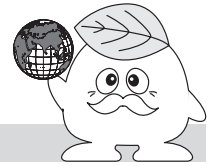


1

公害から地球環境へ



生活環境とは、私たち人間がくらしやすい環境として作り上げてきたものです。私たちのくらしは、科学技術の発展と共に豊かさや快適さが増大してきました。しかし、その一方で、現在人間は地球の環境を脅かし続けているのです。この章ではまず、私たち人間と環境との関係について過去から振り返ってみましょう。

1-1 地球の歴史と人類の出現

そもそも、私たち人間が地球に出現したのはいつ頃のことなのでしょうか。

図 1-1 は、地球の誕生から今日までの歴史を 1 月から 12 月までの 365 日のカレンダーにして示した地球カレンダーと呼ばれるものです。今から 46 億年前、地球が誕生した時が 1 月 1 日の 0 時となります。私たち人間（人類）が出現したのは数百万年前ですが、地球カレンダーで見ると、それは 1 年 365 日の最後の 1 日、12 月 31 日の 14 時 30 分頃ということになります。つまり、地球の長い歴史で考えると、私たち人間はごく短い時間しか地球上に存在していないのです。さらに、科学技術の発展が急速に進み、今のような豊かで便利な生活の契機となった産業革命はいつ頃かという、カレンダーの最後の最後、12 月 31 日の 23 時 59 分 58 秒となります。産業革命は、公害や地球温暖化など、現在問題となっているような地球環境の危機を招ききっかけとなりました。地球の歴史から見ると、人間が環境を脅かすようになった時代は、一年の終わりのほんの 2 秒間のできごとなのです。

ところで、12 月 31 日の午後に地球上に出現した人間は、その数を急激に増やしています。では、世界の人口は今どのくらいになっているのでしょうか。

人類の出現からの世界人口の推移を表したのが図 1-2 です。図 1-2 を見るとわかるように、人類はその出現から長い間、ずっと数億人でほぼ一定でした。ところが、産業革命が始まると、その数が急激に増えていることがグラフから読み取れます。産業革命は 18 世紀後半に起こって

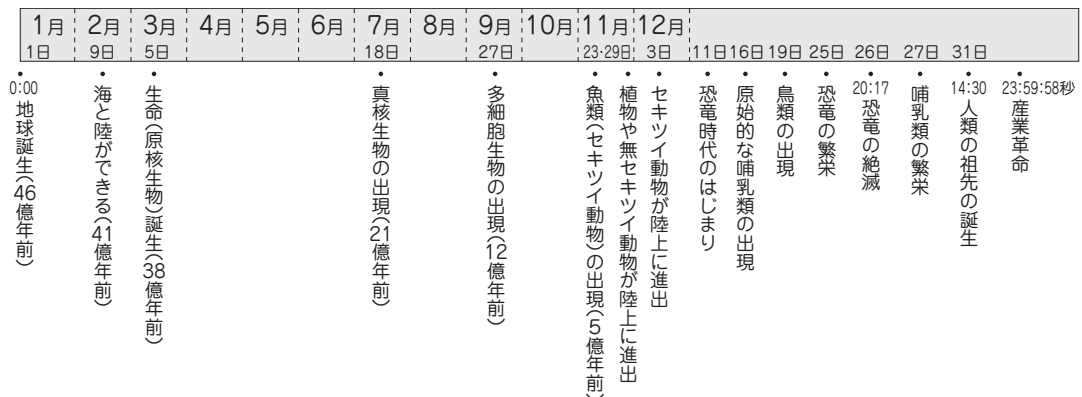


図 1-1 地球カレンダー

地球カレンダー 21 世紀の歩き方大研究をもとに作成。

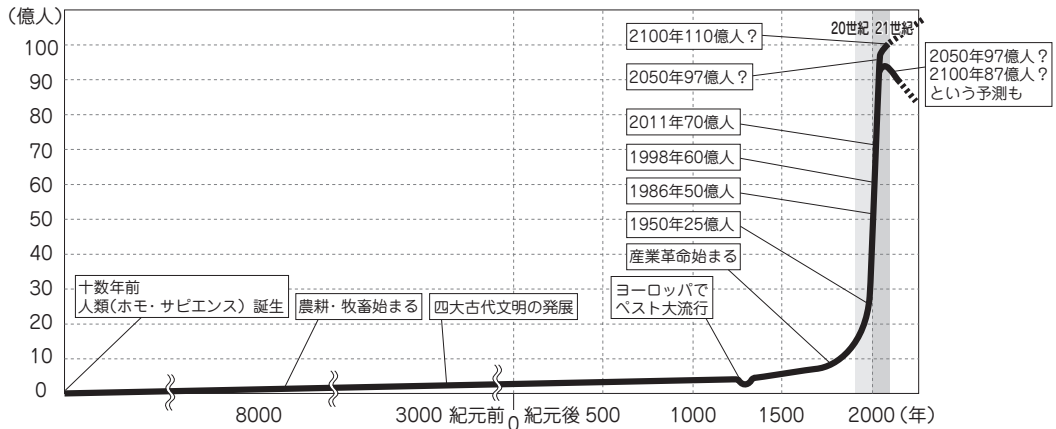


図 1-2 世界人口の推移 (推計値)

国連人口基金東京事務所のグラフをもとに作成。

り、それから現在までの間に、私たち人間は急激にその数を増やしているのです。

では、このような急激な人口増加が進んで行く中、最終的に地球上で人間は最大何人まで住めるのでしょうか。地球の定員は何人か、ということについては、100 億人という説が多いですが、他にもいろいろな数値が挙げられています。数値がさまざまである理由は、食料、エネルギー、水など、人間が生きていくために必要な条件をどのように設定 (仮定) するかが違っているためです。地球の定員を決める条件の例については、第 2 章で説明したいと思います。

仮に 100 億人だとすると、現在の予測では 2050 年にはほぼ定員に達してしまうと考えられています。現在の急激な人口増加が続けば、遅かれ早かれ私たち人間の数は地球の定員に達してしまうでしょう。人口増加の問題は、私たちが早急にかつ真剣に考えていかなくてはならない問題の一つだと言えるのです。

1-2 公害と地球環境問題

人口が増加し、さらに人間の生活環境が豊かで快適なものになる一方で、環境へのさまざまな影響や問題が生じてきています。いわゆる環境問題の発生です。環境問題とは、人間の活動が自然界 (環境) に負荷をかけることによって発生する問題のことを言います。その中には、公害や、地球温暖化のような気候変動、熱帯雨林の破壊のような資源問題、など、さまざまな種類の問題があります。

日本において環境問題が注目されたきっかけは、公害問題であったと言ってよいでしょう。公害は高度経済成長の時期 (1955 ~ 1973 年頃) に注目され、四大公害病 (1-4 参照) とよばれる健康被害の大きい公害も出現しました。一方で、こうした公害は、現在世界中で問題となっている地球環境問題とはいくつか異なる特徴があります。では、公害と地球環境問題との間にはどのような違いがあるのでしょうか (表 1-1)。

公害の例としては、大気汚染、水質汚染、騒音振動などがあげられます。公害においては、これらの問題が限定されたエリアにおいて発生するという特徴があります。そのため、加害者と被害者の特定が比較的容易です。また、限定されたエリアで発生しているために、問題となる現象

6 水をめぐる環境問題



私たち人間をはじめ、生物は水なしには生きていけません。そこで、この章では、地球の水環境に注目していきたいと思います。

6-1 地球の水事情

私たちが日常で使っている水は、大きく分けると、農業用水と工業用水、生活用水に分けることができます。農業用水は世界で使用される水の中で最も多く、^{かんがい}灌漑農業で使われています。灌漑農業とは、用水路やため池などを作ることによって農地に人工的に水を供給して行う農業のことです。日本の農業はほぼ灌漑農業であると言えます。一方、雨が大量に降る熱帯などでは、人工的に水を供給せずにそのまま作物を育てている地域もあり、そのような地域では農業用水は必要ありません。農業用水は、使われた後は農業排水として川などに流されています。工業用水は農業用水の次に世界で使われている水で、使われた後は工業排水として排出されます。さらに、私たちが毎日の生活の中で使っている水は生活用水と言われ、使われた後は生活排水となって川などに流されることになります。

私たちは、このようにいろいろな形で水を使用しています。

ところで日本では水は水道をひねると出てくるものと考えている人が多いかもしれませんが、地球全体で考えると私たちが使っている水（淡水）は非常に貴重なものです。

地球は地表の7割に海が広がっていて、水が豊かな星というイメージがありますが、海水は私たちが直接飲んだり、農業に使用したりすることはできない水です。私たちが使っている水、すなわち淡水は、地球上の水のたった2.5%にすぎません（図6-1）。さらに淡水（2.5%）の内訳を

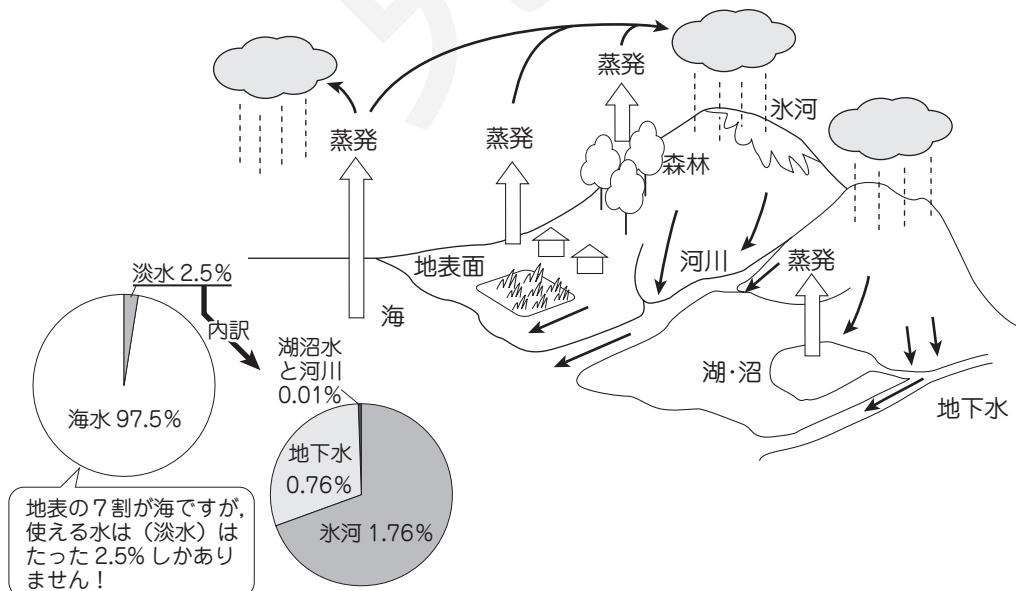


図6-1 地球の水循環と水資源

みると、氷河として凍っているものが 1.76%、地下水が 0.76% であり、私たちがすぐに水道などに使える湖沼や河川などに存在する水はたった 0.01% です。私たちはこの貴重な淡水を、農業や工業そして生活に使用しているということになるのです。

6-2 日本の水事情

次に、日本の水事情を考えてみましょう。

日本は比較的降水量が多く、日本全体の年平均降水量は約 1750 mm となっています。しかし、降り注いだ雨はそのまますべて利用可能なわけではありません。例えば台風などの際に降った雨は湖沼や河川にとどまることなく洪水などで流失してしまいますし、蒸発によって失われる水もあります（図 6-1）。それらを差し引くと、私たちが日本で利用可能な水は降水量の約 1/3 以下となってしまいます。

日本の降水量は、世界と比較してみると世界平均の約 1.4 倍となります（図 6-2）。ところが、一人当たりが使える降水量の総量を見ると、実は日本は世界平均の約 1/4 しかありません。人口が多い、湖沼や河川に溜まっている水の量が少ない、といった理由で、一人当たりが使える水が足りなくなっている状況を水ストレスとよびますが、日本でも水ストレスが高い地域があります。日本で一人当たりが使える水の量をみると、関東地方の臨海部（東京、千葉、神奈川など）はその量が非常に少なくなっています。また、同じく大都市を抱える近畿圏なども臨海部で使える水の量が少なくなっています。

一方、日本の年降水量については、長期変動傾向はみられないものの、1970 年代以降は年ごとの変動が大きいという傾向がみられています（図 6-3）。すなわち降水量が多い年と少ない年がはっきりしてきているということになるため、今後、降水量が少ない年は臨海部などの大都市

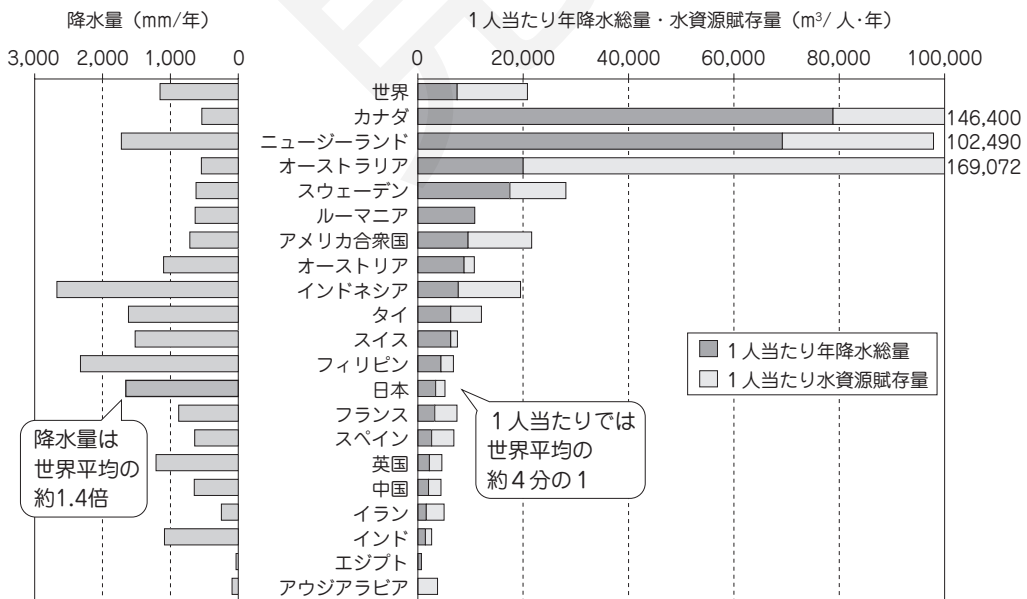


図 6-2 世界各国の降水量など

国土交通省, 令和 2 年度版 日本の水資源の現況をもとに作成。

9

生活環境中の化学物質



この章では、生活環境中の化学物質について説明します。

9-1 生活環境中の化学物質とリスク

私たちは生活の中で非常にたくさんの化学物質を利用しています。化学物質は現在も新たなものが開発されており、これまでに開発された化学物質の数は1億種以上にのぼり、私たちは日々の生活の中でそのうちの数万種類を使っていると言われていています（図9-1）。化学物質というと、洗剤や農薬のようなものを想像するかもしれませんが、それ以外に、食品や化粧品、医薬品などにも化学合成された化学物質が使われています。こうした化学物質は、利点があるため広く利用されていますが、もちろん危険性（リスク）もあります。

有害な物質に曝露^{ばくろ}してすぐに現われる毒性を急性毒性とよびます。また、急性毒性は示さない濃度の有害な物質に長時間曝露することによって現われる毒性を慢性毒性とよびます。化学物質のリスクは、その物質の有害性とその物質をどのぐらい体に取り込むかという曝露量の積（かけ算）によって決まります。そのため、急性毒性を示すような有害性の高い毒物であっても、体に取り込まなければ曝露量は0となり、かけ算をするとリスクはないこととなります。一方、急性毒性を示さない低濃度の毒物、あるいはもともと毒性が低い物質を摂取した場合、すぐに毒性は現れませんが、長期間ずっと摂取することにより慢性毒性が現われることがあります。すなわち、毒性が強い物質だから危険というわけではなく、総合的にみてリスクがどの程度あるか、ということを検討することが重要なのです。



図9-1 身のまわりにある化学物質の例

9-2 内分泌かく乱化学物質（環境ホルモン）

内分泌かく乱化学物質とは、内分泌（ホルモン）のはたらきに影響を与え、生体に傷害や有害な影響を引き起こす外因性の化学物質のことを指します。生体内のホルモンのようなはたらきをする環境中の物質ということで、環境ホルモンとよばれることもあります。

内分泌かく乱化学物質は油に溶けやすく、生物の体内に蓄積しやすい性質を持っています。その結果、2-1 で述べた食物連鎖の過程で生物濃縮されていきます。また、ホルモンはもともと生体内で微量でもさまざまな機能を果たしますが、内分泌かく乱化学物質も同様に、微量でも作用し、長期間摂取することにより生物に影響を与えることがわかっています。

内分泌かく乱化学物質のリスクを世界で初めて警告したのがレイチェル・カーソンです。カーソンは「沈黙の春（Silent Spring）」（1962年）という著書の中で、当時広く使われていた農薬 DDT などが生物に及ぼす影響を指摘しました。当時は農薬製造を行っている化学会社などから大きな反論がありましたが、その後、彼女の指摘が正しいことが明らかになったのです。また、1996年には、シーア・コルボーンらが、生活環境中の化学物質が生物に影響を及ぼすということをも指摘した「奪われし未来（Our Stolen Future）」を出版しました。この本では、農薬以外の化学物質も、生物に取り込まれることによってさまざまな影響を引き起こすことが報告されています。

実際に、どのような化学物質が内分泌かく乱化学物質として影響を及ぼすのかについて、いくつか代表的な例を以下に紹介します。

9-2-1 DDT

カーソンが影響を指摘した DDT（ジクロロジフェニルトリクロロエタン）は、殺虫剤として開発された有機塩素系の化学物質で、第二次世界大戦前後には、発疹チフスやマラリアのように衛生害虫（ヒトや家畜の疾病に関係する害虫）によって媒介される伝染病の予防に大きな役割を果たしました。開発者のミュラー博士はその功績により 1948 年にノーベル生理学・医学賞を受賞しています。

その後、DDT は農薬としても広く使用され、さまざまな害虫に効く、分解されにくく長期間効果が持続する、という性質が利点とされました。しかし、さまざまな害虫に効くということは、さまざまな生物に影響を及ぼす可能性があるということであり、分解されにくいということは環境中に長く残留するということになります。事実、DDT は長期間にわたり、生態系に大きな影響を与えてきました。

DDT は生物への影響が問題となり、日本では 1971 年に販売が禁止され、世界でも 2000 年までに先進国を中心に 40 カ国以上で使用が禁止・制限されました。一方で、マラリアが猛威を振るう一部の途上国などでは、その制圧のために現在も使用が認められています。

9-2-2 PCB

PCB（ポリ塩化ビフェニル）も内分泌かく乱化学物質として有名な物質です。

PCB は化学的に合成された油状の有機塩素化合物です。無色透明で、耐熱性、不燃性、電気絶縁性が高いなど優れた性質を持つ安定な化学物質であるため、変圧器やコンデンサーなど電気機

器の絶縁油などに広く使用されてきました。

1972年に世界的に製造や使用が禁止され、現在では新たな生産は行われていません。しかし、現在もまだPCBを使用した変圧器やコンデンサーなどの機器が使い続けられており、また、保管中のPCBが不明になる、あるいは適切に処理されずに廃棄される、といった問題も発生しています。

9-2-3 その他の内分泌かく乱化学物質

ビスフェノールAも内分泌かく乱化学物質として注目された物質の一つです。主に、ポリカーボネートやエポキシ樹脂とよばれるプラスチック製品の原料に使われていました。ポリカーボネートは透明で熱に強く、ガラスと違って壊れにくいということから、哺乳瓶などを含む食器類にも使用されていました。それらのプラスチック製品には製造過程で反応しなかったビスフェノールAが残留し、ごく微量ですが溶け出して影響を及ぼす可能性が示唆されました。

他にも、ノニルフェノールという界面活性剤の一種、フジツボなどの付着を防ぐ船底塗料に含まれるTBT（トリブチルスズ）、合成女性ホルモンで流産防止剤として使用されたジエチルstilベストロール（DES）なども、内分泌かく乱化学物質の作用があることが分かっています。

また、9-3で説明するダイオキシンも内分泌かく乱化学物質の一つに数えられています。

9-2-4 内分泌かく乱化学物質の作用

内分泌かく乱化学物質は上述したように油に溶けやすく、生物の体内に蓄積し、食物連鎖の過程で生物濃縮されていきます。そのため、例えば水中で低濃度であっても、植物プランクトンや海藻などが体内に取り込み、動物プランクトンや魚介類がそれらを捕食し、食物連鎖のゴールにいる高次消費者の中では、最終的に水中の濃度に比べてはるかに高濃度の内分泌かく乱化学物質が蓄積するとことになるのです（図9-2）。

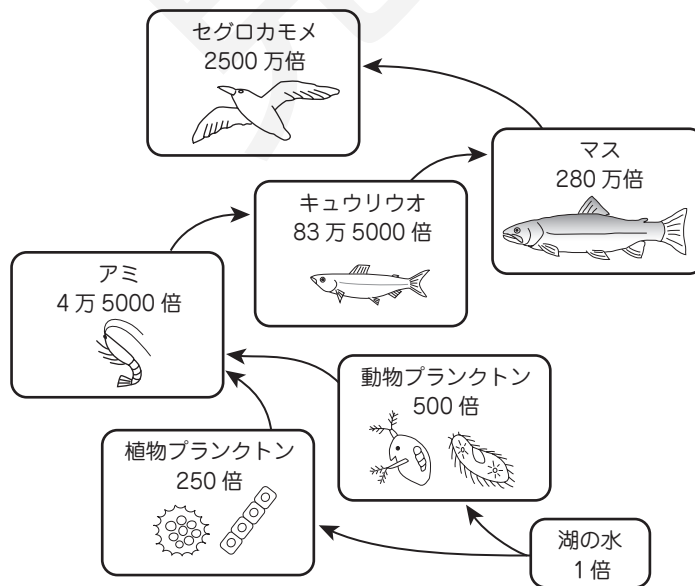


図9-2 オンタリオ湖におけるPCBの生物濃縮

シーア・コルボーン他著「奪われし未来」（翔泳社）をもとに作成。

10 新興感染症とパンデミック



私たちの身の回りには、一部の化学物質だけでなく体に害を及ぼす要因が他にもいろいろ存在しています。

ここでは、そうした要因のうち、感染症について説明します。

10-1 感染症とは

10-1-1 顕性感染と不顕性感染

感染症は、大気、水、土壌、ヒトを含む動物など環境中に存在する病原性の微生物が私たちの体内に侵入することで引き起こされます。

感染症を引き起こす微生物を病原体とよびます。回虫やギョウ虫のような寄生虫によって起こる寄生虫症も感染症の一つです。病原体がヒトの体中に侵入し、定着し、そして増殖することで感染症が成立します。

ただ、病原体が私たちの体の中に入っても、症状が現れる場合（顕性感染）と、はっきりとした症状が現れない場合（不顕性感染）があります。不顕性感染者は自分が感染症にかかっていることがわからないまま、保菌者（キャリア）となって病原体を排泄し、感染を広げる可能性が高くなります。後述する新型コロナウイルス感染症（COVID-19）でも若年層を中心に不顕性感染者が多いと言われており、本人が知らない間に感染を広げている可能性が示唆されています。（図10-1）

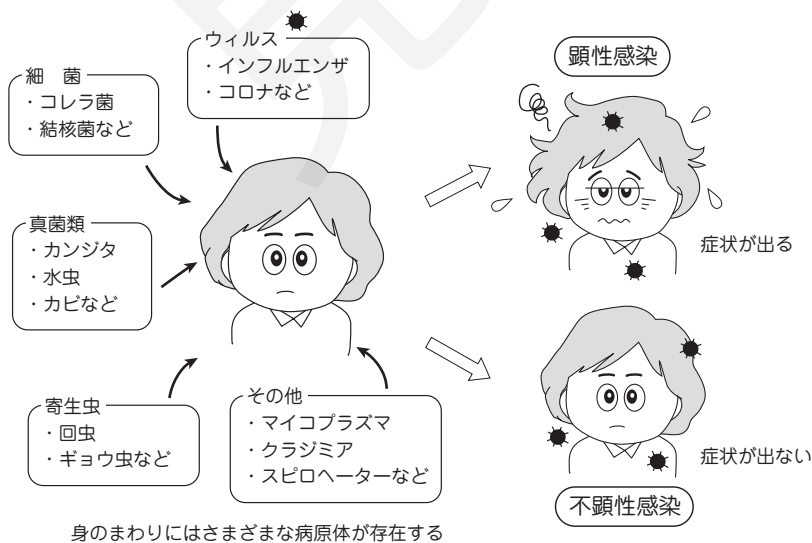


図 10-1 感染症とは

10-1-2 感染症の感染経路

感染症の感染源としては、病原体で汚染された食品、感染者や保菌者・感染動物の排泄物、おう吐物、血液、体液などが挙げられます。感染を防止する有効な対策は、感染源を隔離したり、消毒したりすることなどです。

感染症の主な感染経路は大きく三つに分けられます。

最も感染力が強いのは飛沫核感染（空気感染）^{ひまつ}とよばれるもので、病原体が空気中に長時間滞留し、その間、感染の危険性がずっと持続します。次に感染力が強いのは飛沫感染で、感染者の分泌物の飛沫、例えば咳やくしゃみなどによって感染が起こるものです。ただし、飛沫感染の場合は飛沫核感染と違い飛沫の滞留時間は短いため、咳やくしゃみなどを直接近くで浴びるといったことがなければ感染するリスクは低くなります。三つ目は接触感染とよばれるものです。これは物理的に感染者の体液、血液、おう吐物などに触れなければ感染しないというものです（図 10-2）。



図 10-2 感染症の感染経路

10-2 感染症のパンデミック

世の中にはさまざまな感染症があり、その中にはパンデミックとよばれる世界的な大流行を起こしてきた感染症も知られています。感染症の原因も治療法も十分に確立されていなかった時代には、感染症のパンデミックが起こると、歴史が変わるほどの影響が生じてきました。ここではパンデミックを起こした感染症のうち、死者数の多かったペストとスペイン風邪について紹介します。

ペストはペスト菌の感染によって発症する感染症で、ネズミなどのげっ歯類^{しゅくしゅ}を宿主とし、主にノミによって伝播されます。540年頃ヨーロッパの中心都市ビザンチウムコンスタンチノープル（現在のトルコ、イスタンブール）で広がり、当時は最大で一日一万人の死者が出たと言われています。また、14世紀のヨーロッパで大流行が起こり、黒死病と呼ばれました。当時、ヨーロッパだけで全人口の1/4～1/3にあたる2500～7500万人が死亡したといわれています。

スペイン風邪はインフルエンザの一つで、1918～1920年にかけて世界中で流行し、全世界で約6億人が感染し、2000～4000万人が死亡したとされています。当時の世界人口は18億人

ぐらいだったと考えられているので、世界で3人に1人がスペイン風邪に罹り、50人に1人がスペイン風邪で死亡した計算になります。1918～1920年は大正7～9年にあたりますが、日本でも大きな流行が3回見られ、延べで2400万人近くが感染し、40万人近くが亡くなりました。当時の日本の人口は約5600万人（現在の半分ほど）でしたので、感染者数と死者数がいかに多いかがわかります。

このように、これまでにいくつかの感染症がパンデミックを引き起こしてきました。しかし、19世紀後半になるとようやく、原因となる病原体や治療方法・対処方法が解明されて、それ以降は感染症による死者は激減していきます。例えばペストは、20世紀半ばに抗生物質が開発されてからは、早期に適切な抗生物質を投与することで治療できるようになりました。ただ、治療ができるようになったといっても、感染症そのものを完全になくす（根絶する）ということは非常に難しいことです。その主な理由については、10-9で説明します。

感染症の中で、人類が唯一根絶することができたといわれているのは、天然痘です。

天然痘は、皮膚に多数の水疱（水ぶくれ）ができる病気で、痕が残ることから、罹患したかどうかについて判定することができます。紀元前から伝染力が強く死に至る病気として知られており、エジプトのミイラにも天然痘の痕跡が見られています。日本では日本書紀に最初の記録があるとされ、^{ほうそう}疱瘡とよばれ恐れられてきました。徳川3代将軍家光が天然痘にかかったという記録も残っています。また、明治時代には2～7万人が感染（5000～2万人が死亡）する流行が6回発生しました。海外では、15～16世紀頃にコロンブスの新大陸（アメリカ大陸）上陸によってアメリカ大陸で天然痘が大流行し、1663年には人口およそ4万人のインディアン部落がほぼ全滅したといった記録があります。それまでアメリカ大陸には天然痘がなく、インディアンは天然痘に対する免疫が無かったため大流行となったと考えられています。南アメリカ大陸にあったインカ帝国が滅亡した原因の一つは、ヨーロッパ人がアメリカ大陸に天然痘を持ち込んだからではないかという説もあるほどです。

この天然痘に対して、1796年にジェンナーが種痘とよばれるワクチンを開発しました。その後、患者は減少し続け、ついに1980年にWHO（世界保健機構）が天然痘の世界根絶宣言を出すに至りました。日本でも1956年以降、国内での天然痘の発生は報告されておらず、1975年からは天然痘のワクチン接種が行われなくなりました。

10-3 新興感染症と再興感染症

天然痘のように根絶できた感染症、あるいは、根絶までに至らなくてもある程度流行を抑えることができるようになった感染症もありますが、一方で1970年頃から、以前には知られていなかった新たな感染症（新興感染症）や、過去に流行した感染症で一旦は発生率が減少したものが再び流行する再興感染症とよばれる感染症が出現するようになりました。

まずは再興感染症から紹介しましょう。

代表的な再興感染症のひとつは結核です。天然痘と同じように、結核もエジプトのミイラにその痕跡が見られています。結核は、第二次世界大戦が始まる前の日本では日本人の死亡原因の第1位でしたが、第二次世界対戦の後、結核菌など細菌に有効な抗生物質が開発され、1950年頃から結核患者は減少していきました。ところが近年、抗生物質に対して抵抗性を示す結核菌、い

わゆる耐性菌が出現し、結核は日本を含めた世界中で再び感染者を増やしています。単一の感染症としては、10-5 で説明する後天性免疫不全症候群（AIDS）に次いで世界第二位の死者数となっており、世界で毎年約 150 万人が結核で亡くなっています。日本でも未だに毎年約 18000 人の新たな患者が発生し、約 2000 人が結核で亡くなっているのです。

再興感染症の二つ目として、マラリアについて説明します。マラリアも昔から流行していたと考えられており、6 世紀にはローマ帝国を中心に流行したと言われていています。マラリアは、マラリア原虫を持った蚊に刺されると感染します。1950 年代に殺虫剤 DDT が開発され、蚊を効率よく駆除できるようになったため、一旦はマラリアの感染者が減少しました。しかし、9-2-1 で述べたように、DDT に内分泌かく乱作用があることが判明し、先進国を中心に使用禁止となったこと、また、DDT に抵抗性の蚊が出現したことなどから、現在は再び感染の拡大が見られています。今でも、世界で年間 3～5 億人が感染し、100～200 万人がマラリアで亡くなっています。さらに、地球温暖化でマラリアを媒介するハマダラカの生息域が拡大しており、将来は日本でも蚊に刺されてマラリアに感染する可能性があると言われていています。

インフルエンザも再興感染症の一つといえます（表 10-1）。インフルエンザはこれまでに何度もパンデミックを繰り返しています。10-2 で述べたように、1918～1920 年にかけてスペイン風邪が大流行しました。その後、1957 年にはアジア風邪が大流行し、世界で 200 万人以上が亡くなりました。さらに 1968 年には香港風邪が流行し、世界で 100 万人以上が亡くなっています。最近では 2009 年に新型インフルエンザとよばれるインフルエンザが流行し、1 万 8000 人以上が亡くなりました。インフルエンザについては 10-6 でさらに詳しく説明したいと思います。

表 10-1 インフルエンザ流行の歴史

発生年	名称	タイプ	概要
1918 年	スペインかぜ	A/H1N1 亜型	世界で 2000～4000 万人が死亡（当時の世界人口 18 億人）したと推定される
1957 年	アジアかぜ	A/H2N2 亜型	世界で 200 万人以上が死亡したと推定される
1968 年	香港かぜ	A/H3N2 亜型	世界で 100 万人以上が死亡したと推定される
2009 年	新型インフルエンザ	A/H1N1 亜型 (A/H1N1 2009)	世界の 212 以上の国・地域で感染を確認し、1 万 8000 人以上が死亡したと推定される

表 10-2 感染症の分類

類型	疾病名
1	エボラ出血熱、クリミア・コンゴ出血熱、痘そう（天然痘）、南米出血熱、ペスト、マールブルグ病、ラッサ熱
2	急性灰白髄炎、結核、ジフテリア、重症急性呼吸器症候群（SARS）、中東呼吸器症候群（MERS）、鳥インフルエンザ（H5N1）、鳥インフルエンザ（H7N9）
3	コレラ、結核性赤痢、腸管出血性大腸菌感染症、腸チフス、バラチフス
4	E 型肝炎、ウエストナイル熱、A 型肝炎、エキノコックス症、狂犬病、ジカウイルス感染症、つつが虫病、デング熱、鳥インフルエンザ（H5N1/H7N9 を除く）、日本脳炎、ボツリヌス症、マラリア、他（計 44 種）
5	ウイルス性肝炎（E 型及び A 型を除く）、クロイツフェルト・ヤコブ病、水痘、梅毒、破傷風、風しん、麻疹、インフルエンザ（鳥 / 新型を除く）、手足口病、流行性耳下腺炎、後天性免疫不全症候群（AIDS）、他（計 48 種）
新型インフルエンザ等感染症	
指定感染症	新型コロナウイルス感染症

2021 年 1 月末現在、厚生労働省ホームページをもとに作成。