

コンピューターを利用した地域の 地質に関する教材の開発

荻原 彰*

1. はじめに

地域の地質の教材化は身近な自然ということもあって生徒の地質学習への動機づけがしやすく、また実習用の素材が入手しやすいという面で望ましいことといえる。その際、地質の実地観察を行うのが最も有効な方法と思われるが、学校近辺を除くと通常の授業では現地での観察が困難であり、地域全体の地質を扱う場合には視聴覚的方法が適しているように思われる。しかし単なるスライド・写真などの提示だけでは、手や体を動かして実感するという面に欠け、何らかの形で実習を組み合わせることが必要だと考えられる。このように視聴覚的方法と実習を組み合わせた例としては岩石標本の観察と地質図、地史を組み合わせたもの(1989, 藤岡他)や衛星画像の写真から水系や線状構造を読みとるもの(1985, 新田), 地層の剥ぎとり標本から地史を組み立てる(1990, 藤岡他)ものなどが見られる。

これらの方法はいずれも独創性に富む優れた方法であるが、本研究ではコンピューターを用いて視聴覚的方法と実習を組み合わせしてみた。コンピューターを使用したのは次のような利点が考えられるためである。

① コンピューターの場合は提示できる情報が写真、図、文章など多様で、写真と図の重ね合わせなどの操作もできる。揭示順序の変更や画像の拡大・縮小などの操作も容易で、スライドやスチール写真などの他の視聴覚的方法に比して柔軟性に富んでいる。

② 個別または班別に実習の指示・情報の提示ができ、各々に適したペースで情報の理解や実習を行うことができる。写真やスライドを各班ごとに容易することも可能だが、かなりの手間と費用がかかる。コンピューターの場合は作成したコースを班の数だけコピーすればよい。

なお教材作成自体はスキャナーとコンピューター、更にオーサリングソフトがあれば容易にできるが、実習とコンピューターからの指示を組み合わせることで地域の自然を探究する教材の開発は地学教育学会、科学教育学会、理科教

育学会など地学教育に関係すると思われる各種学会の学会誌に論文としてとりあげられたことはなく、参考にした先行研究はない。

2. 教材として取り上げた地域

須坂高校は長野県上高井地域の須坂市に位置しており、本教材も須坂市周辺の地学事象を対象としているので、上高井地域の地質を「上高井誌」に従って簡単に述べておきたい。

上高井地域は長野盆地東縁に位置し、その東縁は四阿山、御飯岳の諸火山とそれを作るカルデラが連なりそこから流れ出す百々川、松川などが扇状地群を作り、西流して千曲川に注いでいる。

この地域の基盤岩は石英閃緑岩やヒン岩、第三紀堆積岩類であり、火山岩類はこれらを基盤として火山を構成している。この地域は第三紀中新世には海におおわれ、厚い海成堆積物が形成された。その後隆起が起り、同時にヒン岩、続いて石英閃緑岩の貫入が起り、これら火成岩はやがて差別浸食によって地上に突出するようになってきた。第四紀には四阿山、御飯岳、などが形成された。上高井地域の位置を図1、教材化した露頭の位置を図2に示す。

3. 教材の構成

筆者の勤務する高等学校は長野県須坂高等学校であり、試行は本校の3年生の選択地学受講生31人を対象として行った。また教材として取り上げた地学事象は、本校の近くを流れる百々川地域に見られる事象をとりあげた。コンピューター上で百々川を下流からさかのぼりながら、川沿いに見られる地学事象を勉強してゆくという構成になっており、取り上げる事象、実習内容は表1(教材の目標と内容)に示す。

既に地質についての学習は終了しており、地域の地質現象の学習を地質学習の最後のまとめとする意味で本教材を行った。

なお通常の一斉授業の形態では導入、展開、まとめなどの段階があり、指導計画を示す必要があるが、本教材

* 長野県須坂高等学校

1994年9月22日受付 1995年1月28日受理

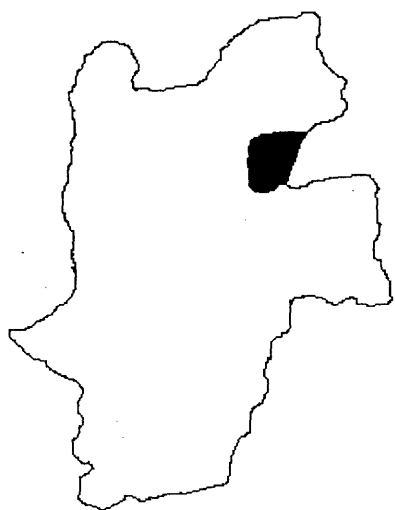
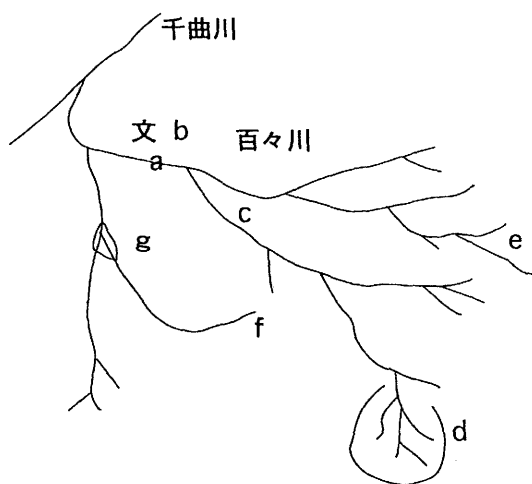


図1 上高井地域の位置・長野県上高井地域
(輪郭は長野県、塗ってあるが上高井)



a 高甫橋 b 臥竜山 c 夏端の溶結凝灰岩
d カルデラ e 五味池 f 土石流発生部
g 土石流の被害を受けた部分
文の印は須坂高校

図2 教材化した地域の概念図

は観察・実験も含め、すべてコンピューターからの指示による班毎の学習なので、各班は全く独自のペースで学習を進めてゆくようになっており、指導計画とよべるものは特になく。しかし実際には、不良フロッキーのため、立ち上がりに手間取った班も含めてすべての班が4時間でコンピューターによるコースを終了した

実地観察はコンピューターによる学習がすべて終了した段階で、1時間をかけ、臥竜山の露頭についてのみ行

目標 これまで学習してきた各種の地質事象が地域にどのようにあらわれてきているかを知ることにより、地域の自然への親しみを深め、また地質学習のまとめとする

とりあげた場所と地学事象

コンピューター画面及び 室内実習	
場所	事象
須坂市小山	天井川
須坂市南原臥竜山	残丘 岩石の同定
須坂市夏端	溶結凝灰岩
須坂市米子	カルデラ 鉱物の肉眼による鑑定 断層分布
須坂市五味池	地滑り地形
須坂市仁礼	土石流の被害状況 土石流の原因
実地観察	
須坂市南原臥竜山	ヒン岩、泥岩の露頭 メタセコイア

表1 教材の目標と内容

った。現実の露頭の観察は視聴覚的方法では代替できない実感を与えてくれると考えられるので、授業時間内で行ける臥竜山で行った訳である。

コンピューターはシャープMZ、オーサリングシステムとしてはマイコンクラスルームCAIシステム、写真の入力にはシャープハンディスキャナーを使用した。なおマイコンクラスルームCAIシステムではスキャナーの画像をグラフィックデータの種類として扱えるので、写真をスキャナーでとりこみ、それをグラフィックデータとして登録し、マイコンクラスルームCAIシステムで指示する画像とした。

班(4, 5人)に1台ずつコンピューターを配置し、写真・図の提示、実験の指示はコンピューター及びプリントにより行った。

教材の内容は次の通りである。

(1) 高甫橋付近の地形(天井川)

須坂市は百々川を始めとするいくつかの河川の複合扇状地に位置し、百々川は上流から運搬してきた砂れきのため河床が上昇して天井川となっている。そこで地形図の読み取りから百々川が天井川であることを示すこととした。

高甫橋付近の地形図を渡し、その地形図上の指定した点の標高(7ヶ所)を読み取り、コンピューターに入力する。入力が誤っている場合には再度の入力が指示される。正確に入力し終わると画面上に地形断面が表示さ

れ、上述のような天井川の説明がなされる。

(2) 臥竜山(残丘)

臥竜山は泥岩とそこに貫入したヒン岩が扇状地上に残丘として突出している地形である。

ここではまず臥竜山周辺の扇状地のレキ層断面を写真

と図による画面(図3)で示した。一方、臥竜山を作っている岩石(泥岩, ヒン岩)が周辺の扇状地堆積物とは違うものであることも露頭の写真と実物により示した。実物観察は泥岩については堆積岩標本との比較・固定, ヒン岩については簡易偏光顕微鏡による観察・同定を行

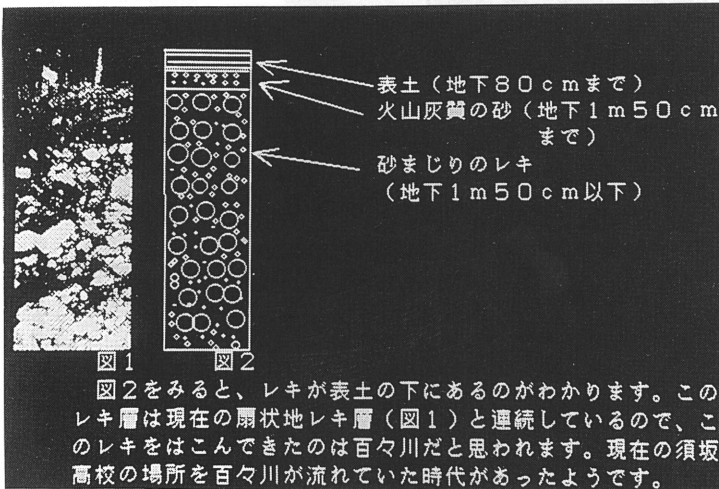


図3

扇状地レキ層の断面(左は須坂高校より上流で百々川のたい積させたレキ, 右側は須坂高校におけるボーリングデータの図)



図4 溶結行灰岩の崖
(縦に走っているのは節理)



図5
百々川流部のカルデラ

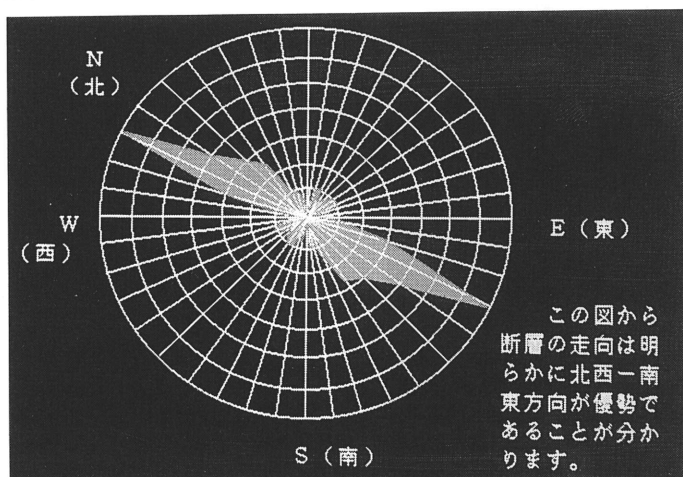


図6 百々川上流部における断層の走向



- 等高線を塗り分けてみると五味池の地形的特徴がわかります。
1. 上部が急傾斜の崖、下部も急傾斜の崖、真ん中の部分は池のあるクボチ
 2. 池のまわりで等高線が乱れている。
 3. 上部の崖が池に近づくにつれてU字型の等高線から逆U字型の等高線に変化している。

これらの特徴は地滑りによってできる地形に多く見られるものであり、五味池は地滑りによってできたくぼ地に水がたまったものと考えられます。

図7 五味池周辺の地形
(五味池は図の中央)

った(観察に使用したプレバートは教師の製作)。

次に、臥竜山がその周囲の扇状地と違う地質となっていることと理由として、基盤の凸部が扇状地堆積物に埋め残されて丘として残存したものが臥竜山だと考えられることを図により説明し、まとめとした。

臥竜山へは実地見学も行い、泥岩とヒン岩の産状、メタセコイア、戦時中に掘られて放棄された横穴(軍事物使用と思われる)の観察と説明を行った。

(3) 夏端(溶結凝灰岩)

須坂市夏端には火砕流堆積物と見られる溶結凝灰岩の大きな露頭が見られる(図4)。この溶結凝灰岩の岩片の表面を磨いて平滑にし、岩石の組織を観察しやすくしたものを各班に渡し、スケッチを行わせた。岩片の組織は火山灰の基質の中に大小の火山レキが混ざりあった岩相を示しており、このような岩相から火砕流堆積物と考えられることを示した。

(4) 百々川源流部のカルデラ

百々川源流部には爆裂と浸食によって形成されたと思

われるカルデラが存在する。

ここでは、まず平坦な火口原と爆裂によって破壊された旧火口壁から流れ落ちる滝という対照的な2つの光景を写真により呈示し、なぜこのような対照的な地形が生じたのか疑問を投げ掛けた。さらにこの地域の航空写真(図5、グラフィクスで水系をなぞってある)から源流部は巨大な窪地状地形となっていること、源流部をなす水系はこの窪地から集水して窪地北西端から流下していること、さらに平坦な部分はこの窪地の底部、滝は窪地をくぎる壁の一部が崩れた部分にあたることを示した。

また旧火口内部および周辺から採取した岩石に含まれる黄色の鉱物(硫黄)を鉱物鑑定表より鑑定(色、硬度、光沢により鑑定)する観察も行い、上述の地形的特徴も考慮すると百々川源流部はかつての火口であり、その北西端におこった爆裂によって北西の火口壁の一部を失って現在の姿となったという説が考えられることも示した。

なおここでは本校地学部が百々川上流部における断層



図8 土石流により流された車

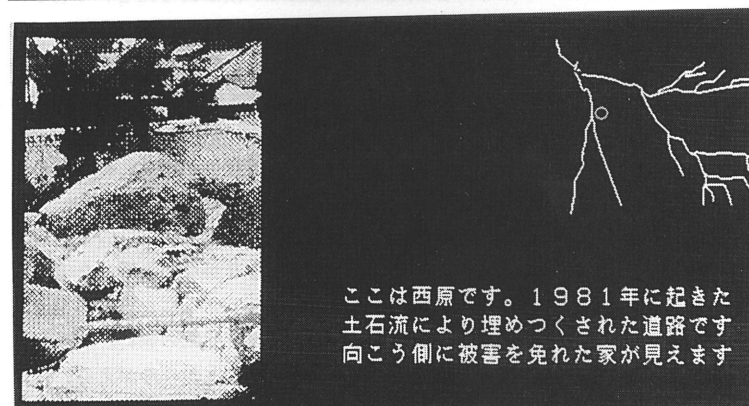


図9 土石流により埋められた道路

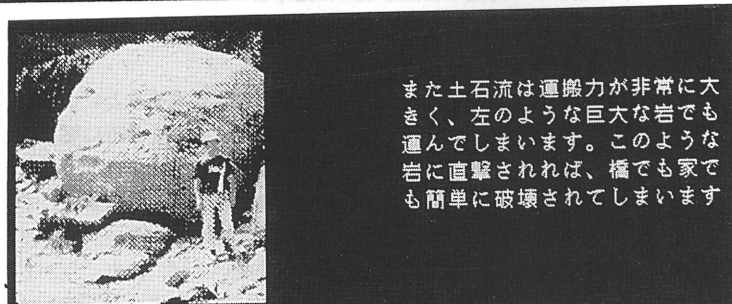
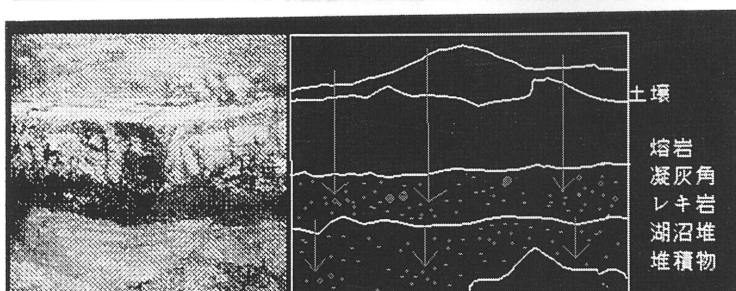


図10 土石流により流されてきた巨岩



別所層（泥岩）

水は凝灰角レキ岩からさらに湖沼堆積物のほうへしみこんでゆき、そのためもともと軟弱な湖沼堆積物がさらに軟らかく流動しやすくなって、上部の熔岩の重みに耐えきれず、崩れおちました。

図11 土石流の起こったロットの沢源頭部
(右側の図は左側の露頭写真を図にしたもの)

の走向を調査したデータ(図6)も示し、走向の分布状態から考えて断層の発達には北西—南東方向に著しいこと、これはカルデラ内及び須坂地域の河川の流路の一般走向とも一致し、断層に沿った河川の浸食がカルデラを拡大させる一因とも考えられることを紹介した。

(5) 五味池周辺の地滑り

須坂市北東方の破風高原に存在する五味池は爆裂火口であると思われてきたが、池周辺の地形、爆裂による放出岩片が見られないことから、地滑りによってできた池であると考えられるようになってきた。

ここでは五味池とその背後にある滑落崖を写真で示し、地形的特徴を分かりやすくするため、地形図のプリントを等高線ごとに塗り分ける作業を行う(図7)。作業後、塗り分けた図から、池の周囲での等高線の乱れ(池の南北で等高線の描くカーブの方向が逆転)を指摘し、五味池が地滑り地形である可能性が高いことを示した。

(6) 仁礼地区の土石流

須坂市東方の仁礼地区では昭和56年8月23日に土石流が発生し、死者10人、被害家屋123戸という大きな被害を出した。この土石流は百々川支流の宇原川上流ロットの沢のキャップロック状(重い熔岩が凝灰角レキ岩や湖沼堆積物の上に乗っている)源頭部斜面が225mm(年間雨量の約 $\frac{1}{4}$)にも達する豪雨により下部の湖沼堆積物が崩壊し、それが引き金となって発生したもので、標高差830mを一気に流れ下っている。ここではまずその当時の被害状況(田畑を埋めつくした土砂や流木、上流から流されてきた車、土石流により埋めつくされた道路、土石流により運ばれてきた巨岩)の写真(図8、9、10)を示し、さらに土石流発生の原因をなしたロットの沢源頭部斜面の写真とその概念図により崩壊の原因を説明した。(図11)

その後、災害被害者の方々の手記を読ませ、感想文を書かせた。

4. 教材の評価

教材の評価は自由記述法で行った。

コンピューターを使った学習については肯定的評価が多く、「パソコンは楽しく、集中できて、頭にもすっと入ってくるような気がしました」のように楽しかったとする者が19人、「地層の堆積物の構造が、今までよくわからなくて苦手な分野だったのですが、画面で色わけしたイラストとなって表されていたので、とてもわかりやすかったです」のようにわかりやすかったとする者が10人であった。その他の感想としては身近な自然でありな

がら知らない事が多かったと感じた者4人、図が美しいと感じた者3人、パソコンに親しみが持てたとした者2人、自分で取り組み、自分の目でみることで良かったとする者1人、実際岩石を見ながら学習したのが良かったとする者1人であった。一方、批判的評価としては他人まかせの人がいたという者1人、地図に陰影がほしかったとする者1人、もっと時間的にゆとりが欲しいという者1人、わかりにくい所があったという者1人、班別でなく普通の授業でコンピューターを利用してもらった方が良いと感じた者1人、授業の意図が良く分からなかったという者1人、うまく進行しなかったとする者1人であった。

実地観察については肯定的評価が減り、興味深かったとする者9人、分かりやすかったとする者6人、身近な臥竜山を良く知らなかったとする者7人、つまらなかったとする者2人、時間にゆとりがないと感じた者3人であった。実地観察はコンピューターによる室内での学習を補う意味で設定したが、授業時間の制約のため、余裕のない学習になってしまったことがうかがえる。しかし身近な自然を以外に知らないことを自覚し、より自然を近しいものとしてとらえるという意味で有用だったと思われる。

おおざっぱにいうと、理解を促進するという面でコンピューターによる室内学習が、自然を身近に感じるという面では野外学習が優れていると言えよう。

全般的には肯定的に評価されており、授業としては成功したと思われるが、改善すべき点も多い。まずコンピューターによる学習についていえば、各班につき1台ずつコンピューターを配分し、その指示にもとずき学習を進めるという形式を取ったために他人まかせの消極的な生徒が出てきてしまったこと、またスタンドアロン形式で行ったために不良なフロッピーを使った班は立ちあげができず、フロッピーを交換する手間の分、他の班より学習が遅れてしまったことなどである。また実地観察については時間があまりとれず、そのため、全員にハンマーやクリノメーターをつかわせることができないで、不満をのこしたことがあげられる。

5. 謝 辞

本研究をすすめてゆくにあたり、筑波大学情報処理センターの中山和彦先生、東原義則先生、同センター研修生の上石幸雄先生、長野市立裾花中学校の柳沢勉先生に多大なご援助をいただいたことを感謝します。

参考文献

- 新田幹雄 (1985) : 空中写真・衛星画像を利用した地域学習。身近な自然を生かした地学教材の研究, 全国理科教育研究協議会編, pp.112~117.
- 上高井教育会 (1965) : 長野県上高井誌自然編
- 長野県須坂市 (1982) : 悲しみをのりこえて, 昭和56年8月23日来襲。15号台風激甚災害の記録。
- 平岡由次, 藤一郎, 竹本浩, 岡島明保, 藤本雅巳 (1989) : 標本「大阪の岩石」の製作とその授業への展開。地学教育, 42巻, 5号, pp.205~210.
- 藤岡達也, 芝山元彦, 稲川千春, 矢戸俊夫, 芝川明義, 平岡由次, 藤一郎 (1990) : 剥ぎ取りによる「地層標本」の教材化。地学教室, 43巻, 4号, pp.115~121.

萩原 彰 : コンピューターを利用した地域の地質に関する教材の開発 地学教育 48巻, 2号, 49~55, 1995年3月。

〔キーワード〕 地域の地質, コンピューター, 室内実習

〔要旨〕 地域の自然を教える際に, 教材提示と自習の指示をコンピューターで行い, 班別の室内実習と野外実習を組み合わせた教材の開発を行った。取り上げた内容は天井川, 残丘, 溶結凝灰岩, カルデラ, 地滑り, 土石流である。生徒からは肯定的評価を得た。

Akira OGIWARA : Development of teaching material about the geology using computer. *Educ, Earth Sci.*, 48 (2), 49~55, 1995.

紹 介

小西誠一著 地球の破産—人口・環境・資源をめぐる21世紀のシナリオ— 新書版—261ページ ブルーボックス 講談社 1994年12月20日初版 780円込。

私たちは、今日、豊かで快適な生活に恵まれている。今日の高い経済水準、高い生活水準は、今世紀、とくに1950年頃以降に急テンポになった経済成長によるものである。このような急成長は、莫大なエネルギーと資源の消費によって支えられていること、そのため資源の枯渇や地球環境の悪化の危機を招いていることを、はたしてどのくらいの人々が認識しているだろうか。人類に大きな危機が忍びよっていることなど、とても実感できないのではないかな。

本書は、地球と人類について、現状を分析し、それから導かれる予測について述べ、読者に未来を考えるための情報を提供し、多くの人にその実態を認識してほしいという著者が願いをこめて書かれたものである。人類の危機に対して、今から対策を始めたのでは遅いくらいなのである。予測される危機に対する世界の対応は極めて遅れていると、著者は指摘している。

20世紀は人類が驚異的に急成長をとげた時代である。すなわち、世界人口は世紀初頭には16億であったのが、現在はその3.5倍の56億を超えて膨張を続けている。世界の総生産はこの80年間に20倍以上、化石燃料の消費量は12倍に伸びている。

本書では、人類生存のため最も重要な基盤であるエネルギー・食糧・資源・環境について、その何が問題なのか、多くの統計資料を簡潔化した図表を付してわかりやすく述べられている。

内容は、次の7章からなる。

- 1章 20世紀の地球と人類
- 2章 世界の人口〔世界の人口推移と人口爆発、人口爆発の原因、地域別人口爆発〕
- 3章 世界の食糧〔穀物生産の推移、耕作面積と土地生産性の実態、地域別穀物・食肉・漁業生産の推移と実態、食糧供給と飢餓人口〕
- 4章 世界のエネルギー〔エネルギー消費の推移と地域別の消費量、エネルギーのフローと消費の実態・エネルギーの比較と選択、新しいエネルギーの開発状況と見通し、省エネルギーとエネルギー効率の改善〕
- 5章 地球の資源〔エネルギー資源、原子力エネルギ

ーと資源問題、鉱物資源、森林資源〕

6章 地球の環境〔大気の汚染、地球環境問題、原子力エネルギーと放射線汚染〕

7章 21世紀の地球と人類〔人口と食糧、エネルギーと環境、地球の破産と人類の選択〕

あとがき

本書によれば、2010～2025年頃、地球は危機状態にたちいり、増え続ける人類を養うことができなくなって地球は破産するのではないかな。破産が宣告されるまでに人類はいろいろな選択をしなくてはならないだろう。人類が迫られる選択は、大きな犠牲と大きな困難を伴うものばかりであるが、やらなければならない。最後に著者は、考えられる対策として6つのプログラム〔開発途上国における人口抑制・近代化、非化石エネルギーの拡大、世界経済成長の抑制など〕をあげている。もちろん、これ以外にもいろいろなプログラムがあると思うが、早い時期にとりかかることと、利害関係を越えた国際間の合意と協調が前提になること、など問題はいっぱいある。

環境問題を考える一視点として多くの人に一読をおすすめしたい。
(平山)

高辻正基著 地球と人類は持続するか—一定常平衡文明に向けて— 四六判—118ページ 裳書房ポピュラーサイエンス 1994年11月初刷 1236円

人類は、大昔から現在にいたるまで、飢餓・疾病・戦争そして各種の自然災害などさまざまな危機にさらされてきた。このような危機は今もなお存在しているが、科学技術によって克服し発展を続けていくことができた。

ところが、近年は事情が少し変わってきている。すなわち、地域の自然環境の破壊と地球的規模の環境問題として新しく登場してきた危機は、近年の科学技術を中心とした経済的發展に伴ってもたらされたものである。

資源の枯渇と地球環境問題の深刻化によって、人類が末永く繁栄できるかどうかということで「持続可能性」に関心が集まっている。人類の未来に対する予測については、ローマクラブによる「成長の限界」(1972)、アメリカ合衆国政府によるレポート「西暦2000年の地球」(1980)、レスター・R・ブラウン編による地球白書「持続可能な社会をめざして」(1986)、「環境危機と人類の選
<76ページに続く>