

# 中学校社会科地図帳から 地球環境問題を読み解く

東京大学教授 武内和彦

## 1 地球環境問題への認識の深まり

地球環境問題には、地球温暖化、酸性雨、砂漠化、森林減少などが含まれる。これらの問題のうち、砂漠化や森林減少の問題は、はるか昔、世界の四大文明の誕生とともに始まったといわれている。また、地球温暖化や酸性雨の問題は、化石燃料の使用と深く関係しており、産業革命以来の人間活動に起因する問題である。そもそも地球環境問題は、人間活動がもたらした問題なのである。

工場からの排煙などが原因である酸性雨は、すでに18世紀後半には局所的な大気汚染として認められていたが、1950年代以降は、イギリスやドイツの工業地帯起源の酸性雨が国境を越えてノルウェー、スウェーデンなど北欧諸国に運ばれ、森林被害や湖沼の酸性化をもたらした。『中学校社会科地図 初訂版』（以下地図帳と略称）の16ページ⑦には、酸性雨の影響と考えられるチェコの森林被害が掲載されている。これは旧東ドイツの工業地帯からの排煙や車の排ガス由来の酸性物質が、チェコとの国境沿いのエルツ山地に飛来し、広範な針葉樹林の立ち枯れ被害をもたらしたものである。

地球温暖化についても、産業革命以降の化石燃料使用の急増に伴う人為的な温度上昇の傾向は顕著に認められ、イギリスの物理学者・ティンドール（Tyndall）やスウェーデンの科学者・アレニウス（Arrhenius）は、すでに19世紀後半には、二酸化炭素の増加がもたらす温室効果で地球気温が上昇することを科学的に解明していた。しかし、地球環境問題が人類の生存を脅かしかねない大問題であることが国際的な交渉の場で本格的に討議

され始めたのは、1980年代に入ってからである。先進国首脳会議（サミット）でも、この問題が重視されるようになった。

こうした国際社会の動向を踏まえて、1992年にブラジルのリオデジャネイロで開催されたのが、環境と開発に関する国連会議（地球サミット）である。この会議では、気候変動枠組条約が採択され、国際的な条約交渉の枠組みができあがった。この会議では、また、世界の生物多様性や生態系を保全するための生物多様性条約が採択され、さらに、アフリカ諸国の強い要請で砂漠化や土地荒廃に立ち向かうための砂漠化対処条約の交渉が開始された。このように、地球サミット以降、地球環境問題の解決をめざすさまざまな取り組みが始まったのである。

## 2 地球温暖化問題

地球環境問題の中でも、とりわけ地球温暖化問題は、産業革命以降の世界の経済発展を支えてきた石炭、石油などの化石燃料の大量消費に伴う大気中の二酸化炭素など温室効果ガス濃度の急激な増加が大きな原因であり、近代文明そのもののあり方を根本的に問い直す問題である。地球温暖化問題を科学的に議論する国際的な場として国連によって設けられた「気候変動に関する政府間パネル（IPCCと略称される）」は、膨大な数の専門家の科学的知見を集大成した報告書を公表し、国際的な条約交渉に対して重要な科学的知見を与えている。2007年に公表された第四次評価報告（AR4）では、過去100年間の間に平均地上気温は0.74℃上昇し、過去50年の昇温はほぼ確実に（90%の確率で）温室効果ガスによるものと断言した。



「中学校社会科地図 初訂版」p.15～16

このAR4では、これまでの温暖化の結果、山岳氷河の後退や、海水の膨張、氷床の減少による海面上昇がもたらされた可能性が極めて高いとされた。地図帳の15ページ①には、アルプス山脈の氷河が顕著に縮小した事実を、同じ氷河で1840年に描かれた写実的な絵と2001年に撮影された写真を用いて示している。また、地球温暖化の進行の程度は、地域によって異なり、極地域での昇温傾向が他地域よりも高いことが指摘されている。今後北極海の海水やグリーンランドの氷床に大きな影響が現れると予測されている。とくに北極海の氷床は、年度ごとの変動はあるものの、長期的には顕著な減少傾向を示し、今世紀中の消滅が危惧されている。

海面上昇についてAR4は、1961年以降で年間 $1.8 \pm 0.6\text{mm}$ 、1993年以降で年間 $3.1 \pm 0.7\text{mm}$ 上昇し、20世紀を通じて17cm上昇したと報告している。こうした海面上昇は、サンゴ礁からなる海拔の低い太平洋の島々に徐々に影響をもたらしている。AR4では、今後も化石燃料に依存した高い経済成長を続けた場合、今世紀末までに20世紀最後の20年と比べ、26～59cm海面が上昇すると予測している。地図帳15ページ③には、モルディブのサンゴ礁の島の写真が掲載されているが、海岸侵食が進んで家屋が倒壊するなどの被害が出始めている。島の平均標高は約1mほどであり、今後も海面上

昇が続けば、島が水没の危機に瀕し、いずれは他地域に集団移住せざるを得ないことになる。地球温暖化の原因となる化石燃料の大量消費国ではない島々に暮らす人々に深刻な被害をもたらすところに、この問題の複雑さが現れている。

地球温暖化を緩和することは容易なことではない。また、現時点で緩和策を講じたとしても、これまで排出した温室効果

ガスの影響で今後の一定の温度上昇は避けられない。しかし、AR4が予測したように、今後も化石燃料に依存した高い経済成長を続けると、今世紀末には平均地上気温が約 $4.0^{\circ}\text{C}$  ( $2.4\sim 6.4^{\circ}\text{C}$ ) 上昇することになり、地球上の生態系、水循環システム、農林業や健康など人々の暮らしに壊滅的な打撃を与えることが危惧されている。そこで、そうした影響を回避するために、今世紀中の地球温暖化を $2.0^{\circ}\text{C}$ 程度に抑えるための緩和策を講じるべきとの意見が強まっている。そのためには、世界が2050年までに温室効果ガスを半減するといった大胆な政策を講じる必要がある。とくに、徹底した省エネルギーを推進するとともに、太陽光、風力、バイオマス、地熱等の再生可能エネルギーの開発が急務である。地図帳16ページ⑩には、自然の恵みの活用例としてニュージーランドの地熱発電所の写真が掲載されている。火山国である日本でも、地熱利用が進められている。124ページにある「B電力の供給」の図には、日本にある地熱発電所や風力発電所の場所が記されている。

### 3 砂漠化問題

砂漠化対処条約では、砂漠化を「乾性地（乾燥地域、半乾燥地域、乾性半湿潤地域）における気候変動ならびに人間活動を含むさまざまな原因によっておこる土地荒廃」と定義している。世界の

生態系の現状を総合的に評価した「ミレニアム生態系評価」では、世界の乾性地（drylands）は陸域の約41%を占め、そこに世界人口の約3分の1にあたる約20億人が暮らし、その10～20%で土地荒廃が引き起こされていると見積もられた。こうした土地荒廃を引き起こす原因としては、干ばつや乾燥化など気候変動に由来するものと、過放牧、過耕作、森林破壊など人間活動に由来するものがある。また、その結果引き起こされる土地荒廃としては、土壌侵食（風食と水食）、塩類集積、草原生態系の劣化、森林減少などがあげられる。

地図帳16ページ⑤には、アメリカ合衆国における塩害が発生した綿花畑の写真が掲載されている。乾性地では、過去に海面下にあった低地などを中心に、自然状態でも土壌中の塩類が地上に上昇する塩類集積の現象が見られるが、灌漑を伴う農業開発は、そうした塩類集積をさらに進める結果をもたらす可能性が高い。それは、気候的に乾燥した乾性地を灌漑すると水の蒸発が盛んなために、土壌中の塩類の上昇がさらに活発になり、灌漑水に含まれていた塩類が地表に蓄積するからである。こうした問題を解決するには、節水灌漑など塩類集積を引き起こさない農業方式に転換するとともに、塩害が発生した土地の環境修復が必要である。

さて、地図帳15～16ページに掲載された世界地図では、砂漠化の激しい地域、進行している地域、砂漠の分布が示されている。この図から、サハラ砂漠の周辺部のサヘルで砂漠化が激しいように、砂漠の周辺部で砂漠化の進行が激しいことが読み取れる。これは、そうした乾性地では、農牧業を営める程度の降水量があるのに対し、土壌侵食、塩類集積などを引き起こしやすい脆弱な土地であるため、過度の人間活動がより土地荒廃につながりやすいためである。砂漠化は、アフリカ地域や南アメリカ地域など途上国の乾性地で深刻なばかりでなく、アメリカ合衆国やオーストラリアなど先進国の乾性地でも大きな問題となっている。中央アジアでは、カザフスタンを中心に、ソビエト連邦時代の大規模灌漑がもたらした土地荒廃が深刻である。

砂漠化は、地球温暖化の進行により、さらに深刻になると予想されている。地上平均気温の上昇は、降水量分布にも大きな影響をもたらすと考えられている。おおまかにいうと、降水量の多い地域ではより降水頻度や降水強度が増し、逆に、降水量の少ない地域ではいっそう降水量が減少し、干ばつの被害がより深刻になると予想されている。また、温度上昇で、寒冷な乾性地における春先の凍土の融解が早まり、国境を越えて運ばれる砂塵（東アジアでは黄砂と呼ばれる）の被害も広がることが懸念されている。日本も、オーストラリアの干ばつがうどんの原材料となる小麦価格の暴騰につながり、黄砂の被害が日本各地で報告されるなど、地球規模の気候変動や砂漠化の進行とは無関係ではあり得ない。

#### 4 人間活動による森林破壊

砂漠化は乾性地における土地荒廃の問題であるが、湿潤地においても土地荒廃は引き起こされる。その代表的な例は、アマゾンなどの熱帯林地域の土地荒廃問題である。地図帳の16ページ⑥には、牧場開発のために焼きはらわれた熱帯林の写真が掲載されている。こうした熱帯林の破壊は、そこに生育・生息する野生の動植物に対して壊滅的な打撃をもたらし、生物多様性を減少させる。また、それとともに、露出された地表は、大量の降雨に洗われ、土壌侵食が引き起こされて、土地の不毛地化が進む。15～16ページの世界地図からもわかるように、赤道付近に分布する熱帯林は、高温多湿環境で植物はよく成長するが、腐植の分解も早いので、表土は極めて薄い。しかも岩石の風化が土層深くまで進むので、土壌侵食量も大きくなる。そうしたことから、いったん土壌侵食が引き起こされると回復が難しいのである。

劣化した土壌上に植生を回復させるのは容易ではない。地図帳16ページ⑨には、マレーシアでの、過度の焼畑であれた土地を植樹活動によって回復させるための熱帯林再生実験のプロジェクトが紹介されている。ここでは、劣化した土壌を回復させつつ、地域に生育する樹種で熱帯林を再生する努力が払われている。それは、この地域に棲む



## 5 持続可能な社会をめざして

貴重な野生生物であるオランウータンの生息環境を保全することにも貢献する。このほか、熱帯林地域では、これまでの単一作物栽培によるプランテーション方式を見直し、多層な構造からなる熱帯生態系の長所を生かした、林業と農牧業を組み合わせたアグロフォレストリーと呼ばれる複合経営も試みられている。熱帯林地域では、木材や食料生産のみならず、再生可能エネルギーの一つであるバイオ燃料生産も進められており、熱帯林保全に向けたさらなる取り組みが必要である。

熱帯林の例に見られるように、森林破壊は、野生生物の生息環境に大きな被害をもたらす。地図帳15ページ④には、アルゼンチン・バルデス半島で、牧羊地の拡大により、ペンギンの生息環境が脅かされている様子が示されている。先に述べたミレニアム生態系評価によると、過去50年間の人間の活動は、大規模な生態系の破壊をもたらし、これまでにない規模の生物多様性の減少をもたらしてきたと報告している。2010年に、名古屋で開催される生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)では、生物多様性と生態系を保全するための長期的な戦略が討議される。日本も、COP10を機会に、この分野で大きな国際貢献を行うことが期待されている。

地図帳15～16ページの世界地図には、1年間に消失した森林面積が掲載されているが、この図からわかるように、中南米、アジア、アフリカなどの開発途上国において森林減少が著しい。こうした森林減少を食い止め、生態系の恵み(生態系サービスという)を損なわずに持続的に利用していく方策が求められている。先に述べたアグロフォレストリーもその一方策であるが、それ以外にも様々な取り組みが行われている。その一例が、エコツーリズムの振興である。豊かな自然景観を多くの観光客に訪れてもらい、自然を損なうことなく地域に経済的な利益をもたらすという考え方である。地図帳16ページ⑧には、ザンビア、ジンバブエの国境にある雄大なビクトリア滝の写りが掲載されている。世界遺産に指定されたこの滝の付近にはホテル群があり、世界各地から観光客が訪れ、両国の経済に大きな恩恵をもたらしている。

以上述べてきたような地球環境問題を克服し、21世紀半ば頃までに持続可能な社会の構築をめざすことは、人類に課せられた大きな課題である。いま世界は、やっと低炭素社会や自然との共生をめざす方向で、共同歩調を取り始めている。気候変動枠組条約では、2008～2012年までの温室効果ガスの削減目標を取り決めた京都議定書以降の新たな合意の枠組みが模索されている。京都議定書を批准しなかったアメリカ合衆国が、オバマ政権の誕生により、京都議定書以降の温室効果ガス排出削減の中期目標(2020年)、長期目標(2050年)の議論に積極的に関与し始めた。また、これまで経済発展を阻害するとして温室効果ガスの削減に慎重な姿勢を示していた中国やインドなどの新興国も、化石燃料によるエネルギー利用がこのまま増大していくと、環境面のみならず資源面でも限界を迎えるとの危機意識をつのらせている。近い将来、世界全体の低炭素社会実現に向けての国際的合意が得られることを期待したい。

一方、そうした合意が得られたとしても、今世紀中の一定の地球温暖化は避けられないという問題もある。そのため、温暖化に適応するための方策を検討することも同時に行っていく必要がある。とくに、アフリカ諸国などの開発途上国は、地球温暖化の被害をより受けやすいといわれており、現在問題となっている貧困状態がさらに悪化する可能性が高い。したがって、日本のような先進国は、自らの温室効果ガスの積極的な削減に努めるとともに、温暖化がもたらす環境変化に対する対策を講じるとともに、積極的に開発途上国の温暖化適応策を支援していく必要がある。温暖化の適応策とは、自然災害を柔軟に受け止める国土づくり、温暖化に適応した農業の振興、健康被害を軽減するための対策などさまざまであるが、これらの対策には、砂漠化防止、生物多様性・生態系保全とも共通する内容が多く含まれている。今後は、さまざまな地球環境問題を総合的に解決するための共通戦略の構築が必要となろう。