業である。自然は地形に多種多様なものを導入しているが、人類はそれを単純化することに情熱を示している。このように人類は、自然が地形によって種の数を加減する、固有の抑制と均衡を不安定にする。1つの大切な自然による抑制は、それぞれの種にとって適切な生息地の面積に対する制限である。当然、コムギを主食にする昆虫は、その昆虫に適していない他の作物とコムギが混作されている農場よりも、コムギのみを栽培する農場において、個体数をはるかに高い水準に増大させることができる。

同じことが他の状況においても起こっている。1世代かそれより前、合衆国の大部分の町では、りっぱなニレを通りに沿って植えていた。今、甲虫が媒介する病気がニレに蔓延するにつれて、期待して創造した美しさは完璧な破壊の危機にさらされている。もしニレが変化に富む植林の中で単にたまたま存在する木であったなら、甲虫が大集団を築き上げ、木から木へ広がる可能性はきわめて限られたものであっただろうに。

現代の昆虫問題のもう1つの要因は、地質学史と人類史を背景にして考えなければならないものである。それは新しいテリトリーに侵入するための、何千ものさまざまな種類の生物の生育地からの拡散である。イギリスの生態学者チャールズ・エルトンは、この世界各地への移住について研究

し、近著『侵略の生態学』の中で図表を用いて述べている。数億年前の白亜紀に、氾濫する海が大陸間の多くの陸橋を切断したため、いつのまにか生物は「壮大な独立自然保護区」とエルトンが呼ぶものに閉じ込められていた。そこで、生物は同じ種の他のものから孤立して、多くの新種を發展させた。約1500万年前、陸塊が再び結合したとき、これらの種は新しいテリトリーに移動しはじめた。それは、まだ進行中であるだけでなく、今は人類からかなりの支援を受けている移動である。

植物の輸入は、現代において種が広がりを見せている主要因子である。なぜなら、検疫は比較的最近の、完全には効果的とはいえない新機軸であり、動物は大体いつも植物に同行してきたからである。合衆国植物導入局だけで、世界中から約200,000の植物種や変種を導入してきた。合衆国の植物の主要な害虫のおよそ180の半分近くは、海外からの偶発的輸入であり、たいていは植物に便乗してきたものである。

生まれ故郷では天敵が個体数を抑えていたが、天敵の抑制する力が及ばない新しい土地では、侵入動植物はきわめて個体数が多くなりうる。したがって、わたしたちにとって、もっとも煩わしい昆虫が外来種であることは偶然の出来事ではない。

これらの侵入は、自然発生のものも人間の援助によるものも、無期限に続きそうである。検疫と大規模な農薬散布活動は、時間を稼ぐ極度に高価な方法にすぎない。エルトン博士によれば、わたしたちは「この植物、あの動物を抑制する新しい技術的手段を発見するだけの、死活にかかわる必要性」に直面しているのではない。そうではなくて、「均衡状態を促進し、急激な増加と新たな侵入の爆発力を鎮静化する」、動物の個体数と環境との関係についての基本知識を必要としている。

現在、必要な知識の多くが利用できるが、わたしたちはそれを使わない。大学で生態学者を養成し、政府機関で雇用することもあるが、彼らに耳を貸すことはめったにない。まるで選択肢がないかのように、わたしたちは化学薬品という死の雨が降るにまかせている。ところが実際は多くの選

択肢があり、しかも、機会が与えられるならば、わたしたちの独創性は、より多くの選択肢をすぐに発見することができるのに。

わたしたちは、まるで良きものを求める意志や見通しを失ってしまったかのように、劣っているものや有害なものを不可避なものとして受け入れてしまう催眠状態に陥ってしまったのか。そのような思考は、生態学者ポール・シェパードの言葉を借りれば、

環境汚染の許容限界の数インチ上方にあって、首から上だけを水面から出している、生物を理想化する。なぜ、わたしたちは、精神錯乱を避けるためのぎりぎりの安心感を持って、弱い毒性のある食事、魅力のない環境にある住処、完全には敵ではない知り合いの輪、エンジンの騒音を我慢しなければならないのか。一体誰が致命的とまではいかない世界に住みたいと思うだろうか。

それでも、わたしたちには、そのような世界が押しつけられている。化学的に滅菌された、昆虫のいない世界を創造するための撲滅運動は、多くの専門家と大部分のいわゆる取締局の側に、狂信的な熱意を生み出しているように思われる。散布作業に従事する人々が冷酷な力を行使するという証拠は、あらゆるところにある。コネチカット州の昆虫学者ニーリー・ターナーによれば、「取締目的の昆虫学者は・・・命令を実施するための検察官、裁判官、陪審員、租税査定人、収税官、保安官として機能する」。もっとも目に余る乱用でさえ、州機関と連邦機関の両方において阻止されていない。

化学殺虫剤を決して使用してはならないと言うつもりはない。わたしが言いたいのは、わたしたちが有毒で生物学的に強力な化学薬品を、害を与える潜在性をほとんど、もしくは完全に知らない人に、見境なく使わせてきたことである。もし権利章典に、私人もしくは公人のどちらかによって配布された致命的な毒物に市民はさらされる恐れはないものとする、という保証が含まれていない

としても、それは間違いなく、先人がかなりの見識と洞察力を持っていたにもかかわらず、ひとえにそのような問題を想像することができなかったからである。

さらに、わたしたちが土壌、水、野生動物、ヒトそのものに対する影響を、ほとんど、もしくは、まったく事前調査せずに、これらの化学薬品の使用を許可してきたことを、わたしは言いたい。すべての生物を支える自然界の完全性に対する慎重な配慮が、わたしたちに欠けていることを、次世代の人々が許すことはなさそうである。

その脅威の性質についての意識は、まだ非常に限られたものである。今は専門家の時代であり、専門家それぞれは自分自身の問題を見て、その問題が属するより大きな枠組みに気づかないか、それとも認めたくないかのどちらかである。今はまた産業に支配される時代でもある。その中にあっては、どんなことをしてでも稼ぐという権利が批判されることはほとんどない。市民が農薬散布による損害が生じた明らかな証拠に遭遇し抗議すると、半端な真実という小さな精神安定剤を与えられる。これらの偽りの保証、受け入れがたい事実には糖衣をかぶせることに、早急に終止符を打つ必要がある。昆虫管理者が予測するリスクを負うように要請されているのは、市民である。市民は現在の道を歩み続けることを望むのかどうかを決定しなければならない。しかも、事実を完全に把握してから、はじめて市民はそうすることができる。ジャン・ロスタンの言葉を借りれば、「耐え忍ぶ義務があるというのなら、わたしたちには知る権利がある。」

第3章 死を招く霊薬

世界の歴史上はじめて、今すべての人は、受胎してから死ぬまで危険な化学薬品にさらされている。合成殺虫剤は、使用されはじめてから20年も経っていないが、動植物界を問わず全面的に散布されてきたので、事実上どこにでも存在する。ほとんどの大きな水系、わたしたちの目に触れず

に地中を流れている、地下水からも発見されている。12年前に土壤に散布されていたかもしれない化学薬品の残留物が土壤中にとどまっている。これらの残留物は、いたるところで、魚、鳥、爬虫類、家畜、野生動物の体内に入り込み、とどまるので、動物実験を行っている科学者は、そのような汚染を受けていない実験材料を探し出すことがほぼ不可能である、とわかっている。人里離れた山の湖にいる魚、土の中に穴を掘るミミズ、鳥の卵、そして人自身の体内でも見つかっている。なぜなら、これらの化学薬品は今、年齢にかかわらず、大半の人の体内に蓄積されているからである。それらは母乳の中に、そして、おそらくまだ生まれていない子どもの組織の中に存在している。

こういったことになったのはすべて、殺虫力のある、人造すなわち合成の、化学薬品を生産する産業が急激に起こり驚異的に発展したためである。この産業は第二次世界大戦の所産である。化学戦に使用する薬剤を開発する過程で、実験室内で生み出された化学薬品のいくつかは、昆虫に死をもたらすことがわかった。その発見は偶然ではなかった。人を殺すための薬剤を試すために、昆虫が広く使われていたためである。

その結果、合成殺虫剤が果てしなく生まれてくることになったようである。それらは、実験室内での、原子を置き換え、配列を変える、巧妙な分子操作により合成されたもので、戦前のより単純な無機殺虫剤とは、はっきりと異なっている。無機殺虫剤は自然に存在する無機物と植物（ヒ素、銅、鉛、マンガン、亜鉛、そして他の無機物、菊の花を乾燥させたものから抽出した除虫菊剤、いくつかのタバコ類の植物から抽出した硫酸ニコチン、そして東インド諸島のマメ科の植物から抽出したロテノン）から抽出されたものである。

生物に対して、とてつもなく有効であるという点で、新しい合成殺虫剤は際立っている。合成殺虫剤は、単に体が生きるための諸作用を毒するだけでなく、その中に入りこんで、邪悪で、しばしば致命的なやり方で、諸作用を変えてしまう計り知れない力を持つ。たとえば、これから見ていく

ように、それらは、まさに体を危害から守るための酵素を破壊し、体がエネルギーを与えてもらう酸化作用を阻害し、さまざまな臓器の正常な機能を妨げ、特定の細胞内で悪性腫瘍を引き起こす、ゆっくりとした不可逆な変化を起動する可能性がある。

さらに、新しくより致命的な化学薬品が、毎年そのリストに付け加えられ、新しい使用法が考えられている。その結果、これらの物質との接触は実質的に世界的規模になっている。合衆国の1947年の合成殺虫剤の生産高は124,259,000ポンドだったが、1960年には637,666,000ポンドに膨れ上がった。5倍以上の増加である。これらの製品の卸売り高は250,000,000ドルをはるかに上回った。だが、産業界のもくろみと希望の中では、この莫大な生産量は、はじまりにすぎない。

それゆえ、殺虫剤にどのようなものがあるかというのは、わたしたちにとっての重大な関心事である。これらの化学薬品と密接に暮らしていくというなら、つまり、それらを飲食することによって、まさに骨の髄までに取り込んでしまうというのなら、その性質や効力について多少知っていたほうが良い。

第二次世界大戦を境に、殺虫剤としての無機化学薬品に背を向け、炭素分子から成る驚嘆すべき世界へと突入することになったけれども、かつて使用していた材料も少しは残存している。これらの中で主要なものはヒ素であり、いまだに、さまざまな除草剤、殺虫剤の基本成分となっている。ヒ素はさまざまな金属の鉱石と一緒に広く存在していて、火山、海、湧水に、ごく少量含まれている毒性の強い無機物である。ヒ素と人間との関係は多様で歴史に残っている。その化合物の多くは無味で、ボルジア一族の時代のはるか以前から現在に至るまで、殺人によく使われてきた物質である。ヒ素は最初に認識された基本的な発がん物質（がんを引き起こす物質）で、ほぼ2世紀前に、あるイギリスの医師によって煙突の煤の中で確認され、がんに関係しているとされた。長期間にわたり国中の人々を巻き込んだ、慢性ヒ素中毒事件が記録に残っている。ヒ素に汚染された環境で

は、ウマ、ウシ、ヤギ、ブタ、シカ、魚、ミツバチの中に、病気になるもの、死ぬものもいた。この記録があるにもかかわらず、ヒ素の液体や粉末は広く使われている。合衆国南部では綿花畑へのヒ素の散布によって、養蜂業はほとんど廃れてしまった。長年にわたってヒ素の粉末を使用していた農夫たちは、慢性ヒ素中毒に苦しめられ、作物に散布されるヒ素を含む殺虫剤や除草剤によって家畜は中毒を起こした。ブルーベリーの栽培地から漂ってくる粉末は、近隣の農地へ広がり、小川を汚染し、ミツバチやウシを中毒死させ、人が病気になる原因となった。

近年、我国で実践されてきたものよりも、さらに共同体全体の健康を無視してヒ素化合物を取り扱うことは、ほとんど不可能であると、[環境がんの権威、国立がん研究所のW・C・ヒューパー博士が言った]。ヒ素殺虫剤を散布する人たちが作業しているのを見た人は誰でも、ほとんどこの上なく不注意に殺虫剤が散布されることに感心したに違いない。

現代の殺虫剤はさらに有害である。大半の殺虫剤は、2つの大きな化学物質のグループに分けられる。1つは、DDTに代表されるもので、「塩素化炭化水素」として知られている。もう1つのグループは、有機リン殺虫剤から成り、かなりよく知られているマラチオンとパラチオンに代表される。すべてのものには1つ共通点がある。前に述べたように、これらの化学物質は、炭素原子を基にして作られているが、その炭素原子は生物界の必須構成要素でもあり、このため「有機」に分類される。これらの物質を理解するために、わたしたちは塩素化炭化水素が何からできているのかを理解し、炭素原子がすべての生命の基本的な化学現象と結びついているにもかかわらず、これらの物質を死の薬剤にする化学修飾にどのように役立っているのか、確かめなければならない。

基本的な元素である炭素は、鎖状、環状、そしてさまざまな配列で互いに結合し、さらに他の物質の原子と結合する、ほとんど無限の可能性をも

つ原子である。バクテリアから巨大なシロナガスクジラまでの生物の信じられないくらいの多様性は、実は、炭素のこの無限の可能性が主因である。複雑なタンパク質分子は基本原子として炭素原子を持ち、脂肪、炭水化物、酵素、ビタミンなどの分子も基本原子に炭素を持っている。また、炭素原子は膨大な数の無生物にも存在する。なぜなら、炭素は必ずしも生命のシンボルではないからである。

有機化合物には、単純に炭素と水素を組み合わせただけのものがある。これらのうちもっとも単純なものはメタン、すなわち沼気で、それは水中でのバクテリアによる有機物の分解によって自然に生成される。適切な割合で空気と混合されると、メタンは炭鉱で恐れられる「爆発性ガス」となる。その構造は実に単純で、1つの炭素原子に4つの水素原子が結合している。化学者たちは、1つ、もしくは、すべての水素原子を切断し、他の元素に置換することが可能であることを発見した。たとえば、1つの水素原子を1つの塩素原子に置換することにより、塩化メチルが生成される。3つの水素原子を取り、塩素に置換すると、麻醉性のクロロホルムを得る。4つのすべての水素原子を塩素原子に置換すると、生成するのはドライクリーニングの溶剤としてよく知られる四塩化炭素である。

可能な限り簡潔に表現すれば、メタンという分子を基礎にして説明された、これらのさまざまな変化は、塩素化炭化水素とは何かを明らかにする。しかし、この説明では、炭化水素という化学的世界の真の複雑さについて、あるいは有機化学者が無限に多様な物質を作る巧妙な操作方法については、ほとんどわからない。というのも、有機化学者は、ただ1つの炭素原子を有する単純なメタン分子ではなくて、たくさんの炭素原子から構成されている炭化水素分子を扱う可能性があるからであり、それらの炭素原子は、環状あるいは鎖状に配列されており、側鎖や分岐をもち、水素や塩素といった単純な原子だけでなく、広く多様な化学官能基とも、化学結合しているからである。見た目のわずかな変化によって、その物質の全体的な

特性が変化させられる。たとえば、炭素原子に対して何が付加されているかだけでなく、付加される位置がきわめて重要である。そのような巧妙な操作によって、実に並はずれた力をもつ一連の毒物は作り上げられてきた。

DDT（ジクロロジフェニルトリクロロエタンの略称）は1874年に、ドイツ人化学者によって初めて合成されたが、その殺虫剤としての特性は1939年まで発見されなかった。直後にDDTは、昆虫媒介感染症を根絶する手段、収穫に壊滅的な打撃を与えるものに対して農民が一夜にして勝つ手段、として受け入れられた。その発見者であるスイスのパウル・ミュラーはノーベル賞を受賞した。

DDTは今や広く使われているので、たいていの人が、その製品を見慣れていて、害のないものであると思っている。もしかすると、DDTが無害であるという通説は、最初、戦時中にシラミを駆除するため何千人もの兵士、難民、捕虜に使用されたことがある、という事実に基づいているかもしれない。かなり多くの人々が、かなり密にDDTと接触したのに、ただちに悪影響は見られなかったので、その化学薬品は確かに無害であるに違いないと広く信じられている。このわかりやすい誤解は、他の塩素化炭化水素とは異なって、＜粉末状の＞DDTは容易には皮膚吸収されないという事実に起因する。いつもそうするように、油に溶かされるとDDTは間違いなく有害である。飲み込むと、消化管からゆっくり吸収される。または肺から吸収されるかもしれない。いったん体内に入ると、DDTは（それ自身、脂溶性なので）主として副腎、精巣、甲状腺のような脂肪性の物質に富んだ臓器の中に蓄えられる。比較的多量のものが、肝臓と腎臓、そして腸を包み保護する大きな腸間膜の脂肪に蓄えられる。

このDDTの蓄積は、考えられる最小限の化学物質（たいていの食品に残留物として存在している）の摂取からはじまり、かなり高いレベルに達するまで続く。脂肪の貯蔵所は、生物濃縮の場として作用している。そのため、食物中のわずか1ppmの10分の1の摂取が、約10～15ppmの貯

蔵という結果になる。それは100倍またはそれ以上の増加である。こうした言葉遣いは、化学者や薬理学者にとってはごく普通であるが、わたしたちの多くにとっては馴染みのない表現である。1,000,000分の1は、ほんのわずかな量のように聞こえる。実際にそうである。しかし、そのような物質はとても強力で、微小な量でも体内に大きな変化をもたらす。動物実験では3ppmで心臓の筋肉に不可欠な、酵素の働きを抑制することがわかっている。わずか5ppmで肝臓の細胞の壊死、崩壊がもたらされた。DDTと非常に似かよった化学物質ディルドリンとクロルデンは、わずか約2.5ppmで同じ作用を示した。

これはあまり驚くべきことではない。人体での通常の化学反応では、原因と結果との間にちょうど、そのような不釣り合いが生じる。たとえば、わずか10,000分の2グラムのヨウ素が健康を左右することがある。こうした少量の殺虫剤は、次第に増加するように蓄積し、徐々に排出されるので、慢性中毒を起こし、肝臓や他の器官で退行性変化を起こす恐れが本当にあるからである。

どのくらいの量のDDTが人体に蓄積される可能性があるのかについて、専門家の意見はまとまっていない。食品医薬品局の主任薬理学者であるアーノルド・レーマン博士によると、DDTが吸収されない下限もなければ、吸収と蓄積が止まる上限もない。これに対し、アメリカ合衆国公衆衛生局のウェイランド・ヘイズ博士は、個人個人において平衡点に達すると、この量より過剰なDDTは排出されると主張している。実際には、2人のうち、どちらが正しいかは特に重要ではない。人間の体内での蓄積については、よく調査されていて、普通の人間にも有害な量が蓄積される可能性があることはわかっている。さまざまな研究によれば、DDTにさらされた覚えのない人にも（食べ物は避けられないので除外するとして）平均5.3ppmから7.4ppm蓄積している。それから農業従事者は平均17.1ppmを蓄積していて、殺虫剤工場の作業員は648ppmものDDTを蓄積している。したがって、わかっている蓄積の範囲はかなり広く、さらに重要なのは、最小の数字でも肝臓など

の器官や組織に害を及ぼしはじめるかもしれない限度を超えていることである。

DDT と、それに関連した化学薬品のもっとも不気味な特徴の一つは、食物連鎖のすべての輪を通じて、ある生物から別の生物へ伝えられることである。たとえば、ムラサキウマゴヤシの牧草地に DDT が散布される。後に、そのムラサキウマゴヤシからニワトリの餌が作られる。ニワトリはそれを食べて DDT を含んだ卵を産む。あるいは、7~8ppm の残留物を含む干し草がウシに与えられるかもしれない。牛乳の中に約 3ppm の DDT が出てくるだろう。しかし、この牛乳から作ったバターでは 65ppm の濃度に達する。このような伝達過程を通して、最初は非常にわずかな量だった DDT は高い濃度になるかもしれない。食品医薬品局は、州と州の間の取引で出荷される牛乳中に殺虫剤の残留物の存在を認めていないけれども、現在では、農場経営者は乳牛用に汚染されていない飼料を入手するのは難しいことがわかっている。

その毒物はまた、母親から子どもへと伝えられるかもしれない。殺虫剤の残留物は、食品医薬品局の科学者たちによって分析された、サンプル中の母乳からも発見された。つまり、母乳で育てられた人間の赤ちゃんは、体内に蓄積している有害な化学物質に加えて、わずかではあるが定期的に追加分を受け取っている、ということである。しかし、有害物質にさらされたのは、決してそれがはじめてではない。赤ちゃんがまだ子宮にいる間に、このことがはじまると信じられる、もっともな理由がある。実験動物では、塩素化炭化水素の殺虫剤は胎盤という関門を自由に通り抜ける。従来、胎盤は母親の体内で胎芽を有毒な物質から保護する盾と考えられていた。人間の赤ちゃんによって、そのように受け取られる量は普通少ないが、子どもは大人よりも中毒の影響を受けやすいので、それらは重要でないわけではない。この状況はまた、今日ほとんど確実に、普通の個人は、生まれて以来自分の体に持つことが義務づけられるであろう、多量の増大していく化学物質の最初の沈着物とともに、生まれるということ

意味している。

実に低い値の蓄積、その後の蓄積、普通の食事でも容易に起こりうる値での肝臓障害の発生—こうしたことが、すべてであったため、食品医薬品局の科学者たちは、早くも 1950 年に「DDT にひそむ危険性が過小評価されてきた可能性は極めて高い」と言明した。これに匹敵する状況は、これまで医学史上見られたことはない。最終的な結果として何が起こりうるのか、誰にもまだわからない。

もう 1 つの塩素化炭化水素、クロルデンは、DDT の不愉快な特性をすべて備えている。それに加えて、まったく独自の嫌な特性も少し持っている。その残留物は、土壌中や食材の表面、それが散布される可能性があるものの表面に長く存在し続ける。しかし、それはまた、かなり不安定であり、吸入することによる中毒は、クロルデンを扱っている人、クロルデンにさらされている人にとって確実に危険である。クロルデンは、すべての利用可能な入口を使って体内に侵入する。それは、皮膚を容易に通り抜け、気体として吸引され、もし残留物が飲み込まれると、もちろん消化管から吸収される。すべての他の塩素化炭化水素のように、その沈着物は次第に増えながら、体の中に蓄積されていく。餌に含まれている、わずか 2.5ppm のクロルデンが、最終的に実験動物中の脂肪内での 75ppm の蓄積につながるかもしれない。

レーマン博士のように経験豊富な薬理学者が、クロルデンは「殺虫剤の中でもっとも毒性の強いものであり、それに触れるものは誰でも汚染される」と述べている。郊外居住者が芝生の手入れのための粉末にクロルデンを混入している、気楽な寛容さから判断すれば、この警告は気にとめられていない。郊外居住者がすぐには病気にかからないということは、ほとんど意味をもたない。その毒素は体内で長い間眠り続け、その結果、何ヶ月あるいは何年か後に原因を明らかにするのは、ほぼ不可能なほど、よくわからない症状として現れるようになるかもしれないからである。一方で、すぐに死者が出ることもあるかもしれない。誤っ

て皮膚に 25% の溶液をこぼし犠牲となった人は、40 分もたたないうちに中毒症状があらわれ、治療が行われる前に亡くなった。間に合うように治療を受けられるかもしれないという、事前の通知に信頼を置くことはできない。

ヘプタクロルは、クロルデンの構造の一部で、別の製品として市販されている。特に脂肪中に大量に蓄積する性質がある。食べ物の中にわずか 0.1ppm のヘプタクロルが含まれていれば、体内では測定可能な量のヘプタクロルとなるだろう。ヘプタクロルは、ヘプタクロルエポキシドとして知られている化学的に全く異なった物質に変化するという奇妙な能力も持っている。この変化は、土の中や動植物の組織の中で起こる。鳥に関する実験で、この変化により生じたエポキシドは、ヘプタクロルより 4 倍も毒性が強く、同様にヘプタクロルは、クロルデンより 4 倍も毒性が強いということが分かった。

1930 年代半ばという遠い昔に、炭化水素の特殊なグループである塩素化ナフタレン同族体が原因で、職業被ばくにさらされた人々が肝炎になることがわかった。また、まれで、ほとんど例外なく致命的な肝臓疾患になることもわかった。そのために、電機産業で働く人々は病気になり、死亡することもある。もっと最近になって、農業において、それらは奇妙でほぼ命取りになる、ウシの病気の原因として考えられている。これらの素性から考えると、このグループに属する 3 つの殺虫剤が、すべての炭化水素の中でもっとも有毒なもの 1 つであることは驚くにはあたらない。これらとはディルドリン、アルドリン、そしてエンドリンである。

ドイツの化学者ディールスにちなみ名づけられたディルドリンは、飲み込むと DDT の約 5 倍の毒性があるが、溶解して皮膚吸収されると DDT の 40 倍の毒性がある。ディルドリンは恐ろしい効力を有し、神経系を素早く攻撃して、被害者にけいれんを引き起こさせることで悪名高い。このような中毒症状を起こす人は、慢性的な影響の存在を示すほどゆっくりと回復する。そして他の塩素化炭化水素と同じように、これらの長期間にわ

たる影響には、肝臓に対する激しい損傷も含まれている。ディルドリンを使用すると、ぞっとするほど野生生物がいなくなるにもかかわらず、残留物が長期間にわたって存続し、殺虫作用が効果的であるため、ディルドリンは今日もっともよく使用される殺虫剤の 1 つとなっている。ウズラとキジで実験したところ、ディルドリンには DDT の約 40~50 倍の毒性があることがわかった。

ディルドリンが、どのように体内に蓄積され、広がっていくのか、どのように排出されるのかということについては、わたしたちの知識に大きな格差がある。なぜなら、化学者の創意工夫により次々と殺虫剤が発明されるが、こうした殺虫剤が生物にどういう影響を与えるのかという、生物学的な研究は立ち遅れているからである。しかしながら、人体に長い間毒物が蓄積されている徴候は十分にあり、人体に蓄積された毒物は、まるで休火山のように眠っていて、体の脂肪の蓄えを必要とする生理的ストレスがある時期に再燃する。おおよそわかっていることは、世界保健機関によって行われたマラリア撲滅運動での苦い経験を通して学んだことである。マラリア予防対策で（マラリアを媒介する蚊が DDT に耐性を持ちはじめたので）、DDT がディルドリンに切り替えられるとすぐに、化学薬品を散布していた人たちの間に中毒症状が現れた。その発作は深刻で、（散布計画によって違いはあるが）影響を受けた人の半数からすべての人が、ひきつけを起こし、数人が死亡した。最後の暴露から〈4 ヶ月〉もの間、ひきつけ症状を起こした人もいた。

アルドリンは、少々不思議な物質である。それは独立したものとして存在しているけれども、ディルドリンの分身でもあるからだ。アルドリンが散布された苗床から収穫されるニンジンには、ディルドリンの残留物が含まれている。この変化は、生物の組織や土壌の中でも起こる。そのような錬金術的变化のために多くの誤った報告がなされてきた。アルドリンが散布されたとわかっていて、化学者がアルドリンの検査をすれば、残留物はすべて消失したと思い込んでしまうからである。残留物はあるけれど、それらはディルドリン

であり、これには別の検査を必要とする。

ディルドリンと同様に、アルドリンは劇薬である。アルドリンは肝臓や腎臓に退行性病変をもたらす。アスピリン錠の大きさの量で、400羽以上のウズラを殺すのに十分である。人が中毒になった事例も多数記録されており、それらの多くは工場での薬品の取り扱いに関連するものである。

アルドリンは、このグループの殺虫剤の大部分と同様に、未来に恐ろしい影、不妊という影を投影する。死なない程度の少量のアルドリンを与えられたキジは、それでも数少ない卵を産み、卵から孵化したヒナはすぐに死んだ。この影響は鳥に限らない。アルドリンにさらされたラットは妊娠することが少なく、子はとても病弱で短命であった。アルドリンにさらされた母親から生まれた子犬は3日以内に死んだ。いずれにしても、新しい世代は、前の世代の中毒によって苦しむ。同じ影響が人間に見られるかどうかは誰にもわからないが、この化学薬品は飛行機から郊外や農地に散布されている。

エンドリンは、すべての塩素化炭化水素の中でもっとも有毒である。化学的にはディルドリンとかなり似通っているが、分子構造にほんの小さなねじれがあるため、毒性は5倍になっている。エンドリンと比較すると、この系統の殺虫剤すべての元祖であるDDTは、ほとんど無害に思えてしまう。エンドリンは、哺乳類に対してはDDTの15倍の毒性があり、魚類には30倍、一部の鳥類には約300倍の毒性がある。

エンドリンは10年間の使用で、膨大な数の魚を殺し、散布された果樹園に迷い込んだウシを毒殺し、井戸を汚染し、少なくとも1つの州の保健局から、不注意に使用すれば人命が危険にさらされるという嚴重な警告を引き出した。

エンドリン中毒のもっとも悲劇的な症例の一つでは、不注意な点はなかったように思える。見たところ適切であると考えられる、予防措置を講ずる努力がなされていた。1歳になる子どもが、アメリカ人の両親に連れられてベネズエラに引っ越して行った。引っ越した家にゴキブリがいた。2、3日後、エンドリンを含むスプレーが使用された。

赤ちゃんと小さな飼い犬は、ある朝9時頃、スプレーする前に家の外へ出された。スプレーした後、床は洗浄された。赤ちゃんと犬は午後3時頃、家へ戻された。1時間ほどして、犬は嘔吐し、けいれんを起こし死んだ。同じ日の夜10時、赤ちゃんも嘔吐しけいれんをおこし意識を失った。あの運命を決するエンドリンとの接触後、この正常で健康な子どもは、植物状態と大して変わらなかった。見ることも聞くこともできず、筋肉の頻繁なけいれんにさらされ、見たところ完全に周りとのつながりを断ち切られていた。ニューヨークの病院で数ヶ月治療したが、彼の状態は変化することなく、変化の希望も見えなかった。「どんな有用な回復が起こることも非常に疑わしい」と主治医は言った。

殺虫剤の2つ目の主要な系統はアルキルリン酸塩、有機リン酸エステル系で、世界でもっとも有毒な化学薬品の1つである。これらの薬品の使用に伴う、主だったもっとも明白な危険性は、殺虫剤を散布している人、漂っている殺虫剤、殺虫剤に覆われた植物、捨てられた殺虫剤容器にうっかり触れてしまった人が、急性中毒になる危険性である。フロリダ州で、2人の子どもが空の袋を見つけ、ブランコを修理するために使った。それからまもなく2人とも亡くなり、3人の遊び友達が病気になった。その袋には有機リン酸系の1つであるパラチオンという殺虫剤が入っていた。分析によってパラチオン中毒による死が立証された。またウィスコンシン州では、いとこ同士の小さな男の子2人が同じ晩に亡くなった。1人は庭で遊んでいるとき、父親がジャガイモに散布していたパラチオンが、隣接する畑から風にのって流れ込んできたのだった。もう1人は、父親を追いかけ、ふざけながら納屋に入って行き、噴霧器のノズルに触ってしまった。

これらの殺虫剤の起源には、ある皮肉な意味がある。化学物質そのもの、つまり有機リン酸エステルのいくつかは、何年も前から知られていたが、殺虫剤としての特性は、1930年代後半ドイツの化学者ゲルハルト・シュレダーによって発見され

るまで、わかっていなかった。直後にドイツ政府は、この同じ化学薬品の、人間の同類に対する戦争における、これまでにない破壊的な武器としての価値を認め、それらについての研究を機密事項とした。致死性神経ガスとなったものもあれば、構造がとても似ているもので殺虫剤となったものもある。

有機リン酸系殺虫剤は特異な方法で生物に影響を与える。それらは体内に必要な機能を果たす、酵素を破壊する能力がある。犠牲者が害虫であろうと温血動物であろうと、それらの攻撃目標は神経系である。正常な状態では、刺激は、アセチルコリンと呼ばれる「化学伝達物質」の助けを借りて、神経から神経へと伝わる。アセチルコリンは不可欠な機能を果たすと消失する化学物質である。実際、それはあまりにも短命であるため、医療研究者は、特別な手続きを取らなければ、アセチルコリンが体内で破壊されないうちにサンプルを手に入れることはできない。この伝達物質が一時的な存在であることは、体の正常な機能にとって必要なことである。もし神経刺激が通過後、ただちにアセチルコリンが破壊されなければ、刺激は神経から神経へとわたる橋を走り続け、アセチルコリンはこれまで以上に強い効果を発揮する。体全体の動きは、ぎこちなくなる。震え、筋肉のけいれん、ひきつけが起こり、すぐに死に至る。

体内にはこの不測の事態に対する備えがある。コリンエステラーゼという保護酵素が近くにあり、必要とされなくなると、その化学伝達物質を破壊する。このようにして、精密なバランスを取り、体は危害を加えるほどにはアセチルコリンの量を増やさない。しかし、有機リン酸系の殺虫剤に接触すると、ただちにその保護酵素は破壊され、その酵素量が減少するにつれて、化学伝達物質の量は増加する。このような効果において、有機リン酸化合物は、ベニテングタケという毒キノコに見られる有毒アルカロイド、ムスカリンと似ている。

有機リン酸化合物に繰り返しさらされると、コリンエステラーゼの量が急性中毒に達する瀬戸際まで低下する可能性がある。それよりさらに、ほ

んの少しでもさらされると瀬戸際を超えてしまう。したがって、殺虫剤を散布する人や、いつも殺虫剤にさらされている人は、定期的に血液検査を受けることが大切であると考えられる。

パラチオンは、有機リン酸系の中でもっとも広く使用されているものの1つである。強力で危険でもある。ミツバチがそれに触れると「ひどく興奮して好戦的に」なり、必死にそれを取り除く動きをするが、30分以内に瀕死の状態になる。ある化学者は、人間にとって急性中毒となる服用量を、考えられるもっとも直接的な手段によって調べようと考え、0.00424 オンスに相当する微量を飲み込んだ。その後すぐに麻痺が起こったので、彼は手元に準備していた解毒剤を手にすることができずに亡くなった。パラチオンは、今フィンランドでよく使われる自殺手段であると言われている。近年カリフォルニア州では、パラチオン中毒の事故が年間平均200件以上報告されている。世界の多くの地域におけるパラチオンによる死亡率は衝撃的である。1958年にインドでは100人、シリアでは67人が亡くなり、日本では年平均336人が死亡している。

それでも、およそ7,000,000ポンドものパラチオンが、今も手動噴霧器やエンジン付きの噴霧器や散布機、そして飛行機を使って、合衆国の畑や果樹園に散布されている。医学界のある権威によれば、カリフォルニア州の農場で使われた量だけでも「全世界の人々を5回から10回殺害することができる」可能性がある。

こうした手段によって、わたしたちが絶滅せざるにすむ、数少ない事情の一つは、パラチオンと、このグループの他の化学薬品の分解速度がどちらかといえば速いという事実である。それゆえ、塩素化炭化水素と比較すると、散布された作物に残るパラチオン等は、比較的存続期間が短い。しかし、危険を引き起こし、単に深刻な状態から致命的な状態まで多岐にわたる結果を生むのに十分なほどには存続する。カリフォルニア州リヴァーサイドでは、オレンジを摘む作業をしていた30人の中で、11人が、ひどく気分が悪くなり、1人をのぞいて全員が入院しなければならなかった。彼

らの症状はパラチオン中毒に特有のものであった。オレンジ園には約2週間半前にパラチオンが散布されていた。散布されてから16日から19日経過した残留物が原因で、彼らは吐き気を催し、半盲になり、半ば意識を失う不幸を味わうことになった。しかも、これは決してパラチオンがどれくらいの間、環境中に残留するかという持続性の最長記録ではない。同様の不幸な出来事は、パラチオンが散布されてから1ヶ月経過したオレンジ園でも起こった。標準量が散布された6ヶ月後に、残留物がオレンジの皮に残っていたこともある。

農園、果樹園、ブドウ園で有機リン系殺虫剤を利用している、すべての労働者に対する危険が度を越えているので、その化学物質を使用している、いくつかの州では医師が診断や治療の援助を得られる研究所が設立された。中毒犠牲者に触れる際にゴム手袋を着用しなければ、医師自身でさえ、いくらかの危険にさらされるかもしれない。パラチオンの犠牲者の衣服を洗濯する女性も、そのような危険にさらされているかもしれない。衣服には、影響を与えるのに十分なパラチオンが吸収されていたかもしれないからである。

もう1つの有機リン酸塩であるマラチオンは、園芸家によって広く使用され、家庭の殺虫剤、蚊よけスプレーにも使われ、たとえばチチュウカイミバエ駆除のためのフロリダ州域の約1,000,000エーカーへの散布のような、害虫に対する一斉攻撃にも使われるなど、DDTとほとんど同じ程度に一般人によく知られている。マラチオンは化学薬品の有機リン系グループでもっとも毒性が低いと考えられていて、多くの人々は、マラチオンは自由に、そして害を恐れずに使えるかもしれないと想定している。商業用の広告はこの気楽な姿勢を助長する。

マラチオンが「安全」と言われているのは、どちらかと言えば、あやふやな根拠に基づいている。もっとも、よくあることだが、このことは数年間使用されてから、はじめてわかった。マラチオンが安全と言われるのは、ただ哺乳類の肝臓の非常に優れた保護能力により、マラチオンが比較的無害なものに変えられるからである。その

解毒作用は肝臓の酵素の1つによって成し遂げられている。しかしながら、もし何かがこの酵素を破壊し、酵素の作用に干渉すれば、マラチオンをあびた人間はマラチオンの影響をまともに受けることになる。

わたしたちみんなにとって不幸なことに、そのような類のことが起こる機会が多い。数年前に食品医薬品局の科学者のチームは、マラチオンと他の有機リン酸塩が同時に施された場合、重度の中毒が起こることを発見した。それは、2つの毒性を足し合わせることに基づいて予測されるものよりも、50倍にも及ぶほど深刻なものである。言い換えると、その2つの化合物が組み合わされると、各々の化合物の致死量の100分の1の量で致命的になるかもしれないということである。

この発見が、他の組み合わせについての実験につながった。今では、有機リン酸殺虫剤の多くの組み合わせが非常に危険であるとわかっている。その毒性は、作用の組み合わせを通して増大するか、強力になる可能性がある。ある化合物が、もう1つの化合物の解毒に関与する肝臓の酵素を破壊するとき、相乗作用が生じるようである。その2つは同時に与えられる必要はない。今週はある殺虫剤を散布し、次の週にもう1つの殺虫剤を散布する人だけでなく、殺虫剤を散布された生産物を消費する人にも、その危険は存在する。普通のサラダボウルは、有機リン酸殺虫剤の組み合わせを容易に提供するかもしれない。法的に十分許容限度内である残留物が、相互に作用する可能性はある。

化学物質の危険な相互作用の全容は、今のところ、ほとんどわかっていない。しかし今、科学実験室では憂慮すべきことが次々と明らかになっている。これらの中には、必ずしも殺虫剤ではない薬剤を加えることで、有機リン酸の毒性が増大する可能性があるという発見もある。たとえば、可塑剤が加わると、別の殺虫剤が加わったときより強く作用し、マラチオンの毒性が強まることがある。これもまた可塑剤が、通常であれば有毒な殺虫剤の「牙を抜く」はずの、肝臓酵素の働きを阻害するためである。

通常の人間環境の中で、他の化学薬品はどうか。特に医薬品はどうか。この問題の研究については、やっとはじまったばかりだが、すでにある種の有機リン酸塩（パラチオンやマラチオン）は筋弛緩剤として使われる、ある種の医薬品の毒性を増大させ、またいくつかの他の有機リン酸塩（この場合もマラチオンを含む）は、バルビツール酸塩による催眠作用を著しく長引かせることが知られている。

ギリシャ神話では、魔女メディアが夫イアソンへの愛情をライヴァルに奪われたことに怒り狂い、新婦に魔力を持った衣装を送る。服をまとったものはすぐに、もがき苦しみ亡くなった。この間接的な死は、「浸透殺虫剤」として知られているものによる死に、よく似ていると今はわかっている。これらは異常な属性をもつ化学薬品であり、動植物をメディアの服のようなものに変え、実際に有毒なものにするために使われる。このことは、それらと接触し、特に体液や血液を吸う可能性のある昆虫を殺す目的で行われる。

浸透性殺虫剤の世界は不気味な世界であり、グリム兄弟の想像力を超えている。もしかすると、もっともよく似ているのはチャールズ・アダムズの1コマ漫画の世界かもしれない。それは、おとぎ話の魔法の森が、毒物の森になってしまった世界である。その森では、木の葉を食い荒らす昆虫や植物の樹液を吸う昆虫は死ぬ運命にある。それは、イヌの血が有毒になっているため、ノミはイヌを咬むと死んでしまう世界であり、触れたことのない植物から発生する蒸気が原因で昆虫が死んでしまうこともある世界であり、ミツバチが毒物を含む花蜜を巣に持ち帰り、やがて有毒な蜂蜜ができあがるかもしれない世界である。

組み込み殺虫剤という、昆虫学者の夢が実現したのは、応用昆虫学分野の研究者が自然からヒントを得られると認識したときである。セレン酸ナトリウムを含む土壌で育ったコムギは、アブラムシやハダニの攻撃を受けないことがわかった。それゆえ、世界中の多くの場所の岩や土の中にわずかに存在する天然元素セレンは、最初の浸透殺虫

剤となった。

ある殺虫剤が浸透性農薬になるのは、植物や動物のすべての細胞に浸透し、それらを毒性化する能力があるためである。この性質を持つのは、自然に発生する物質だけでなく、すべて合成されたものである塩素化炭化水素系のいくつかの化学薬品と、有機リン系のまた別の化学薬品である。しかし、実際には、2つを比較すれば、残留物がもたらす問題がいくぶん重大でないために、ほとんどの浸透性農薬は有機リン系から作られている。

浸透性農薬は他の巧妙な方法でも作用する。作物の種子を浸して染み込ませるか、また炭素と合わせて塗布すると、それらは次の世代まで効果を持続し、アリマキなどの吸汁昆虫に対して有毒な種子を生み出す。エンドウマメ、マメ類、テンサイなどの野菜は、このようにして保護されることがある。浸透殺虫剤でコーティングされたワタの種子は、カリフォルニア州でかなりの期間使用されていた。そのカリフォルニア州では、1957年にサン・ウォーキン渓谷でワタの種子を蒔いていた25人の農場労働者が、薬剤処理された種子の袋に触れたことが原因で、急に病魔に侵された。

浸透殺虫剤で処理された植物の花蜜をミツバチが利用したらどうなるか、イングランドで考えた人がいた。このことはシュラーゲンと呼ばれる化学薬品が使用された地域で調査された。花ができる前に植物に薬剤散布されていたにもかかわらず、後に産生された花蜜が毒物を含んでいた。案の定、結果としてミツバチが作った蜂蜜もシュラーゲンで汚染されていた。

動物浸透性農薬は主に、ウシに害を与える寄生虫ウシバエの駆除に使われてきた。致死的な中毒を引き起こさずに、宿主であるウシの血液と組織に殺虫効果を生み出すためには、細心の注意を払わなければならない。量のバランスは繊細で、政府機関の獣医は、動物は少量を繰り返して吸収することで、保護酵素コリンエステラーゼの供給を徐々に減らし、その結果、微量を追加することで、何の前触れもなく中毒になることを発見した。

わたしたちの日常生活に、より密接な分野が開拓されているという著しい徴候がある。イヌの血

を有毒なものにすることによってノミを駆除する、というふれこみの丸薬をイヌに飲ませることになるかもしれない。ウシに薬剤を投与する際に発見された危険性は、おそらくイヌにもあてはまる。今までのところ、蚊に死をもたらす人間浸透殺虫剤を企てたものはいないらしい。ひょっとしたら、これは次の段階かもしれない。

今までこの章において、害虫との戦いで使われている、命にかかわる化学薬品について、わたしたちは議論している。では、同じように起こっている雑草との戦いではどうだろうか。

不必要な植物を枯らすための迅速で簡単な方法に対する欲求は、除草剤として、あるいはもっと普通の言い方をすれば、草殺しとして知られている、数々の増大する化学薬品を生み出した。これらの化学薬品がどのように使用、濫用されているかという物語は、第6章でお話する。今、わたしたちにとって重要な問題は、草殺しは毒薬かどうか、またそれらの使用は環境汚染の一因となるかどうか、ということである。

除草剤は植物に対してのみ毒性があり、動物の命は脅かさないものである、という伝説が広く流布しているが、残念ながら真実ではない。除草剤は多種多様な化学薬品を含み、植物組織だけではなく動物組織にも作用する。生物に対する、それらの作用には大きな差異がある。一般的な毒物もあれば、致命的な体温上昇を引き起こす強力な新陳代謝刺激剤もあれば、単独もしくは他の化学薬品と協同し悪性腫瘍を誘発するもの、遺伝子の突然変異を引き起こすことによって種の遺伝物質を攻撃するものもある。それなら、殺虫剤と同様に、除草剤には危険な化学薬品が含まれている。除草剤を「安全」とであると信頼して不注意に使用すると、悲惨な結果をもたらす可能性がある。

ヒ素化合物は、絶え間なく実験室から生み出される新しい化学薬品の競争相手であるにもかかわらず、(先に述べたように)殺虫剤としても草殺しとしても、いまだに大量に使用されている。草殺しとしては、ふつうヒ素酸ソーダという化学形態をとっている。それらの使用の歴史は楽観でき

るものではない。それらは道端に散布される除草剤として、多くの農場経営者にウシを失わせ、数え切れない野生動物を殺した。それらは湖や貯水池で水生植物の除草剤として、公共用水を飲用に適さないものにし、遊泳用としても不適合なものにした。茎を枯らすためジャガイモ畑に用いられる除草剤として、それらは人や人以外の生命を奪った。

ジャガイモの茎を枯らすために用いられていた硫酸が不足した結果、英国において1951年ごろヒ素化合物が使われるようになった。農務省は、ヒ素が散布された牧草地、田園などに立ち入ることの危険性について警告を発する必要があると考えた。しかし、その警告はウシには理解されず(想定しなければならないが、野生動物、鳥類にも理解されない)、ヒ素中毒になったウシについての報告書が定期的に届いた。ヒ素に汚染された水によって、ある農家の婦人が亡くなったとき、(1959年において)英国の主要な化学会社のうちの1つはヒ素散布剤の製造を中止し、すでに各販売店の管理下にあった商品を回収した。その後すぐに、農務省は人やウシに対する高い危険性を理由に、ヒ素の使用に対する規制を課すことになるという発表をした。1961年にオーストラリア政府も同様の禁止令を発表した。しかしながら合衆国においては、これらの毒物の使用を阻む、そのような規制はない。

いくつかの「ジニトロ」化合物も除草剤として使用される。それらは、合衆国で使用されている、このタイプのものの中でもっとも危険な物質であると評価されている。ジニトロフェノールは強力な代謝刺激剤である。こういうわけで、かつては減量薬として使われていたが、減量のための用量と、中毒にさせるか、毒殺するために必要な用量との差は非常に小さかった。その差がわずかだったので、最終的に薬の使用が中止されるまでに、数人が亡くなり多くの人が永久損傷を受けた。

関連化学薬品ペンタクロロフェノールは、「ペンタ」としても知られているが、殺虫剤としてだけでなく草殺しとしても使われており、鉄道の線路沿いや空き地に散布されることが多い。ペンタ

は、バクテリアからヒトまで広範囲のさまざまな生物に対して強い毒性を示す。ジニトロ化合物のように、しばしば体のエネルギー源に致命的に干渉するので、それに侵された生物は、ほぼ文字通り燃え尽きる。その恐ろしい力は、最近カルフォルニア州保健局によって報告された死亡事故において例証される。タンクローリーの運転手が、ディーゼル油とペンタクロロフェノールとを混ぜて、綿花畑に使用する枯れ葉剤を調合していた。ドラム缶から、濃縮した化学薬品を汲み出していたとき、誤って栓をその中へ落としてしまった。手を伸ばして素手で栓を取り戻した。すぐに手を洗ったけれども、ひどく気分が悪くなり、次の日に亡くなった。

ヒ酸ナトリウム、またはフェノール類のような草殺しの副作用はきわめて明白だが、他のいくつかの除草剤の効力は潜行性である。たとえば、現在クランベリー畑でよく使われる草殺し、アミノトリアゾール、別名アミトロールは比較的毒性が低いと評価される。しかし長期的には、野性動物だけでなく人にとっても、甲状腺の悪性腫瘍を引き起こす傾向の方がはるかに重要であるかもしれない。

除草剤には、「突然変異原」、すなわち遺伝形質のデータである遺伝子を変異させる能力がある薬剤として分類されているものが、いくつかある。遺伝子に対する放射線の作用に、わたしたちは間違いなく愕然とする。それなら、どうしてわたしたちは環境に広く流布させている化学薬品の同様な作用に無関心でいられるのか。

第4章 地表の水と地下にある海

すべての自然資源の中で、水はもっとも貴重な資源となっている。地球の表面の大部分は、圧倒的に地球を包む海に覆われているが、これだけ大量の水があるのに、水が不足している。奇妙な矛盾で、地球上の豊富な水のほとんどは塩分が多いため、農業用、工業用、飲用には利用できない。そのため、世界人口のほとんどは、危機的な水不

足を経験しているか、脅かされているか、のどちらかである。人間が自らの起源を忘れ、生存するためにもっとも不可欠なものでさえ把握していない時代に、他の資源と同様に、水は人間の無関心の犠牲となっている。

殺虫剤による水汚染の問題は、全体の一部分として、つまり、人類を取り巻く総合的な環境の汚染の一部として、状況に応じてのみ理解されうる。汚染物質はさまざまな汚染源から水路に流れてくる。原子炉、研究所、病院からの放射性廃棄物。核爆発による放射性降下物。市町村からの家庭ゴミ。工場からの化学廃棄物。これらに、農耕地や庭、森や野原に散布される化学薬品という新しい種類の降下物が加えられる。この憂慮すべき混合物の中の多くの化学薬品は、放射能の有害性を模倣し増強する。そして、化学薬品のグループ自体の中に、不吉な、ほとんど理解されていない相互作用、転換、効果の加重が存在する。

自然が決して発明しなかった物質を、化学者が製造しはじめてから、水の浄化という問題は複雑になり、水の利用者に対する脅威は増大している。これまで見てきたように、これらの合成化学薬品の大量生産は1940年代にはじまる。その生産は今や、驚くほど大量の化学汚染が合衆国の水路に日々流れ込むという域に達している。これらの化学物質は、同じ水域に放出される家庭ゴミと他の廃棄物としっかり混ぜ合わされると、浄水場で普通に使われる方法では検出できない場合がある。それらのほとんどは安定しているので、普通の処理によっては分解されない。それらを特定することができないことがよくある。河川では、本当に信じられないくらい、さまざまな汚染物質が結びついて、衛生工学士が、つい絶望的に「ガンツ」(ねばねばしたもの)と呼ぶ、沈殿物を作り出す。マサチューセッツ工科大学教授ロルフ・イライアスン博士は連邦議会委員会で、これらの化学物質の複合効果を予測すること、あるいは、混合物から生じた有機物を特定することは不可能である、と証言した。「それが何であるか、我々にはわかりっこない」とイライアスン教授は言った。「人間に対する影響がどのようなものか、我々にはわから

ない。」

昆虫、げっ歯類、不要な植物を防除する化学薬品が、今までにないほどに有機汚染物質を生み出している。植物、昆虫の幼虫、不要な魚を殺すために、水の集まっているところに意図的に散布される化学薬品もある。また、1種類の害虫を標的にした散布で、1つの州の200～300万エーカーを覆い尽くす、森林散布に使用される化学薬品もある。噴霧された化学薬品は、小川に直接落下するか、葉の茂った林冠を抜けて林床へとしたり落ち、そこで染み出す水分のゆっくりとした動きの一部となり、海へと長い旅をはじめ。おそらく、そのような汚染物質の大部分は、水によって運ばれる何百万ポンドもの農薬の残留物である。それらの農薬は、昆虫やげっ歯類を防除するために農地に散布され、雨によって地中から流出し、海へと向かう普遍的な水の動きの一部となる。

あちらこちらに、小川や公共水道にまで、このような化学薬品が存在する劇的な証拠がある。たとえば、ペンシルバニア州の果樹園地域の飲料水のサンプルを、実験室で魚を使って試験したところ、わずか4時間で試験魚をすべて殺すのに十分な殺虫剤を含んでいた。殺虫剤が散布された綿花畑の排水溝からの水は、浄化施設を通り抜けても、魚には致命的であった。アラバマ州テネシー川の15の支流では、塩素化炭化水素の一種であるトキサフェンを散布された畑からの流出水で、その小川に住んでいた魚はみんな死んでしまった。これらのうち、2つの支流は市営水道の水源であった。そのうえ、殺虫剤散布の1週間後でも、水は有毒なままであり、そのことは下流のかごの中で泳がされていた金魚が、毎日死んでしまうことで立証された。

大抵の場合、この汚染は目に見えなくて、見ることができない。何百、何千という魚が死んだときに、その存在がわかる。しかし、たいてい検知されることはない。水質を守る化学者は、有機汚染物質を調べる定期試験をせず、それらを取り除く方法も知らない。しかし、検出されてもされなくても殺虫剤は存在し、どんな物質であろうと、そのように広範に地表に散布されると当然のこと

だが、合衆国の主要な水系の多くに、もしかしたら、すべての主要な水系に進入しているかもしれない。

わたしたちの水系は、ほぼ例外なく殺虫剤で汚染されていると思わない人がいるなら、1960年に合衆国魚類野生動物庁によって発行された小さな報告書を見るべきである。魚類野生動物庁は、魚も温血動物のように組織に殺虫剤を蓄積するかどうかを知るための研究を実施した。最初の魚の標本は、ハマキガの幼虫駆除のためにDDTが大量散布されていた、西部の森林地帯から採取された。予期されていたように、これらの魚のすべてがDDTを含んでいた。本当に重大な発見がなされたのは、比較のために、ハマキガの幼虫駆除のためのもっとも近いDDT散布地から、およそ30マイル離れた遠隔地にあるクリークを研究者が調べたときであった。そもそも、このクリークは上流にあり、DDTが散布された場所から高い滝によって隔離されていた。そこではDDTは散布されていないことがわかっていて、それでも、この魚もDDTを含んでいた。隠された地下水路から、この遠く離れたクリークに化学薬品が到達していたのか。それとも、空中浮遊しクリークの水面に降下物として漂着していたのか。さらに別の比較研究では、給水は深い井戸に由来する、孵化場の魚の組織からDDTが見つかった。この場合も、やはり、その場でのDDT散布の記録はなかった。唯一可能な汚染手段は、地下水によるものと思われる。

水汚染問題全体の中で、地下水の広範な汚染ほど気がかりなものは、おそらくないだろう。水の清浄さを脅かすことなく、殺虫剤をどこの水にも加えることは、どこでもできない。閉ざされた個別の部分で自然が活動することは、もしあったとしても、めったにない。そして、自然は陸地の水を流通させるとき、そうはしてこなかった。陸地に降った雨は、土壌や岩の細孔と亀裂を通じてしみ込み、どんどん深く浸透する。そしてついには、岩のすべての細孔が水で満たされる区域に達する。そこでは、暗い地下の海が、丘の下で上昇し、谷の下では沈む。この地下水は、たえず移動

し、ゆっくりとしたペースで1年間にせいぜい55フィートしか移動しないこともあれば、それに対して、急速に移動するときには1日に1/10マイル近く移動することもある。それは目に見えない水路を通して、そこそこで、泉として顕在化する。あるいは、井戸に水を供給するために利用されるかもしれない。しかし、たいていは小川の水となり、河川の水となる。雨として、あるいは地表の流出水として、直接小川へ流れ込むものを除けば、地球の表面を流れている、すべての水は一時期、地下水だった。だから、とても現実的で恐ろしいことに、どこでも地下水汚染は水汚染となる。

そのような暗い地下の海を経路として、有害な化学物質はコロラド州の製造工場から数マイルも離れた農業地帯へ移動し、そこで井戸を汚染し、人々や家畜を病気にし、作物に害を与えた。これは、たぶん、それに似た多くの話のはじまりにすぎない、異常な出来事である。その話というのは、つまり、こういうことだ。1943年に、デンバーの近くにあった陸軍化学部隊ロッキー山脈兵器工場が軍需物資を製造し始めた。8年後、工場施設は殺虫剤を製造するために、民間の石油会社に貸し出された。しかしながら、事業の変更前にも、奇妙な報告が届きはじめていた。工場から数マイル離れた農家は、家畜に広まった原因不明の病気の報告をしはじめた。彼らは広範囲にわたる作物の被害について訴えた。葉は黄色に変わり、植物は成長せず、たくさんの作物はすっかり枯れてしまった。殺虫剤と関連していると考えられる、人間の病気の報告もある。

これらの農場の灌漑用水は、浅い井戸から引かれていた。その井戸水を分析すると(1959年の調査において、いくつかの州や連邦の機関が参加したが)、各種の化学薬品が含まれていることがわかった。操業の数年間、塩化物、塩素酸塩、リン酸塩、フッ化物、そしてヒ素が、ロッキー山脈兵器工場からため池に排出されていた。どうやら、この兵器工場とため池の間にある地下水が汚染されていたようだ。そして、ため池からもっとも近

い農場までの約3マイルの距離を、廃棄物が地下で移動するのに7年から8年かかっていた。この漏出は広がりつづけ、どこまでの範囲の地域を汚染していたか、わからなかった。研究者たちは汚染を封じ込める、もしくは汚染の進行を止める方法について知らなかった。

これらすべては実にお粗末だったが、もっとも不可解で、おそらく長い目で見て出来事全体の中でもっとも重要な点は、いくつかの井戸と兵器工場のため池での除草剤2,4-Dの発見である。確かに、その存在は、この水で灌漑された作物に対する損害を説明するのに十分であった。しかし、操業のどの段階でも兵器工場では2,4-Dは製造されていなかったということに、なぞがあった。

長く徹底した研究の後、工場の化学者たちは、露天のため池で自然に2,4-Dが生成されていたという結論に達した。2,4-Dは、工場から排出される他の化合物から生成されていた。空気、水、太陽光の存在下で、しかも、まったく人間の化学者の介入なしで、ため池は、新しい化学薬品、植物が触れるとその多くのものに致命的な損傷を与える化学薬品を、製造するための化学実験室となっていた。

したがって、コロラド州の農場と損害をうけた作物の話は、その地域での重要性を超えた意味を帯びる。化学汚染物質が公共水域に入り込む場所であれば、コロラド州だけでなく、どこでも、他にも似たようなことがあるかもしれない。触媒作用を及ぼす空気と太陽光があれば、どこでも湖と小川で、「害がない」とされている化学物質から危険物質が生まれるかもしれない。

実際、化学物質による水の汚染のもっとも驚くべき側面のひとつは、川や湖や貯水池にある水の中に、さらに言えば、食卓に出されるコップの水の中に、賢明な化学者なら実験室で化合させようとは思わない混合化学物質が存在しているということである。これらの自由に混ざり合っている化学物質の間で起こりうる相互作用は、合衆国公衆衛生総局の職員にとって、じつに気がかりなものである。なぜなら、彼らは比較的無害な化学薬品からの有害な物質の産生が、きわめて広範に起

こっているのかもしれない、という懸念を表明しているからである。その反応は、2つ、あるいはそれ以上の化学物質間で起こったり、化学物質と、川に流れ込む量がますます増えてきている放射性廃棄物との間で、起こったりするかもしれない。電離放射線の影響のもとに、原子の配列が変わることは容易に起こりうる。それは、予測できないだけでなく、どうすることもできないように化学物質の性質を変える。

もちろん、地下水だけが汚染されているのではなく、小川、河川、灌漑用水などの表面を移動する水も汚染されている。後者の憂慮すべき例は、チュール湖とロウアークラマス湖の国立野生生物保護区において増大しているらしい。2つの湖は、ともにカリフォルニア州にある。これらの保護区は、州境を越えてオレゴン州にあるアップークラマス湖に面した保護区も含む、連続した保護区の一部である。すべては、共通の水の供給によって、もしかしたら運命的に結びついているかもしれない。そして、すべては、これらの保護区が周囲の広大な農地の中にある小さな島々のようなものである、という事実に影響を受けている。その農地は、もともと水鳥の天国だった湿地帯と開水域に、排水施設と分水路を設けることによって開拓されたものである。

現在、保護区の周りのこれらの農地は、アップークラマス湖の水で灌漑されている。一度使用された灌漑水は集められて、チュール湖へポンプで送られ、そこからロウアークラマス湖へ放水されている。したがって、この2つの湖水のほとりに設立された野生生物保護区の水は、農地の排水である。最近起こった事件の関連で、このことを覚えていることは重要である。

1960年の夏に、保護区のスタッフは、チュール湖とロウアークラマス湖で、何百という鳥の死骸と死にかけている鳥を拾い集めた。それらのほとんどは、サギ、ペリカン、カイツブリ、カモメといった、魚食性種であった。分析した結果、それらには、トキサフェン、DDD、DDEだと特定される、殺虫剤の残留物が含まれているとわかった。湖からの魚にも殺虫剤が見つかった。プラン

クトンの標本にも殺虫剤が見つかった。殺虫剤が大量に散布された農地から、これらの保護区の水域へと、再循環の灌漑の流れによって、殺虫剤の残留物が運ばれ、現在、そこで増大していると保護区の管理人は考えている。

自然保護目的のために確保された水域の、このような汚染の影響は、すべての西部のカモ猟師と、夕方の空に漂う帯状の水鳥の姿と鳴声をかけがえないものと感じるすべての人が、認識できるほどのものだった。これらの特別保護区は、西部の水鳥の保護に関して重要な位置を占めている。保護区は、太平洋飛路として知られているものを構成する、すべての渡り鳥の通り道が合流する、じょうご状のものの細い首の部分に相当する地点に位置している。秋の渡りの間に保護区は、ベーリング海の岸から東方へとハドソン湾まで縄張りを広げている、何百万ものカモやガチョウを受け入れる。その数は秋に太平洋沿岸の州に南下する、すべての水鳥の完全に4分の3である。夏には保護区は、水鳥のために－特に2種類の絶滅危惧種、アメリカホシハジロとアカオタテガモのために－巣作りの場所を提供する。もし、これらの保護区の湖や池が深刻な汚染を受けたら、極西部地方の水鳥の個体数の減少は取り返しのつかないほどのものになる可能性がある。

水は、水に漂う植物性プランクトンのほこりのように小さな緑の細胞から、微小なミジンコを通じて、水中からプランクトンを濾して摂取し、次に、他の魚や鳥、ミンク、アライグマに食べられてしまう魚までの、生命から生命への、終わりのない物質の循環的伝達において、水が支える生命の連鎖という点からも考えられなければならない。水中に溶け込む必要不可欠なミネラルは、食物連鎖の環から環へと、そのようにして伝えられていることがわかっている。わたしたちが水中に流す毒物も、これらの自然の循環に参入しないのだろうか。

その答えは、カリフォルニア州のクリア湖の驚くべき歴史の中に見られる。クリア湖はサンフランシスコのおよそ90マイル北の山岳地帯にあり、昔から釣り人に人気がある。その湖にクリアとい

う名前はふさわしくない。なぜなら、それは浅い湖底を覆っている軟らかく黒い泥のせいで、実際どちらかといえば濁った湖である。漁師と湖岸の住人にとって不幸なことに、湖の水は小さなブヨ、フサカ (*Chaoborus astictopus*) にとって理想的な生息環境を提供してきた。蚊の近縁種であるけれども、フサカは吸血動物ではないし、成虫になれば、まず捕食することはない。しかしながら、フサカと生息環境をともにする人間は、フサカの数が増えすぎて多いため迷惑だと感じた。フサカを駆除するための取り組みがなされたが、1940年代後半に塩素化炭化水素系殺虫剤が新たな武器を提供するまで、それらは、ほとんど効果がなかった。新たな攻撃のために選択された化学薬品は、DDTの近縁であるが、一見したところ魚に与える脅威はほとんどないと思われるDDDであった。

1949年に実施された新たな駆除対策は慎重に計画されたので、実際に起こった被害を想定した者はほとんどいなかった。湖は調査され、容積が決定され、殺虫剤は水の7000万分の1の割合になるように大幅に希釈したものが散布された。当初は、フサカの駆除がうまくいったが、1954年までには、散布を繰り返さなくてはならなくなった。今度は、殺虫剤は水の5000万分の1の割合で散布された。フサカの駆除はほとんど終わったと思われた。

それに続く冬の月には、他の生命が影響を受けているということが、はじめて知らされた。湖のクビナガカイツブリが死にはじめ、まもなく100羽以上は死亡と報告された。クビナガカイツブリは、クリア湖で繁殖し、湖にいる豊富な魚に引き寄せられる冬の渡り鳥でもある。その鳥はみごとな姿をしていて、合衆国西部とカナダの浅い湖において、浮き巣をつくるという魅力的な習性をもっている。その鳥は、訳あって「スワングレイブ」と呼ばれている。というのは、この鳥は胴体を低く浮かばせ、白い首と輝いている黒い頭は高く上げたまま、ほとんど小波を立てずに湖面を滑るように移動するからである。新しく孵化したヒナドリは柔らかい灰色の羽毛をまとっている。生まれてから、ほんの数時間すると水に入り、父や

母の背中に乗り、雨覆い羽の下に体をうずめる。

常に回復力のあるフスカの個体群に対する3回目の攻撃のあとで、1957年さらに多くのカイツブリが死亡した。1954年にそうであったように、死んだ鳥を検査した結果、感染症の証拠は見つからなかった。しかし、カイツブリの脂肪組織を分析すると、1600ppmという非常に高い濃度のDDDが含まれていた。

水に散布された最大濃度は0.02ppmであった。いったいどのようにして、そのような並はずれたレベルにまで、カイツブリに化学薬品が蓄積しえたのか。もちろん、これらの鳥は魚食性である。クリア湖の魚を分析すると、状況ははっきりしはじめた。すなわち、その毒物はもっとも小さな生物に摂取され、濃縮され、より大きな捕食動物に伝えられたのである。プランクトンはおおよそ5ppmの殺虫剤を含有しているのがわかった（それまでの水中最大濃度の約25倍）。草食性の魚は40ppm～300ppmの殺虫剤を蓄積していた。肉食性の種がもっとも多くのもを蓄積していた。肉食性の魚の一種、ブラウンブルヘッドは2500ppmという驚くべき濃度の殺虫剤を含有していた。それは「ジャックが建てた家」のような積み重ねであった。すなわち、大きな肉食性の魚は小さな肉食性の魚を食べていた、小さな肉食性の魚は草食性の魚を食べていた、草食性の魚はプランクトンを食べていた、プランクトンは水から毒物を吸収していた、というわけである。

さらに、もっと異常な事態が後に判明した。最後に化学薬品を散布した直後には、水中にDDDの痕跡は見つからなかった。しかし、毒物が湖から本当に消えたわけではなかった。ただ単に、湖が養う生物の組織に毒物が入ったにすぎなかった。化学薬品の散布中止から約23ヶ月後、プランクトンはまだ5.3ppmもの量のDDDを含有していた。その2年近くの間に、プランクトンの群れは次々に成熟しては消え去った。しかし、もはや毒物は水中に存在しなかったとはいえ、何らかの形で世代から世代へと伝わっていた。そして毒物はその湖に生息する動物の中にも残存した。化学薬品の散布中止から1年経ってから調べた、す

すべての魚、鳥、カエルは、まだ DDD を含有していた。肉に含まれていた毒物の量は、常に元の水中濃度の何倍もあった。これらの DDD を保有する生物の中には、最後の DDD 散布の 9 ヶ月後に孵化していた魚、カイツブリ、2000ppm を超える濃度を蓄積していたカリフォルニアカモメがいた。その一方で、カイツブリの営巣群は、最初の殺虫剤使用前の 1000 以上のつがいから、1960 年の約 30 のつがいにまで減少した。そして、この 30 のつがいの巣作りでさえ無駄であったように思える。なぜなら、最後に DDD を使用してから、湖ではカイツブリの幼鳥が見られなくなってしまったからである。

それなら、この一連の汚染全体は、もともとの濃縮器であったに違いない微小な植物を基盤にしているように思われる。しかし、食物連鎖の反対の端はどうなのか。おそらく、この一連の出来事を知らずに、釣り道具を装備し、クリア湖からたくさんの魚を釣り上げ、家に持ち帰り夕食用に油で揚げた、人間はどうなのか。DDD の大量投与、もしくは反復投与は、どんなことを人間にもたらす可能性があるのか。

カリフォルニア州公衆衛生局は、DDD に危険性はないと公言していたにもかかわらず、1959 年、湖での DDD の使用を禁止するように求めた。この行動は、この化学薬品に大きな生物学的効果があるという科学的な証拠から考えると、最小限の安全策であった。DDD の生理的効果は殺虫剤の中でもたぶん独特である。なぜなら、副腎の一部を破壊するためである。その一部分というのは、副腎皮質として知られている外側の層の細胞で、コルチンというホルモンを分泌する。この破壊の効果は 1948 年から知られていたが、はじめは、イヌだけに限られると考えられていた。なぜなら、サル、ラット、ウサギのような実験動物では明らかにされなかったからである。しかしながら、DDD が、アディソン病（副腎皮質機能不全）を発症している人に起こる症状に、きわめて似ている症状をイヌに生じる、ということは示唆に富むように思われた。近年の医学研究により、DDD は人の副腎皮質の機能を強く抑制すること

が明らかにされた。現在、DDD の細胞破壊能力は、副腎に発症する、まれなタイプのがんの治療に臨床で用いられている。

クリア湖の状況は、社会が直視する必要がある問題を提起する。生理的過程にそのように強い影響を持つ物質を、昆虫駆除のために使用することが賢明であるか、好ましいのか、特に駆除策が化学薬品を水域に直接導入することを伴う場合に、湖の自然の食物連鎖を通じて濃度が爆発的に増大することが示すように、殺虫剤がきわめて低濃度で散布されるということは無意味である。それでも、明白で大抵ささいな問題の解決が、はるかに深刻ではあるが、好都合なことにはっきりしない問題をもたらし、増加しつつある多数の状況の特色を、クリア湖はよく示している。ここでは、フスカに悩まされる人々の利益になるように、しかも、暗黙の、たぶんはっきりとも理解されていないリスクを、湖から食物や水を摂取するすべての人にとってのリスクをなおざりにして問題は解決された。

貯水池への毒物の計画的導入が、ごく普通のことになりつつある、ということは驚くべき事実である。水は飲料水としての使用目的に適合するように、いくらか費用をかけて処理されなくてはならないけれども、毒物導入の目的は大抵レクリエーション利用を促進することである。ある地域の釣り人が、貯水池の釣り場を「整備」したいと思ったとき、望ましくない魚を処分するために当局を説得して大量の毒物を池に投入させる。その後、釣り人の好みにふさわしい孵化場の魚を放流するためである。その手順は奇妙で、「不思議の国のアリス」のような感じがする。貯水池は公共水道源として作られた。しかし、地域社会は、おそらく釣り人の計画について知らされていなくて、有害な残渣を含む水を飲むか、もしくは、毒物を取り除くための水処理のために、完全に信頼できるものではない処理のために、税金を支払わなければならない。

地下水と地表水が殺虫剤や他の化学薬品によって汚染されていると、毒性があるだけでなく発が

ん性もある物質が、公共水道に導入されているという危険性がある。国立がん研究所のW・C・ヒューパー博士は、「汚染された飲料水を消費することによる、発がんの危険性は近い将来かなり増大するであろう」と警告した。そして実際、1950年代前半にオランダでなされた研究は、汚染された水路はがんの原因となるものを運ぶ可能性がある、という見解に寄与する。川から飲料水を受け入れる都市の人々は、たとえば井戸のような、おそらく汚染されにくい水源からの水を飲んでいる人々よりも、がんによる死亡率が高かった。ヒ素は、もっともはっきりと、人のがんの原因として立証されている環境物質であり、汚染された水道が広範囲に及ぶがんの発生を促した、歴史的

に重大な2つの事件に関係している。1つめの事件では、ヒ素は採鉱作業の鉱滓^{こうさい}の山から、もう1つの事件ではヒ素の純度が高い鉱物から出てきた。これらの状態は、ヒ素系殺虫剤の大量散布の結果として、容易に再現される可能性がある。そのような地域の土壌は汚染される。その後、雨がヒ素の一部を、地下水という広大な地中の海へと運ぶだけでなく、小川、河川、ため池へも運ぶ。

繰り返しになるが、自然においては何ものも単独では存在しないということに、わたしたちは気づかされる。わたしたちの世界の汚染がどのように発生しているのか、より明確に理解するために、わたしたちは今、地球のもう1つの基礎資源である土壌に目を向けなくてはならない。

