

地学教育

第40巻 第1号 (通巻 第186号)

1987年1月

目 次

原著論文

- 関東地方の自然環境の移り変わり(1)……………
……………渡部景隆・増田富士雄・桂 雄三・岡崎浩子…(1)
- 地質時代にみられる動物群の一斉大量絶滅
—高等学校での取り扱いとその意義— (その2)……………田中義洋・平野弘道…(13)
- パーソナルコンピュータを用いた Concept Map の作成方法の開発
—岩石に関する概念構造の分析— ……………加藤圭司・遠西昭寿・榊原雄太郎…(19)
- 日本学術会議だより No.3, 1987年11月号 (34, 35) 紹介 (36)

日 本 地 学 教 育 学 会

184 東京都小金井市貫井北町4—1 東京学芸大学地学教室内

関東地方の自然環境の移り変わり(1)

渡部景隆*・増田富士雄**・桂 雄三**・岡崎浩子***

1. 緒言

私たちの生活環境としての日本の自然環境を過去に遡ればどうなるかという課題は、初等・中等教育の地学教材となり得ると思うので、この種の教材開発が望まれる。関東地方は、約6000年前をピークとする縄文海進の頃の人々が残した貝塚の分布から現在と異なる古地理図が描かれた最初の地域であり、これは地学教育にも活用されてきた。近年、先土器時代の遺跡や遺物が次々に発掘され、当時は最終氷期頃に当ることもあって、日本に最初に集団生活をした人々がきびしい自然環境に堪えて生きぬいて歴史時代に至ったという、日本における“自然と人間”のイメージをどうにか描くことができるようになってきた。“自然と人間”の直接的資料の最も古いものは、日本ではこの3万年前頃となる。それ以前は地学的にみた自然環境となるが、関東地方では環境の大きな変化があった。そこで、東京湾の形成・関東平野の形成に関連する古東京湾のできる過程と、それ以前の関東地方の一部が深海底であった時期までを、古東京湾時代と上総海盆時代と名づけてここに取り上げることにした。これは、100万年前よりやや若い年代までのことである。

この自然環境の変遷過程には、関東平野・東京湾の形成史など関東地方という規模の地域特性そのものと、縄文海進・最終氷期の海退、寒冷気候と植生、先史民の生活形態など、日本列島規模の現象の一環として捉えたいものがある。いずれも日本におけるこの種の見方の代表例とみなし得るものばかりである。

著者の一人渡部は、筑波万博'85の機会に、筑波地域の古環境の変遷史の編集を企図するに当り、縄文・先土器時代の人々の生活環境の一部をかいま見ることにはじまり、共著者の最近の研究成果を採用してまとめることを考えた。すなわち、古東京湾時代を担当した増田・岡崎は、常総台地の下総層群最上部などの堆積環境を解析し、茨城～千葉地域の古環境変遷史に新知見を得、上総海盆時代を担当した桂は、房総半島の上総層群の堆積論を公表し、いずれも、従来の古環境論から抜け出た成果をおさめている。これらの成果による自然環境の変遷過

程は教材となり得るものと考え、主に増田のアイデアによつて描いた関東地方の古環境図4葉をここに掲載することにした。なお、最終氷期以降を担当した渡部は、現在に至る古植生の変遷史に関心をもっているが、著者の近年の研究成果は殆どなく、著者の構想で編集したという性格の強いものである。ここに掲載したカラー古環境図は栗山究氏(学研映像局、絵は芝祐治氏筆)の格別の御協力によるものである。

2. 時代設定と古環境解析の手法

1) 第1～第4景を取り上げた趣旨

ここに呈示した関東地方のカラー古環境図は次の4葉である。

第1景 縄文海進期 6000年前頃

- (a) 後氷期の海が入りこんだころ
- (b) 照葉樹で冬も緑の自然

第2景 最終氷期 1.8万年前頃

- (a) 古東京川水系と古鬼怒川水系に分かれた陸の時期
- (b) 寒冷気候を示す植生と先土器時代の人々の生活

第3景 下末吉海進期(古東京湾の時期) 12-13万年前

- (a) 古東京湾の最盛期から縮少期まで
- (b) 古東京湾のあけぼの期

第4景 上総海盆期 70~90万年前頃

- (a) 古東京湾形成の片鱗もない時期
- (b) 房総半島東部が1000m以上の深海であった時期

上記のうち、第1景の縄文海進期と第2景の最終氷期は、現在の関東地方の自然環境につながるもので、今の東京湾形成過程における目立つ2つの時点であると考えて図示したものである。第3景は古東京湾が最も拡大された時期で下末吉海進期に当たる。このピーク時から海退期にかけては、最も豊富な資料によって自然環境の変遷が描けるようになった時期であるため、本文には表現の差はあるが何枚か加えた。第4景は、ずっと過去に遡り、古東京湾形成以前の古環境として、房総半島東部に東に復元される上総海盆のイメージを表現したものである。次に、これらの前提とした時代設定と古環境解析の2つの視点について概説する。

2) 時代設定の方針

第1景の縄文海進期(ピーク時) 6000年前頃と、第2

* 筑波大学名誉教授 ** 筑波大学地球科学系

*** 千葉県教育庁文化課博物館準備室

1986年9月30日受付 10月5日受理

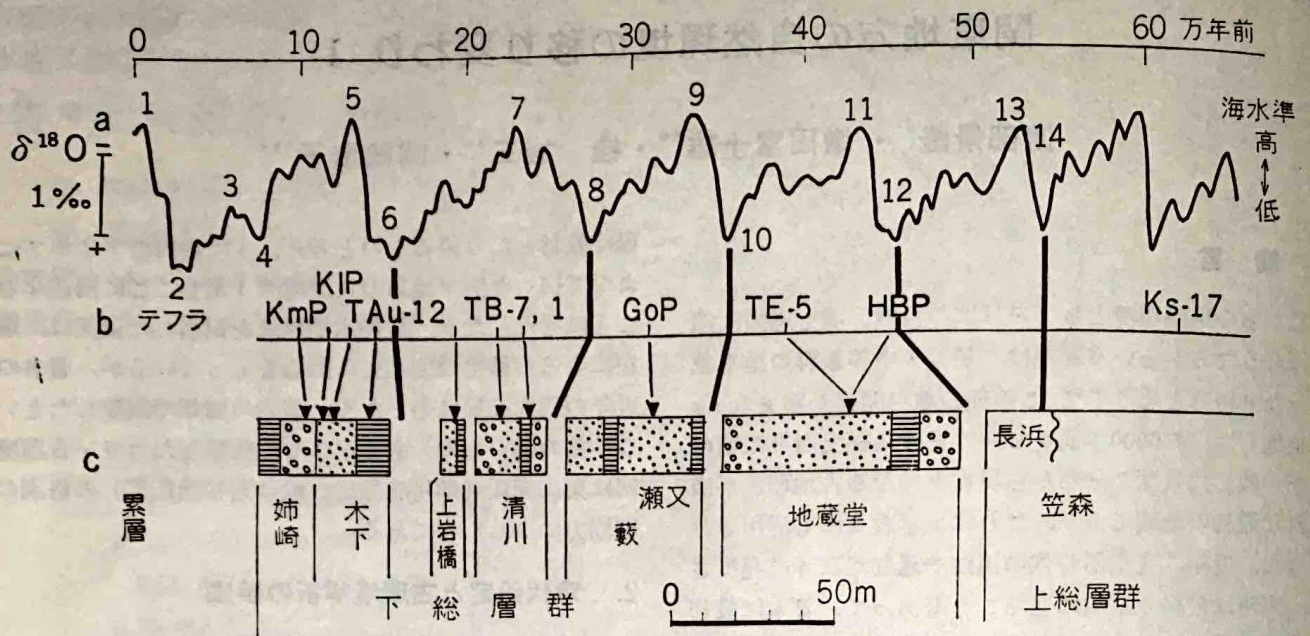


図1 下総層群の層序区分と海水準変動との対応

- a : 深海コア中の浮遊性有孔虫殻の酸素同位体比変動曲線を一般化したもの。Emiliani (1978) による。奇数数字は間氷期，偶数数字は氷期の stage 番号を示す。
 b : 年代測定された主なテフラ。
 c : 下総層群の模式柱状図と累層名，横線部は泥層，点部は砂層，丸部は礫層。

景の最終氷期（ピーク時）1万8千年前頃の年代は現在ほぼ定説といえる数値を採用したつもりである。ここで言及したいのは第3景の古東京湾の時期を中心とする地質時代を氷期・間氷期との対応で設定することを試みたことについてであり，未だ定説に達したといえないところを含むからである。そこで，千葉県北部から茨城県南部にかけて広布する常総台地を構成する上部更新統の下総層群の層相解析を主にして古東京湾の形成過程の研究を続けている著者の1人増田（1985）の考えにより，第3景に関連する地質時代を次のようにした。

矢部長克（1927）が後期更新世に存在した東方に開いた古東京湾を提唱したきっかけは，下総層群（いわゆる成田層群）上部の木下層に含まれる貝化石群に寒流系のものがあるのに着目したことであった。その後，下総層群の層位学・古生物学的研究が多彩を極めて今日に至る。層序区分，各層の整合・不整合関係，地質時代などについての見解が完全に一致するに至らない（青木・馬場1973，菊地1977，徳橋・遠藤1984）。本稿では図1のように設定した。すなわち，下総層群上部の姉崎・木下層とその下位の上岩橋・清川層とは不整合であり，木下層基底に溺れ谷地形が存在することから顕著な侵食面をもつ不整合であることが判明している（下総台地研究グループ）。

次に木下層を含む下総層群の地質時代はフィッショ

トラック年代を主にして決めた。下総層群中に挟在するテフラのフィッシュトラック年代測定値には多くの報告（町田ほか1974，新井ほか1977，徳橋ほか1983，鈴木・杉原1983）がある。これらは図1-bのようになり，下総層群は50万年前以前の新地層であるといえる。したがって，下総層群は第四紀後期の地層であり，この時代は氷河作用に制約された海水準変動量の大きかった時代に当るので，下総層群の各層の年代については，放射年代とともに氷期・間氷期との関連からの検討事項がある。氷期・間氷期と地質年代については，Emiliani (1978) が深海コア中の浮遊性有孔虫殻の酸素同位体比を一般化した変動曲線を採用し，図1-aに示した。この変動曲線は，海水温すなわち氷河の消長を反映したものであり，酸素同位体比の小さい時期が高水温の間氷期で海水準の高い時期に当たり，逆に同位体比の大きいところが冷海水の氷期で海水準の低い時期に当たる。なお，この曲線には高海水準期（間氷期）には奇数の，低海水準期（氷期）には偶数の stage 番号がついている。本稿でも記述上の便があるので番号も付しておいた。

木下層は，層相・化石群集・テフラの放射年代などから，東京湾西側の下末吉台地を構成する下末吉層を模式とし全国的な呼称となっている下末吉海進（下末吉層は大塚弥之助1930命名）期の堆積層であり，図1-aの変動曲線の stage 5 に当たり，この海進のピーク時は12-13

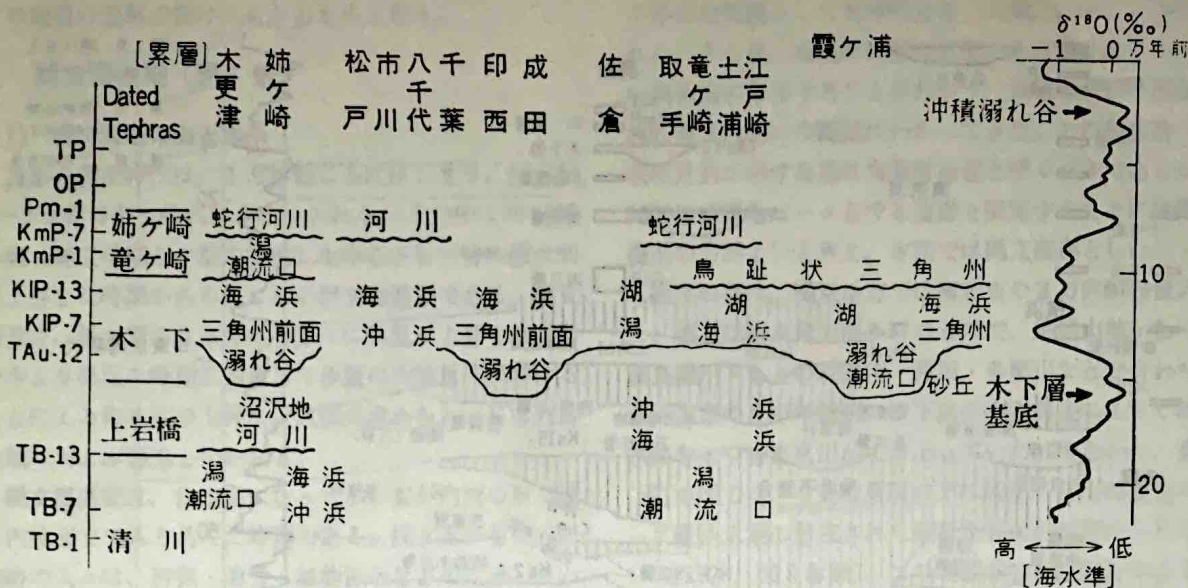


図2 千葉—茨城県台地地域の下総層群の古環境対比

万年とみなし得る。この時代論はほぼ定説といえる。第3景はこの時期のものである。これは古東京湾の最盛期であるが、その後の海水準の低下とともに古東京湾が消失する過程についても、テフラの放射年代を手がかりにしてピーク時以後、12-11万年前 (KI-P 期)、10-9万年前 (Km-P 期)、8-7万年前 (Rm-1, 竜ヶ崎期) の古環境図を描き本文で説明することにした。一方、この古東京湾のできはじめを決めたのは木下層基底の侵食不整合の存在であり、この時期は氷期と対応するものとみなし、図1-aのstage 6に当り、15万年前とした。

3) 古環境解析の手法

古地理図は、可能な限り古環境の現実的なイメージが目に見えようように描きたいものである。著者等の作業は、千葉県から北の筑波学園都市に亘る常総台地を主とする下総層群上部の層相解析により古東京湾関連の古環境について新知見を得たことによって、その復元図を描くことにはじまり、上総層群の層相解析による上総海盆期の古環境を図化することも企図した。これら著者等の調査地域で判明したことを関東全域におし広げるのには限界がある。そこで、未詳のところも大胆に表現せざるを得ないこともあって、いくつかの前提を設け、総合的にみて著者等の考えがわかるように勉めた。

作図上の前提は次のようである。①地図は、南東海上の上空から斜めに見下し、関東地方の山地が遠景の限界になるように描いた。②山地の起伏は、第1景 (6000年前) と第3景 (12.5万年前) でも異なるはずである。しかし、精度の高い表現がむづかしいので、古期岩層 (中古生層・深成岩) の山地は相対的な山容に差がなかった

とみて、似たものとして表現し、第三紀層の分布地域の主部は丘陵性山地とみたとて、山容と色彩の両方で、古期岩層の山地との差異を表現した。なお、年代の感覚を示すため、第1景 (6000年前、今の富士山3776m) と第2景 (1万8千年前、古富士火山、2300m) に、高さのちがう富士火山を入れた。③海底地形は、おもに日本近海海底地形誌 (茂木, 1977) によった。すなわち、第1景から第3景まではほぼそのままのイメージを借用し、第4景の上総海盆期については、他地域の深い海底の表現を参考にしながら海底扇状地から深海底平坦面に至る堆積環境を示すことを試みた。この時期には東京湾がなかったと考えるので、現在の東京湾沖の海底地形はやや変形して示した。

古環境解析については次のようである。第1景の縄文海進期と第2景の最終氷期の古環境図は既存の資料によるもので、環境解析の手法として特に新しいものはないが、背景として一言したいことがある。それは、日本列島に多数の人々が生活しはじめた時期であることから、自然環境と人々の生活との関連にも目を向けたいことで、この視点から本文で著者の考えを述べたことである。

ここで概説したいのは、古東京湾時代の第3景および上総海盆時代の第4景を描く基礎資料とした地層による古環境解析についてである。第3景関連では、常総台地を主とする木下・姉崎層の露頭観察による層相解析による経年的な古環境の変遷とこれを水平的に追跡し対比したときの古環境の地域特性を把握できたことである。すなわち、①河川 (網状河川・流路・自然堤防・氾濫原)、

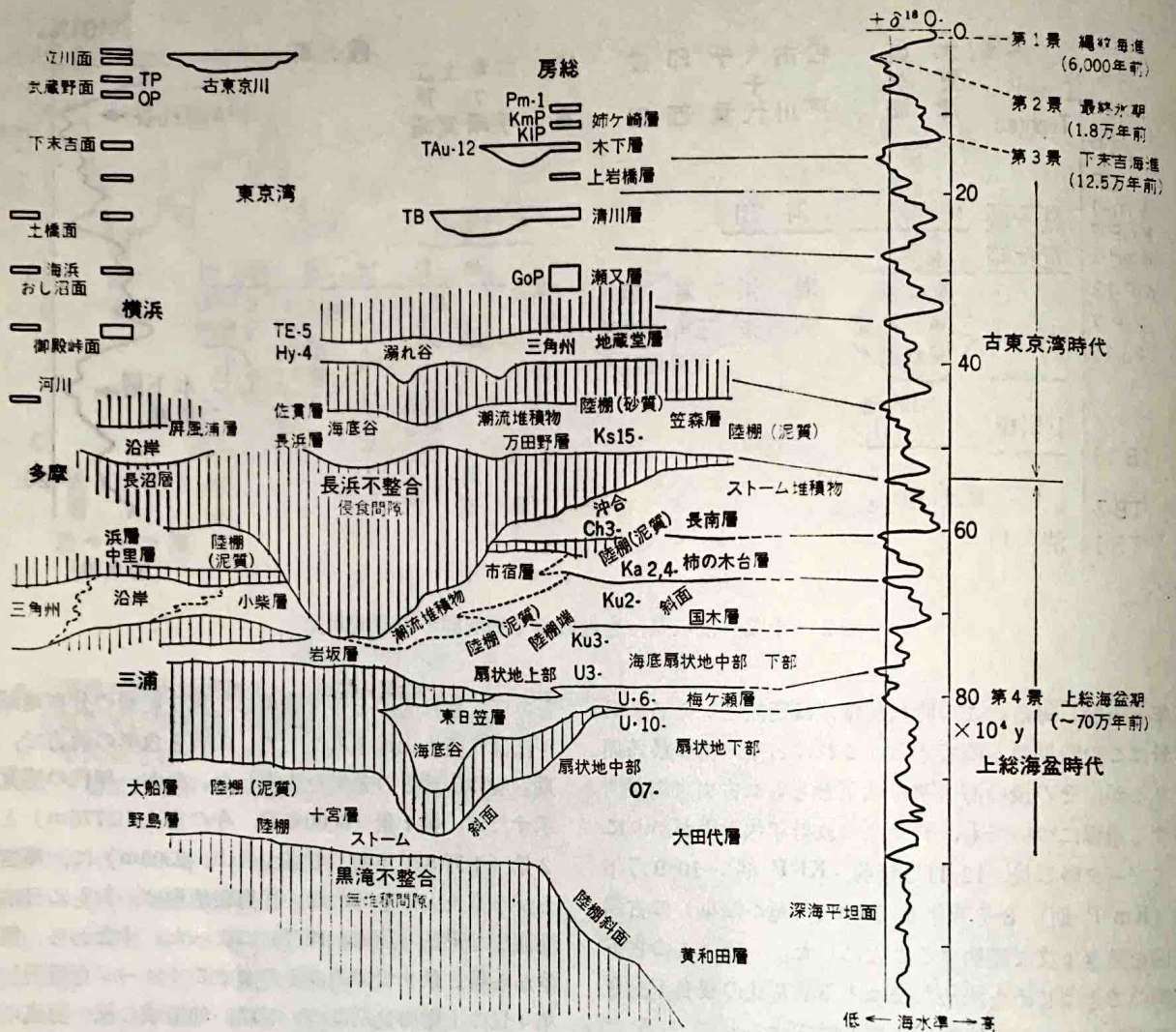


図3 関東地方の海成第四紀層の層序と堆積環境概念図

②内湾・潟・湖・沼沢地, ③潮流低地, ④潮流口, ⑤海浜 (前浜・後浜・砂丘), ⑥沖浜, 沖合, ⑦三角州前置層, ⑧溺れ谷など, 沿岸域の種々の堆積場の想定が可能になったことである。図2は上記の内容を総括的に示す。これは、従来の研究者の見解とかなり異なる部分を含むので、本文では図示などして説明するようにした。

第4景関連の上総海盆期では、千葉県房総の上総層群の層相解析により、沿岸堆積物、陸棚の潮流・ストーム堆積物、陸棚斜面とそこに形成された海底谷や海底地溝、陸棚前面の海底扇状地、更に沖の深海底平坦面などの堆積物が識別され、陸棚の外側にかなり広域の海盆が存在していたことが考えられるに至った。これが、上総海盆と命名して第4景に取り上げた趣旨である。図3は関東地方における第四系層序を示したもので地層名 (三梨ほか1979) と堆積環境を並記したのは、上記の趣旨の理解を助けたためである。図3の笠森層から黒滝不整合までの間の地層が上総層群であるが、上位の下総層群

の場合に比べると、氷河による海水準の変動の堆積環境への影響が上総層群の下位になるほど少くなる傾向が認められる。第四紀のはじまりは上総層群の堆積中のある時期とする説が多い。例えば、浅野 (1964) は浮遊性有孔虫 *Globorotalia inflata* の出現、暖流型と寒流型群集の変わる時期に着目して黄和田層中部とし、高山 (1973) は石灰質ナンノプランクトン *Discoaster* の絶滅する黄和田層中部の Kd 38 層準付近とした。新妻 (1976) は古地磁気層序から Kd38 直下の層準を第四紀のはじまりとした。なお、図3の右端に放射年代と海水準変動曲線を並記したが、第四紀のはじめを 175 万年前とすると、上総層群下部の年代の対応が未詳で、100 万年以下は示していない。図3の左半分には神奈川県側の地層を対比して示した。これには定説に達しないところもあるが、その主な理由は海成層の時代も分布も断片的なことである。図3では海成層が連続的に形成され水平的分布も広い三浦一房総地域の資料を基準にしてまとめた。図3は

この趣旨の理解の助けにもなるものと思う。

3. 縄文海進期 (第1景)

1) 縄文海進の海と水系

日本の縄文時代は、1万年前ごろにはじまり、紀元前2-3世紀の弥生時代にうけつがれる。その中で約6000年前(縄文早期と中期の境頃)を中心として特に海水面が上昇した時期がある。これが縄文海進期である。縄文海進は、後氷期になってから徐々に気温が上昇する過程で今より高温の時期が到来して多量の大氷河が溶けることによる海水面の上昇に主原因が求められ、日本列島全域におよぶ海進といわれる。

縄文海進期は、後氷期になってから海が内湾の形で最も内陸部まで入り込んだ時期である。縄文土器を使った当時の人々は、狩猟・漁労・植物採取などで生活していたが、特に目立つのは海の貝をとつて食糧としたとみえて多数の貝塚を残していることである。これは弥生土器を使った人々に受けつがれたので、貝塚には弥生時代のものもある。これらの貝塚が大きな川の奥の方まで河岸の台地の端に点在することは60年も前に図示されている(東木, 1926)。これらの貝塚のうち、川沿いに奥まで存在するのが縄文早期末頃で6000年前頃とみられる。図4は縄文の貝塚の分布を示す。一方、東京下町の地下工事でわかった貝塚のものと等しい貝殻を含む有楽町貝層

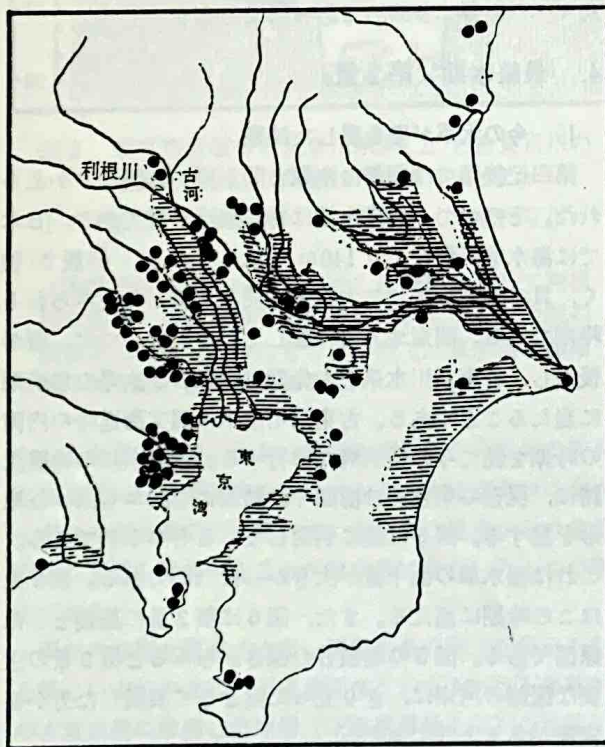


図4 関東地方の縄文の貝塚分布
(縄文早期一前期, 5000年前頃)

の存在を契機として有楽町海進(大塚, 1934)が提唱された。その後、有楽町貝層は貝塚のある段丘の下の方の川沿いの低地に分布することがわかり、貝塚の貝から推定される海(内湾)の範囲がわかってきた。この海成層の有楽町貝層が示す海進は有楽町海進と呼ぶべきであるが、6000年前頃をピークとする海進と限定するときには縄文海進の方がよいと考え、本稿では縄文海進とした。

縄文の海は、関東地方では南と東の2方向から侵入した。第1は東京湾方向からのもので、足尾山地からくる渡良瀬川・もとの利根川・荒川・多摩川などを合わせ、最終氷期の2万年前頃には下流の東京湾底に1本の幹線水路をもつ古東京川ができ上っていた。すなわち、東京下町地域では、有楽町貝層の下に陸上の河川の侵食によって最終氷期に形成された顕著な谷地形が認められるが(貝塚1978, 図8参照), この埋積谷は東京湾底に古東京川(中條命名, 1962)として現在の浦賀水道の深さ100mあたりまで追跡され、これより先は東京海底谷となり相模湾底へと続く。この古東京川の幹線流路に集まる上流部の支流を合わせたものを古東京川水系と呼んでおく(図6参照)。縄文海進時にはこの古東京川水系に沿って河口部から海が侵入し、今の東京湾の北に奥東京湾とも呼ばれることのある広い内湾をつくっていた。縄文海進に関連し付言しておきたいことは、今の三角州の先端が東京湾北端にあるのに対し、当時の三角州が東京湾から70kmも北の古河あたりにあったことについてである。古河地域には利根川と渡良瀬川の合流点の北に位置する広い低湿地帯があり、長期的にはこれが利根川大出水時の遊水池の役をなして大洪水の災害を軽減する地形地質条件をそなえていると考えるが、縄文海進期の湾奥部に当たることには無縁ではないと思うからである。

縄文海進のピーク時以後、海水面の低下による海域の後退と古東京川水系から供給された土砂による三角州の成長によって奥東京湾底は比較的急速に埋め立てられ、三角州の先端は縄文後期末(3000年前頃)には東京都足立区北部(両国駅北数kmぐらい)、古墳時代(1000年前頃)には墨田区(両国駅南2kmぐらい)、江戸時代(300年前頃)には小名木川(両国駅南1.5km)付近にあったとみられる。私たちが見ている東京湾は、このような縄文海進以後の古東京川水系によって運搬された土砂に埋め立てられていく一時点の姿なのである。

東京湾形成の過程において、古東京川水系の流域が海域として最も広がった時期が縄文海進のピーク時である。この時期は関東地方の現在の照葉樹林が形成され、この自然環境が縄文の人々の生活の場となったのであり、後氷期では第1に着目すべき時期と考え第1景とし

た。

海が内陸へ深く入り込んだ第2の地域は、古鬼怒川水系地域である。すなわち、現在の鬼怒川が東に向きを変えて太平洋に注ぐあたりで、霞が浦・北浦・印旛沼・手賀沼・牛久沼などの湖沼群地域を含む。霞が浦をはじめ、これらの湖は、縄文の海を後退させた海水準の低下に伴ない堰止められて淡水化したものといわれる。なお、房総半島南部の鴨川低地帯や茨城県的那珂川低地には、今の太平洋の海底谷が延びていたと推定して、第1景の海底地形にはこれらも示した。

2) 照葉樹林で冬も緑になった時期

縄文海進の頃は、海水温も陸上の気温も今より高かった。海水温が高かったことは、房総半島南部で¹⁴Cの放射年代が6000-7000年前と測定された沼サンゴ層の造礁サンゴ・貝の群集によって知られている。この海水は暖流であり、黒潮が太平洋岸に近接したことにも関連があったと思われるが、黒潮の接近は照葉樹の関東地方への移動など植生にも影響があったにちがいない。関東地方に広く分布するカシ・シイなどを主とする照葉樹が茂るようになったのはこの頃からとみられる。照葉樹林の形成について言及したいのは、最終氷期以後、落葉樹を主とした植生に照葉樹が多数加わることによって、関東地方が冬も緑の自然に塗り変えられた点が目立つ環境変化の一つであったとみたいからである。ただし、この植生変化は、冬期マツ・スギの外は落葉樹の冬枯れの聚落のイメージを持つ東北地方からカシ・ナラの照葉樹の森や宅地をかこむ防風林などの緑に気づく程度の変化という表現が許されよう。

関東地方における後氷期の植生の変遷を全域について言及するには未詳のところが多いが、概説すると次のようである。縄文海進以前の後氷期(1万〜6000年前)は、温帯落葉樹に少しずつ暖帯の落葉樹やカシ・シイなどの照葉樹が混りはじめ、南部海岸地域ほど照葉樹が多くなってきた。6000年前に関東全域が照葉樹林の形成可能な気温約14℃になったとする説を採用すれば、縄文海進のピーク時に照葉樹林帯ができる環境となったことになるが、照葉樹林の形成は、南部海岸地域が先行し、関東一円では局所的な地形・気象・土壌条件によりややおくれた地域も方々にあったと思われる。それは、照葉樹林形成条件の北縁部に当たるからである。3000年前頃になるとスギが多くなり、やがてマツが目立つようになったと思われる。縄文時代の人々は土器をつくるのに木を燃料とした。このころから自然林に人手が入った二次林としてスギ・マツ林がふえてきた。縄文末期から弥生時代に移る頃に農耕が始まったといわれるが、関東でも、ブラ

ントオパールやコメの産出層準からみてイネの栽培は少なくとも2000年前(千葉県で2300年前の報告あり、辻ほか、1983, 藤原1983)とみられる。この頃から土地に定着する人々が多くなり、大きな住居をかまえるにつれて、家の周囲や田畑から次第に自然植生の改変の程度や範囲が拡大し、現在に続く農林の自然へと変貌し、やがて、その一部が都市的自然へと変貌した現代に連なる。

火山の噴火活動も広域の自然環境に影響を与える。最終氷期まで活動していた古富士火山は、その後、数千年の休止期をはさんで再び活動を始めた。この新期活動は6000年前頃からとみられ、やがて3776mの雄大な姿の富士山となった。第1景の富士山は新富士活動の初期で古富士火山と似た高さの活火山となるが、第2景との対応を考えて今の富士山に近い高山のイメージで描いてみた。なお、北関東の浅間山(2560m)、本白根山(群馬・長野、2176m)、赤城山(1828)、白根山(群馬・栃木、2578m)、那須岳(1917m)など、噴火の記録のある活火山は、第1景の頃も活動したであろうが、遠方に位置するため、火山としては描いていない。これらの火山の活動は、後述する最終氷期の立川ローム層などのように広域に厚い火山灰層が形成されるほどではなかった。しかし、火山噴火による降灰は土壌の乾燥などで植生が変わり短期間でも食糧となった動物が少なくなったり、根茎植物がよく育たなかったりして、狩人であった縄文の人々への影響は多面的であったであろう。

4. 最終氷期(第2景)

1) 今の水系が姿を現した時期

第四紀後半では顕著な氷期と間氷期が数回くりかえされた。その中で、最終氷期は特に寒冷気候であり、日本では海水準が現在より140mも低かったという説が強く、日本列島がアジア大陸と陸続きであったとみられる時期である。関東地方で特筆したいことの一つは、海が後退し、古東京川水系と古鬼怒川水系の2水系の形成期に当たることである。古東京川水系は縄文海進時の内湾の時期を経て今の東京湾に移行する。古東京川の幹線流路は、現在の東京湾の海面や沖積面より80mも深い谷地形を呈する。図5は既に判明しているその1例である。これは海水準の低下量が大きかったためである。第2景はこの時期に当たる。また、図6は第2景の基礎とした原図である。図5の埋積谷の深さからみると第2景の主要な流路の河岸は、きり立った崖として表現した方が真実味があるようである。

古東京川水系と古鬼怒川水系が分離していたというのは、利根川が古東京川水系に属し、今の東京湾に注いでい



図5 東京湾地域の古東京川水系(上)と古東京川の地質断面(下)(貝塚1977により描く)

下: 1 砂層, 2 泥層, 3 礫層, 4 埋没立川ローム層

(本文では武蔵野台地形成後の沈降地域として利根川の瀬替・東遷地域を例に挙げているが、この図の埋没立川面は-40mにもおよぶので、東京湾北部地域は第1級の沈降域である)。

たことを意味する。なお、最終氷期以前の利根川の前身に当る河川は古東京湾に注いでおり、古東京湾口は大きく東方の鹿島灘の方に開いていた。この視点からの自然環境の変遷を指摘することが第2景に着目した1つの理由である。

現在の地形を概観すると、房総半島の第三紀層からなる新しい山地の北に、下末吉面すなわち12-13万年前頃の古東京湾に堆積した地層(下総層群最上部)の堆積面と見なし得る台地(常総台地)が北へ細長く延びている。この台地の東側が古鬼怒川水系、西側が古東京川水

系である。この境界部の細長い台地は、武蔵野ローム層を乗せた武蔵野台地に相当するものであり、古東京川水系の利根川上中流部が現在のように、この台地を横切って利根川下流部となり、古鬼怒川と合して太平洋へ流下した時期はない。したがって、後述する古東京湾が干上って、関東平野を2分する東の古鬼怒川水系と西の古東京川水系が完全に分離したといえるのは最終氷期とみられる。

2) 利根川流路の改変

利根川が上記の台地を横切って太平洋に注ぐようになったのは、徳川時代における人為的な流路の改変によるものであって、ずっと後のできごとであるが、“自然と人間”の対応という視点からここに挿入する。この改修工事は30年の歳月(1621～1654)をかけて試行を繰返し、古東京川水系の利根川中流と東側の古鬼怒川水系とを堀割りで結び、古東京川水系の河水を太平洋へ導いたもので、“利根川の瀬替・東遷”と呼ばれている。この流路の改変は、当然のことながら、自然にさからったという性格を持ち、また本格的な治水対策として実施されたとは思われない面もあるが、明治・大正時代にオランダ技師の指導による近代的な技術で利根川の堤防が強化され、その後も補修されてきた。ところが、昭和22年(1947)のカスリン台風のときには栗橋付近で堤防が決壊し、そこから流下した濁流が中川・江戸川沿いの低地帯から東京下町まで広域に水害をもたらした。この堤防の欠壊部では深さ20m以上洗掘された。地元では目測で深さ50mもあったと語る人もいる。この欠壊箇所は空中写真に明瞭に写し出されている。図7は空中写真を図化したもので、改修以前のある時期の自然流路であったと推定される古利根川の蛇行した河跡も現れている。利根川は古東京川水系の中で、その中流・下流部の流路が大洪水によって度々変わり、幹線流路を決めがたい“荒ばれ川”であったとみられる。徳川時代には、治水と利水に目が向けられるようになり、荒ばれ川を治め水運・水田灌漑を強化することが盛になった。利根川に“阪東太郎”の俗称が与えられたのは、関東にある日本第一の荒ばれ川という認識によるものであろう。利根川が今後とも日本で最も注目される河川であることに付言すると次のようになる。

利根川は、流域面積が日本で最も広く(約17,000km²)幹線流路は322kmで信濃川に次いで長い。平均流量は200m³/S以上、最大流量は約10,700m³/S(1941、観測点栗橋)で、日本の河川では5指の中に入るほどである。また、上流部に上越国境の積雪地帯を持ち、中流・下流部は関東平野を横切るので、日本の河川としては河床勾配

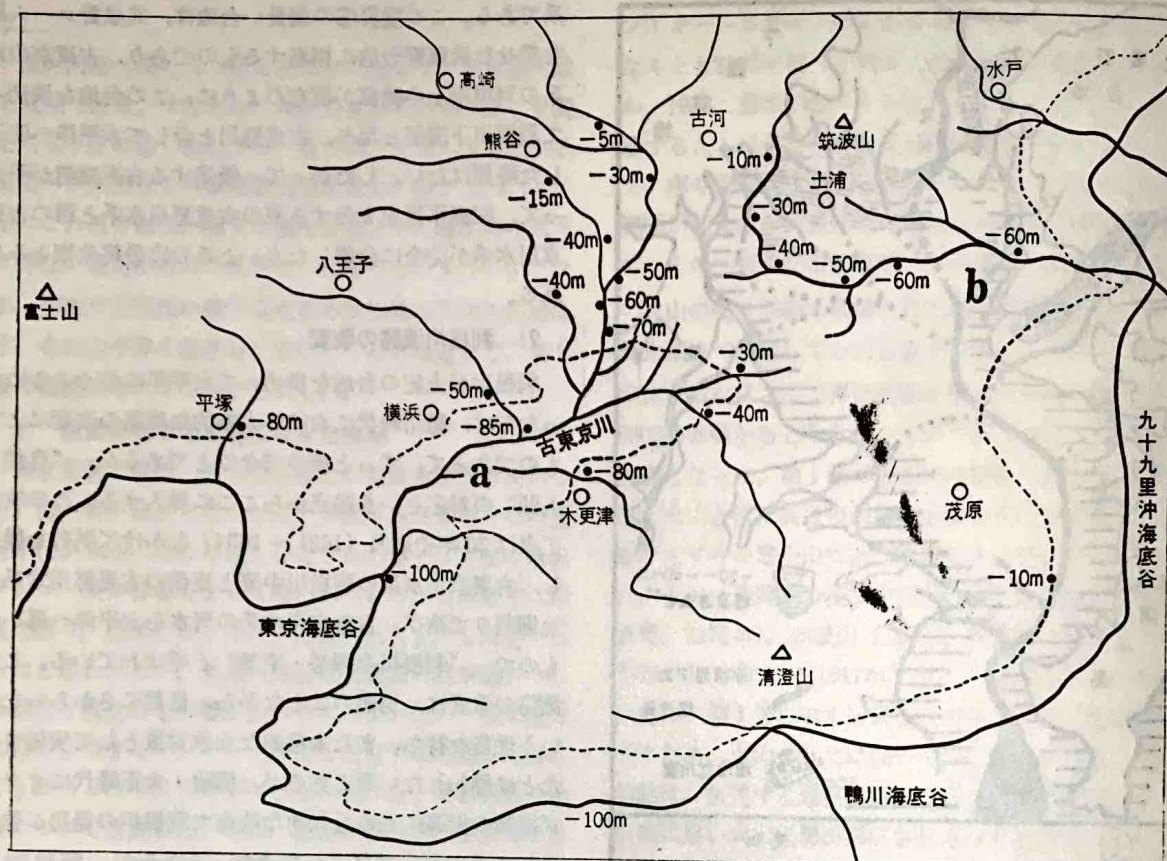


図6 最終氷期の古東京川水系と古鬼怒川水系（第2景の原図）

BA：古東京川水系， B：古鬼怒川水系

現海岸線の外側の太線は最終氷期の海岸線（-100mとして），●-80mは当時の地面までの深さを示す。

が小さく、常時の流速が比較的に小さいのに水量が多い。このため、利根川は、最小流量が $100\text{m}^3/\text{S}$ 以上ある日本では唯一の大河である。この性格を持つ利根川は、首都圏の都市用水の供給源として今後一層その重要性を増していくにちがいない。しかし、200年確率程度の大出水による洪水防止対策は重要である。河川は、長期的にみると、利水では最小流量、治水では最大流量が基礎になるという人間生活との関係では相反する2面を共有する性格を強く認識すべき自然である。特に自然に逆行する方向の改変には十分の将来予測と対策を講ずることの必要性を利根川は示唆しているように思う。

3) 立川面の形成

古東京川水系と古鬼怒川水系を分けている台地の主部は、武蔵野台地に相当するもので、下末吉海進期（古東京湾形成期）の海成層の堆積面およびこれに準ずる陸成層の堆積面が平地となりはじめてから最終氷期までの間に、主に海水準の低下に伴う上記2大水系の下刻作用により、3万年前頃までに削り残された土地であるといえる。実際は、この期間に箱根火山などの火山灰が積

てできた武蔵野ローム層の上面が武蔵野面となっている。第2景の台地地域はこの武蔵野台地を示し、第2景の平地は、現在の武蔵野台地より一段低い立川段丘と現在の平地を合わせたものであり、今の平地は当時の平地に当たる立川面が侵食されて低地となったところとみられる。なお、立川段丘の表層には立川ローム層がある。

武蔵野段丘と立川段丘は、東京の武蔵野台地と南の多摩川沿いでは国分寺崖線と呼ばれる比高10m内外の崖によって地形的に明瞭に識別され、その上、3～1万年前の先土器時代の遺跡が武蔵野段丘の侵食斜面と立川段丘を構成する立川ローム層等の堆積物中には見出されるが、立川段丘面にはなく、立川段丘面の遺跡の古いものは縄文遺跡であることがわかってきた（図8参照）。これは、立川段丘面の形成が1万年前頃、武蔵野面の形成が3万年以前という証拠に採用し得る資料である。しかし、関東地方を広くみると、両段丘の比高が小さく、立川ローム層だけを乗せている段丘が立川段丘、立川ローム層の下に武蔵野ローム層もある段丘が武蔵野段丘という見方で識別することも生じるほどである。武蔵野段丘

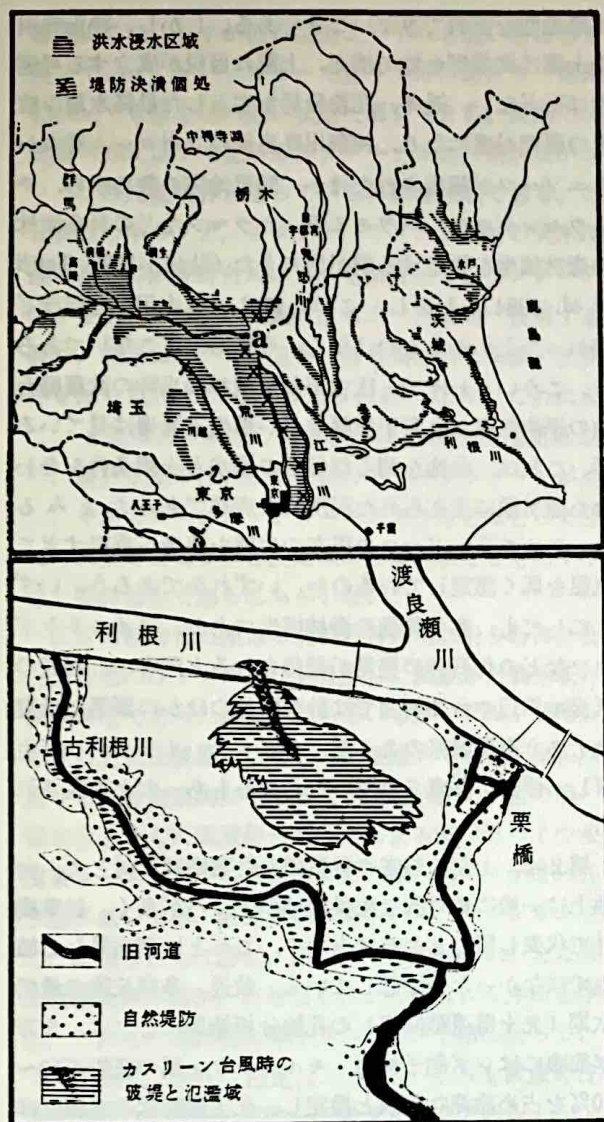


図7 カスリン台風時の浸水地域(上) 利根川決壊地域(下)

上：全国防災協会(1965)による

下：空中写真(昭和22年米軍と昭和39年国土地理院)の解析、地質工学研究所による
図の古利根旧河道は埋立てられて現在は見られない。

面と立川段丘面との高度差の原因として主体的に働いたのは数万年間の海水準の低下量とみられるが、これに関東構造盆地運動が加ったもので、武蔵野面と立川面および立川面と現在の平地面との比高の小さい地域は、数万年間における隆起量の小さい相対的な沈降地域に当たる。利根川の東遷工事が行われた地域はその1つで、第2景の台地を削ぎとした人工流路が赤堀川と呼ばれたのは関東ローム層の赤土を掘ったことによる。このように

* 未公表資料を提供された地質工学研究所長間達治孝博士に感謝の意を表する。

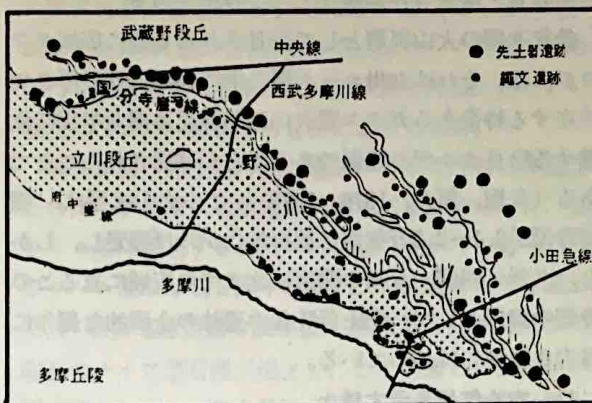


図8 武蔵野台地南縁部の先土器・縄文遺跡分布
(東京の遺跡 1985により描く)

立川ローム層中に埋積している先土器遺跡が武蔵野台地の方に多く、立川面には殆ど出土しないことを示す。これは、1万年前にできた立川面の侵食量が少ないのに対し、6万年前にできた武蔵野段丘は立川ローム層堆積以前に侵食され、この侵食面に堆積した立川ローム層も相対的に侵食量が大きく先土器遺跡が地表に近く出土する機会が多くなったことによる。立川段丘でも深く掘ると縄文遺跡の下に先土器遺跡が出てくる。

この侵食に主体的な役割をはたしているのは武蔵野礫層を滞水層とする湧水群で、国分寺崖線に沿う野川はこの湧水でまかなわれている。野川の水は先土器時代、縄文弥生時代だけでなく、府中・国分寺などの武蔵国の初期まで着目されたにちがいない。

平地との比高が小さく、細長く解析された台地が両水系の境をなしていたことが、科学技術の進まなかった徳川時代に利根川東遷工事を可能にした1つの自然条件であったといえそうである。

最終氷期の立川期とそれ以前の武蔵野期は海水準の低下期であったので、河川の作用が旺盛であり、山地の出口には扇状地砂礫層、河川の中流部には氾濫原の砂礫層が形成された。武蔵野段丘を構成する武蔵野礫層は6万年前頃の、立川段丘の立川礫層は3万年前頃の多摩川が運んだ氾濫原の砂礫層である。

最終氷期は火山活動の盛な時期であり、立川ローム層とその相当層が関東地方全域に認められ、これらの起源の火山がほぼ明かにされている。関東中南部の立川ローム層は3万年前頃から活動した古富士火山起源のものである。北関東の前橋地域の板鼻スコリア層は2万よりやや若い浅間火山起源、男体山東方の今市扇状地地域の七本桜スコリア、今市ローム層は1万年よりやや古い男体火山起源、これらの下位にある鹿沼浮石層(鹿沼土)は3万年前頃の赤城火山起源、那須野が原における那須火山起源の那須ローム層およびその下位の砂礫層に挟在す

る鳥の目・埼玉ローム層などはこの例である。

最終氷期の火山灰層として注目されるものに広域テフラがある。それは立川ローム層の中に10cm内外の厚さで挟在する特徴あるガラス質火山灰が鹿児島湾北半部に位置する哈良カルデラ起源であることが確認されたことである(貝塚, 新井, 1976, 1982)。この火山灰層は、噴出時期が2.1~2.2万年前と放射年代がほぼ確定し、しかも、九州・四国・本州の関東以北までの広域に亘るこの時期の鍵層として、先土器時代の遺跡の全国的な編年に偉力を発揮しはじめている。

4) 寒冷気候を示す植生

最終氷期の自然環境として現在と著しく異なるものに、陸の時期とともに植生からみて寒冷気候であったことが挙げられる。ここでは、寒冷の程度や植生環境の変遷について私見により概観する。

東京の西で武蔵野台地を削って流れる妙正寺川の谷間を埋めた立川ローム層の中から発見された植物遺体について、三木茂(1938)が江古田針葉樹化石層(Egota conifer bed)と命名し、この植物群は今より7°~8℃低い気温であったことを示すとした。すなわち、アオモリトマツ・エゾマツ・コメツカナなどの針葉樹にブナ、ミヅナラなどの広葉落葉樹を混えることから今の日光の戦場が原や尾瀬が原くらの亜高山帯の森林植生と見立てた。その後、江古田植物化石層は数枚に分けられ、¹⁴Cの放射年代が2.7万年と1.2万年前と測定され、最終氷期の植物群であることの確証が得られた。しかし、この針葉樹林が当時の武蔵野台地を代表する植生であったとは考えがたい。この疑問は上記の論文に心を打たれた学生時代から現在まで持ち続けている。その第1は、この針葉樹林から見つめられた気温が武蔵野台地地域の気温としては若干低すぎると思われること、第2は武蔵野台地は立川ローム層のもとになった火山灰が降下し続けた時期にあたり広域の湿地ができる自然環境はなく、表層土壌はむしろ乾燥した火山灰土であったので、起伏の多い地形の関東山地の山麓部・多摩丘陵や江古田化石層地点のような谷部や谷斜面とは異なる植生のところが多かったのではないかと、という想定である。未解決のことながら、私見を述べると次のようである。

江古田植物化石群が亜高山帯の寒冷気候を指示する樹種として注目されるのはアオモリトマツ(オオシラビソ、日本特有种で最終氷期と現在しか知られていない)で、これに他の針葉樹を合わせると山地に続く地域の植生であって、山麓部の大崩壊に伴う密度泥流に乗って浮流の状態で運ばれたものという仮説を持っていた。これには、秋川や仏子層に見られる立木化石林は発見され

ず原地性を証明できないこともある。しかし、妙正寺川の土流は武蔵野台地で消え、上記の仮説が成立する可能性は殆どない。近年、花粉分析を主とした最終氷期の植生の研究が盛になり、神奈川県南部の立川ローム層中からエゾマツが報告されたほか、関東地方の数地から、チヨウセンゴヨウ、バラモミ類、カラマツなどの針葉樹林の森林植生を推定する説が出てきた(辻ほか1982, Tsuji et al. 1984)。しかし、これらには、江古田植物群ほど寒かったといえるものではなく、今後も出てこないであろう。こういうわけで、江古田針葉樹林は当時の武蔵野台地の平均気温より若干気温の低い植生と著者は見ているが、これは、台地を刻んだ谷部の湧水と土壌条件を合わせた微気候に支えられた局所的な森林であったとみるか、アオモリトマツの現在の生態を著者が重視すぎて気温を低く想定しているのか、いずれかであろう。いずれにしても、寒い気候の森林植生であり、アオモリトマツなどの化石林の発見が期待されると同時に、谷底の低湿地周辺や台地斜面では針葉樹林のほかに顕著な低湿地もあり高層湿原のような、ミズゴケ、ミツガシワが生育し、浮島が形成されていたところもあったと推定される。

第2は、上記の谷底や谷斜面の針葉樹林に対して、台地上は一般に相対的な乾燥状態のところが多く、針葉樹林で代表し得たところは少なく、これとは相当異なる植生ではなかったと予想している。最近、多摩丘陵の最終氷期(先土器遺跡関連)の花粉分析結果によれば、2万年前頃にはシダ孢子80%、モミ・トウヒ属の花粉が10~20%を占め冷涼な気候と推定し、先土器時代の古植生は多摩川北の武蔵野台地とよく似ているという(小田, 1985)。この多摩ニュータウン地域の多摩丘陵の植生は湿潤な針葉樹林で、上記武蔵野台地は野川遺跡群地域(図8参照)を指すようである。これは武蔵野台面よりは江古田化石地点に近い湧水群に関連した地域と考えられる。

武蔵野台地面の立川ローム層には泥炭層や黒色帯など植物遺体を含むものが少なく、今後とも広域の植生を復元する資料は得がたいであろう。このように、最終氷期の最も寒い時期の武蔵野台地の森林植生はまだわからなく、針葉樹林のところは少なかったが、最寒期以後になると、江古田植物群の構成要素であったブナナラ林(ブナ・イヌブナ・ミズナラ・コナラ)が次第に多くなり、乾燥土壌に対応して、他の雑木林・低木林・草地など、雑多な植物景観を呈するようになってきたのではないかと。

武蔵野台地に接する関東山地(小仏中生層の山地)の

高尾山には、ブナが他の山地よりずっと低いところまで茂っていて、ケーブルカーで登りつめたあたり（標高約450m）でも原生林に近い状態で観察できる。高尾山は、標高500m以下で北斜面がブナナラ林、南斜面がシイ・カシの照葉樹林となっている特異な地域である。この北斜面の中のブナ、イヌブナ、ミズナラなどの大木は、最終氷期に武蔵野台地以東にも繁茂していたブナナラ林が後氷期の温かい気候になるにつれ山地へ後退する過程で、高尾山がブナを温存し得る局地的な気候・土壌条件を保ち続けたためと考えられる。なお、これに反して、上記南面の斜面の照葉樹林は、縄文海進期頃以後に、最終氷期の江古田植物群のアオモリトドマツが消失し、やがてコメツカ・ブナ・ミズナラなどによって変って、武蔵野台地多摩丘陵地域から暖気候とともにやってきた森林植生であるにちがいない。

江古田植物化石産地の北の石神井川に沿う石神井公園三宝寺池にはミツガシワが自生し、武蔵野台地地域の気候が寒冷であった証拠となっている。ミツガシワは、北半球の更新世後期に広布し、関東地方でも種子化石が多産する（古東京湾の項参照）。三宝寺池は、猪の頭・禅福寺池とともに武蔵野台地中部にある湧水群の1つで、関東ローム層下位の砂礫層からの地下水にまかなわれ、水温が低いため、最終氷期に自生していたミツガシワがここに残存した（渡部，1949）。三宝寺池には北方系湿地性植物群のほか、高層湿原によくみられる浮島も存在し、これらの沼沢植物群は国の天然記念物になっている（大正10年，1921，指定）。ただし、これも武蔵野台地上ではなくて谷部の植生を示唆するものである。

5) 先土器時代の人々生活の場

立川ローム層の中には先土器時代の遺跡が多数見出され、分布が関東広域の台地地域におよぶので、最終氷期

の関東地方は相当数の人々の生活の場となっていた。しかも先土器時代の人々の生活様式について最も資料の多いのも関東地方である。著者に格別な持論があるという程ではないが、概説すると次のようである。

縄文以前の先土器時代の遺跡が日本で最初に発見されたのは、群馬県の岩宿遺跡（昭和21年，1946）で、立川ローム層に相当する上部ローム層の中からであった（このローム層には2.5万年前の¹⁴Cの放射年代測定値がある）。岩宿遺跡発掘の数年後、東京都板橋区茂呂山で黒曜石のナイフ型石器が出土し、この黒曜石が長野県茶臼山産とわかり、先土器時代の人々の行動範囲が関東・中部地方に広がっていたと推定された。今では先土器遺跡は全国的に分布し、その発掘地点は3000におよぶとみられる。その中で、多摩川北の武蔵野台地および南の多摩丘陵相模野台地地域では、多数の遺跡が発掘され、立川ローム層には10層準もの遺跡出土層準が認められており、当時の人々の生活様態の時期的変化についても言及されるようになった（図8参照）。

石器の原石は一般に、チャート・硬質泥質岩・砂質岩・玄武岩・黒曜石などであるが、これらのうち、黒曜石だけは遠くから持ち運ばれた傾向があるといわれる。関東地方では上記茶臼山産のものを主とする。栃木県塩原温泉地域の箒川などに黒曜石の産地*があるが使用されたという報告はまだない。石器の種類は、時期的にナイフ型、槍先尖頭器、細石器の順に変わる傾向が認められるという。このほか、細工をしない自然のままの礫もある。これらの時期的変化傾向としては、2.1万年前頃の哈良広域テフラ層準より下位には黒曜石石器が少なく、（0.6%）、上位になると黒曜石石器が多く（8%）そのうえ大型になり、礫は、下位では平均1kgくらいの大型の玉石であるのに対し、上位では小さいものが多くなり、1つの遺跡に3000個も集まっていることもあるという。これらは、狩猟や調理活動に対応するものとみられている。また、遺跡の出土層準の垂直的变化、遺跡の規模・分布などから、当時の人々は集団で周期的に移動し、やがて同一地点に回帰する習性を持ち、住居としては、比較的長期に亘って生活した拠点の大規模な住居と短期的な露営的住居とがあったらしいという説も出ている（白石1983，阿部1983，安蒜1983）。しかし、狩人であった人々の生活の実態は未だ明かでない。

寒冷な気候で火山灰が降る苛酷な自然環境であった最終氷期に関東地方がはじめて多数の人々の生活の場になったのは、北半球の広域に亘る人々の移動の時期に当

* 武蔵野台地の原風景として、安田（1980）は関東ローム層の花粉分析から、今後この見解が変更されると予想しつつ、針葉樹のない疎開林の原野を描いている。これに谷筋のブナを混える針葉樹林が加われば、著者のイメージに近づく。この江古田針葉樹林は、本州における森林遷移の極相でいえばアオモリトドマツ帯とその下のブナ帯との中間域のものと予想しているが、平地では現存するところがない。武蔵野台地面では江古田針葉樹林の要素のブナ・ミズナラがコメツカなどの針葉樹とともに、台地面に点在し時には小さい森をつくったが、気候の温暖化につれて西方山地へ後退した。縄文時代になるとコナラにクヌギが混り、蒔炭用など人手が入って二次林としての性格が強くなり、これが武蔵野の雑木林のもとになったのではないかと。以上が著者の考え方である。

* この黒曜石は提橋昇氏の御教示によるもので、栃木県立博物館にも展示されている。

り、移動の諸条件が重なったためであろう。この人々はマンモスハンターであったかもしれないが、日本における食糧は、ナウマンゾウやオオツノシカなどよりもイノシシ・シカのほか小動物、魚、植物の球根や果実・種子などをさがし求めたことであろう。縄文時代に多摩川などで実証されているように、河を遡るサケ・マスなどもそろそろ目に止ったのではないか。寒冷気候の当時の河川には今の北海道の河川と似た遡上条件を満たしているところが多かったと推定されるからである。

先土器時代の人々は、最終氷期のきびしい自然環境に堪え、これに適合するように食糧その他生活の様態を変えて日本列島に住みついた縄文人に先行した人々である。今後の研究により日本文化の萌芽期の実態の解明が期待される。先土器時代は、欧州ではクロマニヨン人がいた時期（化石現代人、*Homo sapiens fossils*）に当たる。日本の化石人骨の三ツ日人はこの時期の人骨で縄文人の祖型の特性をそなえているといわれる。関東地方には人骨が未だ知られていない。（続）

古 環 境 図 の 解 説

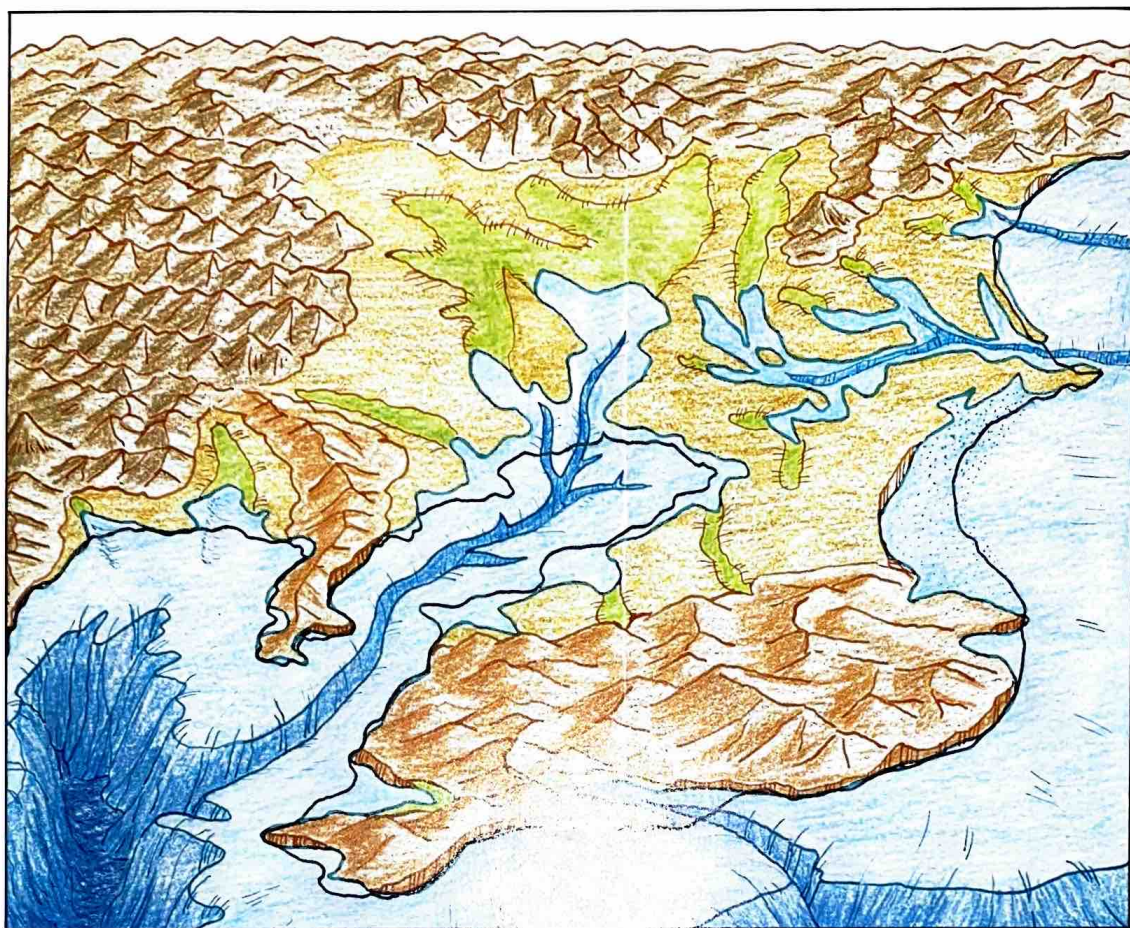
第1景 縄文海進期

縄文土器を使った人々は、海の貝をとって食糧にしたとみえて、大きな川に連なる台地の端に多くの貝塚を残している。貝塚の貝がいた海は、南の東京湾から北へ古東京川水系を遡り、東の鹿島灘から古鬼怒川水系を西に遡り、70kmも奥まで川沿いの細長い入江のところが多かった。この頃が、氷河時代が過ぎてから海が一番内陸まで入り込んだ時期であり、約6000年前が縄文海進の極期に当たる。縄文海進は、後氷期になってから最も温暖な気候であったための海水準上昇による地球規模の海進の一環とみられるものである。関東地方では房総半島南部の沼サンゴ層がこの時期の地層であることから、浅海に造礁サンゴが生息し、黒潮が海岸を洗い、今よりも多くカシ・シイなどの照葉樹が茂っていたと考えられる。関東地方が氷期の落葉樹林から照葉樹が茂って、今のようになり冬も広葉樹の緑の自然に塗りかえられたのは、この時期からである。最終氷期末から中休みの状態にあった古富士火山が目覚め6000年前から活動を再開して3776mの富士山が完成したのは、もっと後のことである。

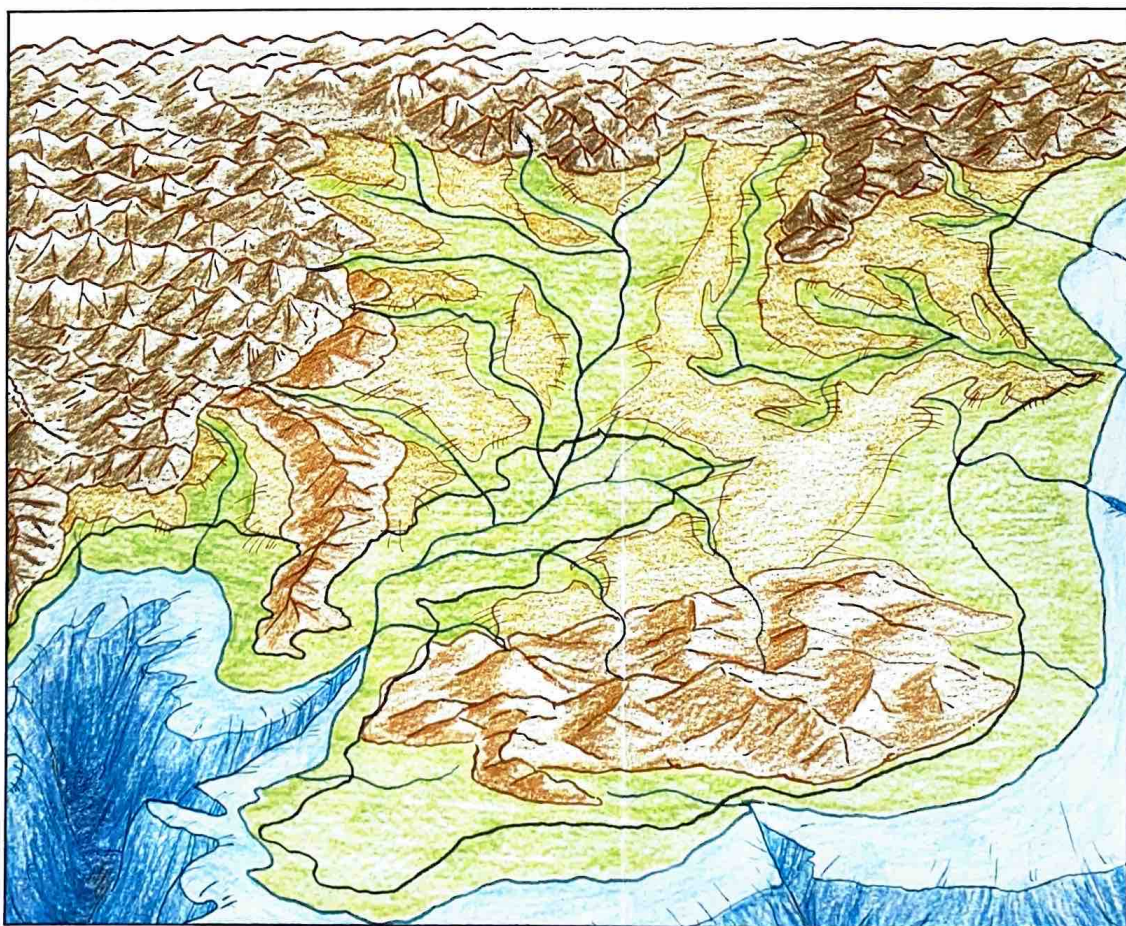
第2景 最終氷期

最終氷期が約1万8千年前で当時の海水準が今より100mも低かったことは世界的に認められている。関東地方の海岸線は今より海の方へ後退していた分だけ陸地が広く、古東京川水系と古鬼怒川水系がはっきりした姿をあらわした。この2大水系は、約8万年前に古東京湾が干し上がってから後に、古東京湾地域を東と西に分断する形で地盤が徐々に高くなるにつれて流水の侵食によって刻み込まれてできたものである。古東京川の幹線流路は、東京の下町地域では、今の平地から80mも深いところまで確認され、河岸は急崖のまま沖積層に埋められている。この時期は、日本に最初に集団で住み着いた先土器時代の人々がいた時期で、当時の人々がこの河底に下りたとしたら、河岸の急崖を越えた山手台地は100mも高く、登るのにうんざりしたことだろう。この頃は寒冷な気候で針葉樹や、落葉樹ではブナなどが目立ち、ナウマン象が生育した末期に当たる。また、古富士火山、浅間山、赤城山、男体山、那須火山などの火山活動の激しい時期で、当時の人々はこの厳しい自然環境を堪え抜いたことであろう。

1. 6000年前（縄文海進時）



2. 18000年前（最終氷期）



第3景 下末吉海進期（古東京湾の時期）

12～13万年前

古東京湾は、12～13万年前の下末吉海進時に鹿島灘の方向に開いた、今の東京湾の10倍もある大きな湾入で、東京湾地域で南へも通じていた。現在の関東平野・東京湾の形成史の中核をなすものが古東京湾とその堆積物であり、古東京湾が干上がる過程がわかるのは、主に茨城県～千葉県の常総台地の地域である。当時のイメージを綴ると次のようになろう。

『幾度かの停滞・小上昇期を挟みながらも、海面はしだいに低下していった。海面が10mほど低下したころ、筑波山塊の南西に古鬼怒川の鳥趾状三角州が前進していた。その前面には低鹹度の海がゆったりとひろがっていた。東方に眼をやると、離水したばかりの茫々としたアシ原に、渡り鳥の群が羽をやすめている。遠く北方にあがる土煙の下では、ナウマン象の群が移動しているのであろうか。南西のなだらかな起伏の原野の遙かむこうに、噴煙をたなびかす箱根山が淡くゆらいでいる。その右手には残雪の丹沢・秩父の連山が蒼く……』

（増田富士雄 “Kmp テフラ降灰前夜” より）。

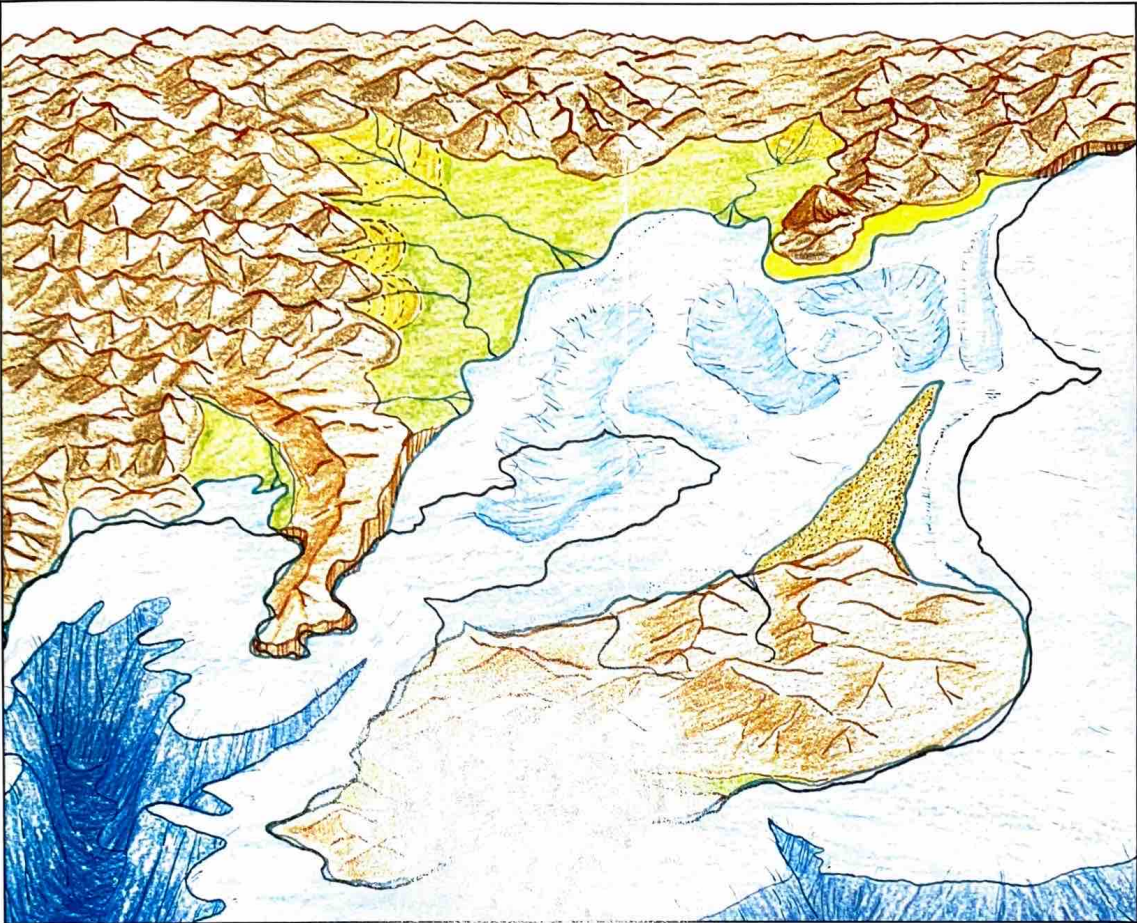
第4景 上総海盆期

70～90万年前

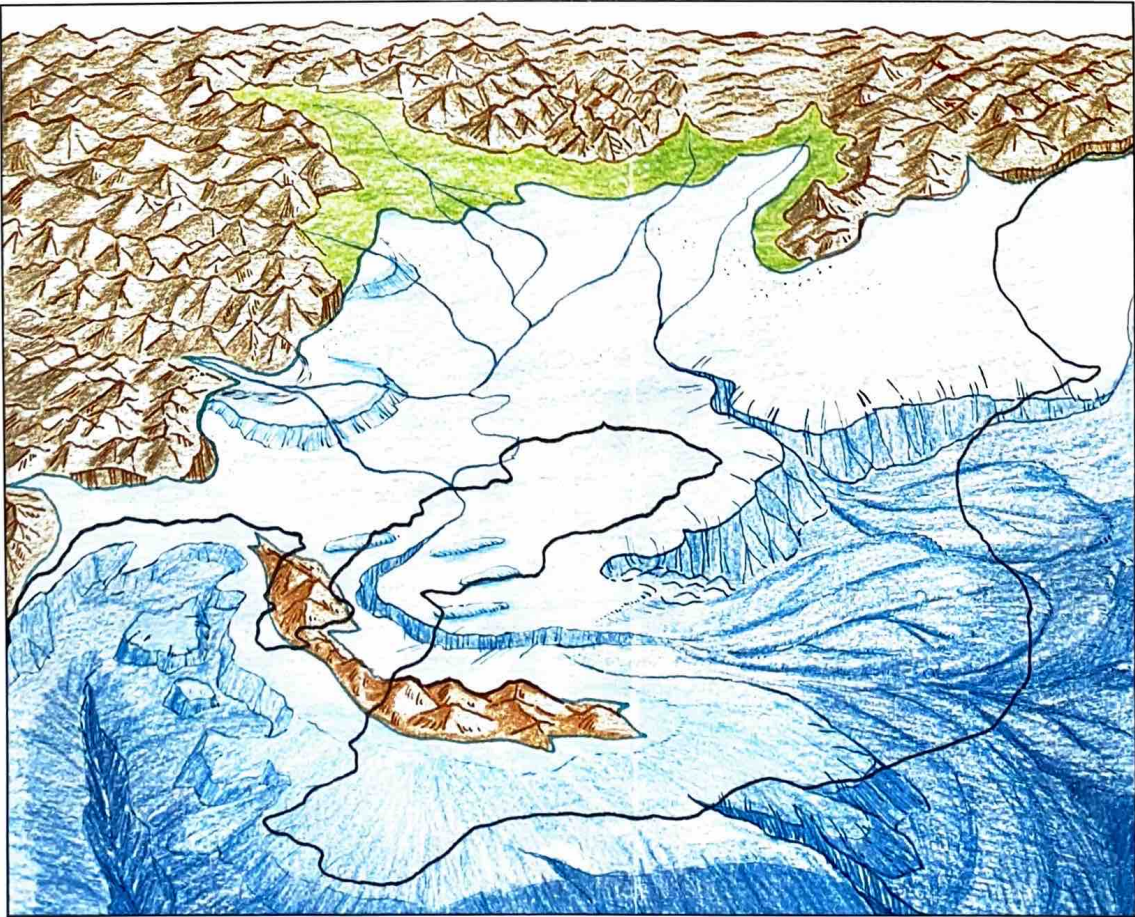
房総半島には、第3景までの時期の地層の下総層群の下に長浜不整合を距てて上総層群が横たわる。上総層群の形成は60万～300万年前であるが、上総層群の上部が堆積した70～90万年前頃には、下総層群とは大きくちがう大陸棚斜面を越えた深海底1000m以深の海盆が房総半島東部に存在したのである。これは地層の解析によって判明したものである。この上総層群の堆積環境から復元した海底地形を上総海盆と名づける。すなわち、銚子半島以南、房総半島中央部以東に深さ1000～2000mの海底扇状地を主とする海盆が広がり、大陸棚の末端部やこれに続く大陸棚斜面には顕著な海底谷が刻まれていた。

当時の陸地は、北は筑波～八溝・足尾山地、西は秩父～丹沢山地などの現在の山岳地域であり、関東地方の丘陵・台地・平地の地域は海域であったが、今の東京湾地域には、三浦半島と房総半島にまたがる東西に伸びる細長い葉山～嶺岡島が横たわっていて、東京湾口の海底谷もなかった。この時期には東京湾がやがて形成されるであろうと推定し得るものは認められない。

3. 11~12万年前（下末吉海進時）



4. 70~80万年前



地質時代にみられる動物群の一斉大量絶滅

—高等学校での取扱いとその意義—

(その2)

田中義洋¹⁾・平野弘道²⁾

1. はじめに

その1では、古生代末および中生代末の動物群の一斉大量絶滅、およびそれに先立つ植物群の入れ替わりという2大事実を紹介し、その要因について論述した。ここでは、一斉絶滅の同時性とは、地質学的時間尺度での同時性であること、また、これらの絶滅現象の要因は、確率的なものでも天変地異的なものでもなく、気象および海洋条件を中心とした環境科学的なものを第一に考えるべきであることを論じた。さらに、これらより小規模の一斉絶滅については、確率的な事象と考えることも可能であること、しかし白亜紀のアンモナイト類の階レベルでの盛衰は海進・海退現象と著しくよく調和していることを論述した。

これらの事実はいずれも、自然環境のいくつかの要素が変化したり、循環サイクルに変化が生じると、生態的地位の階段を下位から順次上位にまで上って影響をおよぼし、最終的には生物界に大きな変化をおよぼすことがあることを教えてくれる。

我々人類は、誕生以来、特に最近1万年といった短い時間の間に、自然界の大改造を実施してきた。人類の幸福と恒久的な繁栄のためには、まだ多くの改造をしていくことになるかと予測される。その時にあたって問題

となるのは、どこまで自然に手をつけても大丈夫なのか、どの程度の速度でならその平衡を著しく破壊せずにするのか、である。多くの人々が、日常生活の中でこれを課題として生きていくことが要求されつつあるように思われる。そこで、本篇(その2)では実際の教科課程において、どれだけそのような事に注意が払われているかを通覧し、地学教育の果たす役割について、若干の考察を付してむすびとする。

第 1 表

A 社	B 社
サンヨウチュウ	三葉虫
シソチョウ	始祖鳥
アンモナイト	アンモナイト
キョウリュウ	恐竜
カイトニア	
ホニユウ類	
ウマ	ウマ
(エクウス、プリオhippos、	(エクウス、プライオhippos、
hipparion、メリキップス、	メリキップス、メソhippos、
メソhippos、エオhippos)	ヒラコテリウム)
人類	人類
(猿人、原人、旧人、新人)	(猿人、原人、旧人、新人)

1) 東京学芸大学大学院理科教育
2) 早稲田大学教育学部地学教室
1986年7月30日受付 8月20日受理

キョウリュウ類
(プロントザウルス)

カハイセキ

ホタテガイ
ビカリア
メタセコイア

ナウマンゾウ

ハウサンチュウ
ケイソウ
グロビゲリナ
ココリス類
マガキ

ウマ

(エオhipps、メソhipps、
メリhipps、プリオhipps、
エクウス)

人類

(アウストラロピテクス、ホモ・エ
レクタス、ジャワ原人、北京原人、
ホモ・サピエンス、ネアンデルター
ル人、旧人、現代人、新人)

恐竜類

(プロントザウルス、フタバスズキ
リュウ、ニッポンリュウ、ウタツギ
リュウ、魚竜、イクチオザウルス、
首長竜、プレシオザウルス、翼竜、
テラノドン、テコドント、トリケラ
トプス、ティラノザウルス、シノグ
ナータス)

シダリス (ウニ類)

コケムシ

層孔虫

石灰藻

エントモノチス

始祖鳥

イノセラムス

貨幣石 (ヌムリテス)

レピドシクリナ

ビカリア

メタセコイア

セコイア

イヌスギ

ボブラ

プラタナス

ニレ

ケヤキ

シュロ

バショウ

カラマツ

トウヒ

ゾウ

花粉

(マツ属、ツガ属)

胞子

(ナウマンゾウ、マンモスゾウ
トウヨウゾウ、シガゾウ、アカシ
ゾウ)

ムカシニホンシカ

オオツノシカ

ニホンシカ

放散虫

ケイ藻

デスモスチルス

カルカロドン

ケイ化木

カプトガニ

ウマ

化石人類

(アウストラロピテクス、猿人、
ジャワ原人、ペキン原人、ネアン
デルタル人、旧人、クロマニヨン
人、新人、野尻湖人)

は、やはり扱われていないことが分かる。ここで参考までに、前述の2社の「地学」の教科書に登場する化石の種類を紹介する(第2表)。

3. 高等学校理科教育における意義

a. 高校「地学」における意義

「地学」は、その歴史的時間スケールの大きさに一つの特徴がある。そして、当然その認識がなされることに意味がある。前述したように、地質時代は、生物の出現および絶滅現象と密接に関連があり、特に、動物のそれは地質時代区分の基準とされていたわけである。動物は本能的に種族の保存および生命の連続が絶対的命題である。従って、生物の絶滅現象をとらえておくことは、地質時代の設定に意義があり、地球の歴史を振り返ることにもなり、「地学」独特な歴史的時間把握を容易にする。

また、例えばショウジョウバエによる集団遺伝学の成果が、進化の研究に貢献していることも事実である。しかし、化石のように、出現(first appearance)から絶滅まで、数万から数10万世代にわたる一連のデータを得ることはできない。このように、時間経過を目で追うことのできる化石は、進化の研究上大変有用である。また、地層には欠如があり、時間的には連続ではない。それを対比によって巧みに継ぎ合わせることができるのは、生物の生存と進化の賜物である。このように、いわゆる大進化を取り扱ふと、生物の変遷した歴史が一連の、莫大な時間であることを、目の当たりに

させることができる。そのため生徒にとっては、その歴史と生物の果してきた役割を理解しやすくなるであろう。

また、絶滅現象とその要因を考えることによって、その生物の適応していた当時の環境を推定し、現在の、また、未来の環境を考えていく上での指針となる。それは、我々も動物の一種である以上避けがたい問題である。そのような、自然環境に対する生態系および物質循環という観点を生徒に与えることは、極めて重要なことであると思われる。

さらに、一斉大量絶滅の事実を導入することは、単に、一つの種だけではなく、多くの種が互に関連し合っただけでなく、同時に絶滅したということに意義がある。そして、多くの種が、同時に絶滅する環境の変化がいかに起こったかなどについて科学的に推論させる。そのことは、McCartney (1984) が、中生代末の絶滅について述べているように、絶滅現象は高校生にとっても、その一般的な概念は理解しやすく、興味をもたせ、想像力をかきたてる結果につながることであろう。その時、単に、隆起・沈降といった古地理的環境だけでなく、生物の分布や適応性、そして生物どうしのつながりといった生物そのものに注目すること、すなわち生態系という観点が、まさに必要となるのである。一般的に、生態系の学習というと、「生物」の領域の問題として、片付けられがちである。生態系という見方がなかなか馴じめないのは、あまりにも今日的現象のみにとらわれているからではないだろうか。「地学」においても、地質時代における生物の歴史を、生態系の変遷として捉え現在に生かし、グローバルな視野で環境を眺めていく必要がある。それは、先に述べたように、現在の、また、未来の環境を考えていく上で、大きな指針となるであろう。

最近、日本各地で、新しい化石の発見が報じられている。これは、いろいろな要因が考えられる(例えば、松川、小島、1986)が、一般の人の化石を見る目が、向上したことがあげられよう。これなどは、学校教育だけでなく、博物館などの施設とそこに寄与する人材という社会教育的営為などが、大いに貢献した結果といえよう。また、多くの出版物の与えた影響も無視できないだろう(例えば、小島、1986)。もちろん、テレビなど映像による影響は良い意味でも、悪い意味でも大きなもので、言うにはおよばないかも知れない。従って、化石という人類が共有すべき価値を持った文化遺産の発見の増加は、まさに、社会進歩の賜物といえるであろう。今後さらにこの文化遺産を、有意義に活用していくことが、それを扱う「地学」の大切な意義の1つである。

b 理科Ⅰ「人間と自然」とのかかわり

理科Ⅰにおいて、主要なテーマとなっている「人間と自然」においては、グローバルな視野で環境を捉え取る必要がある。その素材として、生物の一斉大量絶滅を取り上げることが、さほど困難ではないと思われる。現在の選択科目である「地学」の履修状況からすると、必修である「理科Ⅰ」に取り上げることこそ、意味がある。なぜならば、大部分の生徒にとって、「理科Ⅰ」で身につけた知識が、その後の生活を築く上での指針となるからである。

また、現行のままでも、扱い方を工夫すれば、十分に、その目的を果たすことができるだろう。例えば、「遺伝と変異」のところで扱われている化石についての項目を、そこから切り離し、「自然界の平衡」のところで扱われている生態系についての項目と共に、「環境」という視点で結びつけ、生徒の環境学習の新しい素材を提供することができる。今日、取り扱いが困難であると言われるこの項目の1つの道標となりうるし、そのように取り上げることによって、「理科Ⅰ」の目標でもある自然と人間生活との関係を、認識する手がかりともなるであろう。このことは、地学では教条的に使われている「現在は過去を解く鍵である」という諺を入れ換え、「過去は現在を解く鍵である」とすることである。化石は、過去の地質時代には確かに生命を持っていたわけで、その時代の生態系を構成していたのである。そのことをあまりにわれわれは忘れ過ぎているかも知れない。

c. 高校数学科とのかかわり

自然界の事象にはかなり確率的なことがあるということから、特に、「確率・統計」とのかかわりが、考えられる。高等学校学習指導要領解説 数学編・理数編(1979, 文部省)によると、現行のカリキュラムでは、「確率・統計」は、選択科目である。しかも比較的高学年に配当されることが多い。数学では数学としての固有の扱いが必要なこともあり、なかなか実際の授業において、生物の大量絶滅を例に取り上げることが困難かもしれない。しかし、単に、抽象的な理論の紹介にとどまるのではなく、具体的な事例を扱い、データの具体的な操作を行なうことにより、概念の形成がされ易いのではないかと考えられる。また、数学的に扱った後で、扱った物に戻ることが必要で、具体物を扱っておれば、より科学的な見方を深めることが可能となるはずである。「確率・統計」には適応範囲があるはずで、本論のその1でも述べた様に適応範囲の妥当性の吟味が必要である。以上のように、応用的素材としてもかなり興味深いのではないかとと思われる。生物の大量絶滅の解釈には、今まで地質

学ではあまり使われなかった確率・統計学的な考え方が必要であることから、今後、数学科の方で、大いに取り上げられることを期待する意味を込めて、いくつか例を上げてみる。

旧課程「生物Ⅱ」では扱われていた内容で、進化に関する項目は、「理科Ⅰ」にまとめられ、精選された。そのため、集団遺伝学の成果は、教科書にはほとんど取り上げられなくなってしまった。その中の1つに、進化を生物個体群内における遺伝子頻度の変化と考え、その変化を取り扱うハーディー・ワインベルグの法則がある。つまり、個体数の多いメンデル集団において、対立遺伝子A（優性）とa（劣性）があり、いずれも自然選択に対して優劣のないとき、各々の遺伝子頻度をp, q（ただし、 $p+q=1$ ）とすると、3種の遺伝子型AA, Aa, aaの頻度は、各々 p^2 , $2pq$, q^2 となる。この関係は、突然変異や個体の移入・移出などがなければ、不変であるというものである。この場合、確率・統計学的な扱い、特に、二項分布の考え方が必要なために、「理科Ⅰ」の進化の内容から削除されたわけである。予備知識となる進化に関する事柄は、既に「理科Ⅰ」で取り上げられているのであるから、逆に、二項分布を指導するときに、自然現象にも広く存在する確率分布の1つとして、このハーディー・ワインベルグの法則を始めとする集団遺伝学の成果の一部を紹介することは可能であると思う。元来、この法則を見出したのは、ハーディーという数学者と、ワインベルグという生物学者である。であれば、なおさらその発見の歴史から見ても、取り上げることが、望ましい。

化石を計測して、生物統計学的に解析を行なうときには、「確率・統計」で扱われるヒストグラムを用いて、個体群の様子を概観したり、正規分布の考え方を必要としたりする。そして、平均値と標準偏差によって、個体群の特性を表現することは言うまでもないかもしれない（例えば、速水ほか, 1968; 速水, 1969; 速水・松隈, 1971）。もちろん、各種の推定法や検定法も、その目的に応じて用いられる。

また、その1でも述べたように、絶滅の確率のモデルとして、種々の数式が用いられてきた。その多くを見ると、指数関数の応用であり、「基礎解析」との関連も生じて来る。これに限らず、相対成長など生物の現象を記述する際には、指数関数がよく用いられており、その数学的理解が、生物の見方をより深いものにしうる。

さらに、生物の出現および絶滅により設定された地質時代の実際の長さを求めることは、今日、放射性元素の崩壊を用いて行なわれている。放射性元素は、いったん

鉱物中に含まれると、どのような環境下でも一定の速度により崩壊し、別の安定な元素に変化していく。この現象を用いて測定されたのが、放射年代（絶対年代）である。つまり、ある放射性元素の最初の質量を N_0 ; t 年後残存している質量を N_t , 壊変定数を λ とすると、

$$N_t = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

となる。また、 N_0 が壊変して半分になる時間を、半減期 T といい、

$$N_t = N_0 (1/2)^{t/T}$$

とも示される。従って、これも指数関数の形になっている。放射年代の意味を考える際にも、指数関数の理解は、必要不可欠であろう。

引用文献

- Alvarez, L. W., Alvarez, W., Asaro, F. and Michel, H. V. (1980): Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science*, 208, pp. 1095-1108.
- Cowen, R. (1976): *History of Life*, McGraw-Hill, 浜田隆士(訳): 生命の歴史頁. 255, サイエンス社.
- Ferguson, M. W. J. & Joanen, T. (1982): Temperature of egg incubation determines sex in alligator mississippiensis. *Nature*, 296, pp. 850-853.
- 浜田隆士(訳) (1984): 恐竜はなぜ絶滅したのか. (D. A. Russel, 著), 63頁, 日経サイエンス社.
- Hancock, J. M. (1967): Some Cretaceous/Tertiary marine faunal changes. In Harland, W. B. et al. eds. *The Fossil Record*. Geol. Soc. London, pp. 91-104.
- (1977): Introduction. In Kauffman, E. G. & Hazel, J. E. eds. *Concepts and Methods of Biostratigraphy*. Dowden, Hutchinson & Ross, P. A., pp. 3-23.
- Harland, W. B., Cox, A. V., Llewellyn, P. G., Pickton, C. A. G., Smith, A. G. and Walters, R. (1992): *A geologic time scale*. p. 131, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- 速水格 (1965): 化石の計測と統計—古生物実習の1例—. 九大理研報(地質), 10, (2), 67-90頁.
- , 昭和42年度九州大学地質学科三年生(1968): 二枚貝殻の変異と相対成長—I, 福岡市郊外津屋崎産タマキガイ属 *Glycymeris* 2種について. ヴィナス, 27, (3), 95-110頁.
- , 松隈明彦(1971): 化石の計測と統計—アロメトリと個体変異の解析—. 九大理研報(地質),

- 10, (3), 135-160頁.
- 平野弘道 (1984): 生物種に寿命はあるか. 科学, 54 (7), 429-433頁.
- 猪郷久義 (編) (1982): 現代の地球科学. 308 頁, 朝倉書店.
- Kennedy, W. J. (1977): Ammonite Evolution. In Hallam A. ed., *Patterns of evolution*. Elsevier Sci. Publ. Co., pp. 251-303, Amsterdam.
- and Cobban, W. A. (1976): Aspects of ammonite biology, biostratigraphy, and biogeography. *Palaeontology Spec. Vol.*, 17, p. 94.
- 松川正樹・小島郁生 (1986): 恐竜の足跡の発見・証明にいたる思考過程 一山中白亜系の例一. 地学教育, 39, 81-90頁
- McCartney, K. (1984): The Cretaceous/Tertiary extinction controversy. *Jour. Geol. Edu.*, 32, pp. 306-309.
- 文部省 (1979): 高等学校学習指導要領解説, 理科編・理数編. 135頁, 実教出版株式会社.
- 文部省 (1979): 高等学校学習指導要領解説, 数学編・理数編. 194頁, 実教出版株式会社.
- 小島郁生 (1986): 恐竜の足跡. 238頁, 新潮社.
- Obradovich, J. D. and Cobban, W. A. (1975): A Time-scale for the Late Cretaceous of the Western Interior of North America. *Geol. Assn. Canada, Spec. Pap.* 13, pp. 31-54.
- Öpik, E. J. (1958): On the catastrophic effects of collisions with terrestrial bodies. *Irish Astron. Jour.*, 5, pp. 34-36 (但し Raup, 1981による).
- (1973): Our cosmic density. *Ibid.*, 11, pp. 113-124 (但し Raup, 1981による).
- Raup, D. M. (1978): Approaches to the extinction problem. *Jour. Paleont.*, 52, pp. 517-523.
- (1981): Extinction: bad genes or bad luck? *Acta Geol. Hispanica*, 16 (1-2), pp. 25-33.
- , Gould, S. J., Schopf, T. J. M. and Simberloff, D. S. (1973): Stochastic models of phylogeny and the evolution of diversity. *J. Geol.*, 81, pp. 525-542.
- Stanley, S. M. (1984): Marine mass extinction: A dominant role for temperature. In Nitecki, M. H. ed., *Extinction*. pp. 69-117, Univ. Chicago Press, Chicago.
- Saito, T. and Donk, J. van (1974): Oxygen and carbon isotope measurements of Late Cretaceous and Early Tertiary foraminifera. *Micropalaeontology*, 20, pp. 152-177.
- Valentine, J. W. (1977): General patterns of Metazoan Evolution. In Hallam, A. ed., *Patterns of Evolution*. pp. 27-57, Elsevier Sci. Publ. Co, Amsterdam.
- , Foint, T. C. and Peart, D. (1978): A provincial model of Phanerozoic marine diversity. *Paleobiology*, 4, pp. 55-66.
- Ward, P. D. & Wiedmann, J. (1983): The Maastichtian ammonites succession of Zumaya, Spain. In Birkelund, T. ed., *Abstracts of Symposium on Cretaceous Stage Boundaries*. Copenhagen, Univ. Copenhagen, pp. 205-208.
- Wiedmann, J. (1969): The heteromorphs and ammonoid extinction. *Biol. Rev.*, 44, pp. 563-602
- (1973): Evolution or revolution of ammonoids at Mesozoic system boundaries? *Ibid.*, 48, pp. 159-194.
- Yule, G. U. (1924): A mathematical theory of evolution, based on the conclusion of Dr. J. C. Willis, F. R. S. *Roy. Soc. London, Philos. Trans (B)*. 213, pp. 21-87 (但し Raup, 1981による).

パーソナルコンピュータを用いた Concept Map の作成方法の開発

——岩石に関する概念構造の分析——

加藤圭司* 遠西昭寿** 榊原雄太郎*

まえがき

Concept Map¹⁾は、学習者の概念構造を知ることができるという点で重要かつ興味深い方法である。加藤他²⁾は、大学生を被験者として岩石に関する12の用語を用いて Concept Map を作成し、概念構造を明らかにした。その結果、Concept Map が学習者の認知の状態を総合的に把握する上で優れた方法であることが明らかになった。

本研究では Concept Map をパーソナルコンピュータによって作成する方法を開発し、その有効性について確認した。

1. 本研究の目的

Champagne et al.¹⁾は、Concept Map の手法を用いて学習者の概念構造を明らかにし、さらに学習の前後における学習者の概念構造の変容についても明らかにした。彼の用いた方法は、学習者にいくつかの用語を示し、これらを適当な場所に配置させた後、意味のある矢印で結ばせるというものであった。

Concept Map を用いることによって、被験者の認知構造の中で用語とその用語を支える概念が何層の層構造をもち、どのようなネットワークを作っているかが明らかになる。

同様の目的で、方法は異なるが Ault et al.³⁾, Matthews et al.⁴⁾⁵⁾⁶⁾, Johnstone et al.⁷⁾なども概念構造の研究を行なっている。

加藤他²⁾は、岩石に関する用語を用いて Concept Map の手法で大学生の概念構造を明らかにし、これらをいくつかのタイプに分類するとともに、若干の問題点を指摘した。加藤他²⁾の方法は、基本的には Champagne et al.¹⁾の手法と同じものであった。そのため下に述べるような問題点が生じた。そこでこれらの問題点を解消するために、パーソナルコンピュータを用いた Concept Map の

作成方法を開発した。

2. パーソナルコンピュータによる分析

(1) パーソナルコンピュータを用いた Concept Map の作成

加藤他²⁾で用いた Concept Map は、被験者に作成させるという点で問題があると共に、調査者がそれらを評価する場合にもいくつかの問題が指摘できる。すなわちこの研究では、被験者が Concept Map を作成したので、調査にあたってあらかじめ被験者に対して Concept Map とはどのようなものか、どのようにして作るのかを理解させておく必要があった。また評価においても、作成された Concept Map にいろいろな表現が見られ、調査者の主観的な判断を迫られる場合もあった。

そこで本研究においては、被験者は関係する用語を1対1で対応させ、これらの用語を持つ概念が相対的により上位であるか、下位であるかだけを判断すれば良い、用語関連テスト⁷⁾を用いることができるように方法を改善し、これらのデータから客観的な Concept Map の作成方法を開発した。

Concept Map を評価に利用するためには大量のデータの処理を必要とするので本研究ではパーソナルコンピュータを用いることとした。さらに Concept Map を作成する上での基本的理論として階層構造グラフを作成するのに最も適していると考えられる ISM 理論⁸⁾⁹⁾を採用することとした。

(2) 調査方法の改善

調査用紙は、加藤他²⁾の調査内容と全く同じ内容で行なわれることを前提として作成された。すなわち、「岩石」、「火成岩」、「堆積岩」、「変成岩」、「花崗岩」、「玄武岩」、「砂岩」、「石灰岩」、「片麻岩」、「石英」、「黒雲母」、「砂」の12の用語が用いられている。

これらの用語は、階層関係によって全体を包含する概念である「岩石」、その概念に含まれる3つの成因名、さらにそれぞれの成因によって生じた岩石名、これらの岩石の構成物である鉱物名および碎屑物名の4段階の

【問 1】

◆ [] 中の用語のもつ意味の範囲に含まれるものには、○印、その構成物として含まれると考えられるものには、△印 を付けること。

※ あてはまると思うものには、いくつ ○印 や △印 を付けてもよい。あてはまるものがなければ、ひとつも ○印 や △印 を付けなくてもよい。

【 たい 積 岩 】

- ・ () 石 英
- ・ () 砂
- ・ () 花こう岩
- ・ () 石灰岩
- ・ () 砂 岩
- ・ () 岩 石
- ・ () 玄武岩
- ・ () 黒雲母
- ・ () 片麻岩
- ・ () 変成岩
- ・ () 火成岩

図1 本研究で作成した調査用紙（用語関連テスト形式）

テゴリーから成る概念構造をもつ。

この調査用紙では、被験者が2つの用語の関係だけを判断できれば回答することができるように、図1に示すようないわゆる用語関連テストの形式で作成した。この図1に示したものは12ページある調査用紙のうちの1枚であるが、12の用語をランダムに配列しそのうちの1つを他の用語群の1番上に示したものであり、他の11ページの質問紙も同様に作られている。

被験者は、1番上に示した用語とその下にある用語群との包含関係を1対1で考え、その用語に対する下位概念には○を、構成物として含まれるものには△を記入する。以下、データとして扱う場合、○は1、△は2として扱っている。

(3) 有向階層化法としてのISM法の導入

ISM法⁹⁾は、社会システム工学の分野において開発された方法であり、多数の要素が複雑に関連し合っているシステム全体の構造をグラフ理論を用いて明確化していく方法である。ISM法は、そのシステムを構成していると考えられる要素を抽出し、それぞれの要素について

1対1でその関連を検討して、すべての要素についての構造を階層的有向グラフとして表現するものである。すなわちこれらの要素をいくつかのレベル集合とこれらのレベル集合にまたがる要素間の関係で表わすものである。

本研究においては、概念構造を1つのシステム、12の岩石に関する用語をそのシステムを構成する要素と考え、ISM法を使用している。

加藤他²⁾は、12の岩石に関する用語を用いて作成させたConcept Mapを、その配列状態に基づいて第1カテゴリーから第4カテゴリーまでの4つの階層構造とみなし、カテゴリー内での知識の混乱やカテゴリー間での知識の混乱などに注目して、11のタイプに分類した。このConcept Mapを「含む—含まれる」の関係から数値化し、グラフ理論を基にパーソナルコンピュータを用いて再現させる上

で、階層構造が明確に表現できること、どの用語の下位にどんな用語が配列されているかが矢印のある線で明確に表現できること、この2つの条件を満たすものとしてISM (Interpretive Structural Modeling) 法が適当であると考えた。

教育の分野においてISM法は、佐藤他¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾や横原他¹³⁾では教材構造分析に、また竹谷¹⁴⁾ではテスト項目間の階層構造分析に用いられている。阿部他¹⁵⁾は、ISM法を学習者集団の知識変容の評価に用いているが、学習者一人一人の概念構造を表現するものとしては用いていない。

(4) 隣接行列¹⁶⁾の作成

調査用紙のデータから隣接行列を作成するプログラムを資料1に示す。前述した調査用紙では、個々の岩石に関する用語についてその包含関係を回答するようになっている。従ってこの調査用紙から得られる0, 1, 2の3値行列は、被験者が回答した生のデータであることから、各用語についてのすべての包含関係を回答していない可能性がある。もしこの行列が正確に各用語の包含関

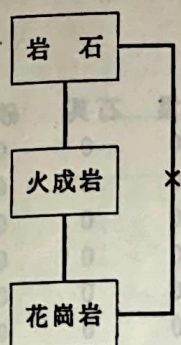


図2 「岩石が火成岩を含む」
「火成岩が花崗岩を含む」
となっており、さらに「岩
石は花崗岩を含む」とな
っている場合、花崗岩と岩石
の直接の関係は削除する。

係を表現していても、レベル集合から概念構造のグラフを作成する際に、要素間の関係を隣接行列から判断しなければならない。要素間の関係を包含関係の行列から判断した場合、要素間に関係のあるものはすべて矢印のある線で結ばれることになる。これは例えば、図2に示すように「岩石」に「火成岩」と「花崗岩」が含まれ、同時に「火成岩」に「花崗岩」も含まれているような場合、「岩石」から「花崗岩」へは2つの経路が存在することになる。このような場合、「岩石」から「花崗岩」へ直接結ぶ線は、包含関係で考えていることから Concept Map 上では不必要である。

このような理由から、隣接行列を作成するプログラムを開発した。

3. BASICによるプログラム

(1) 隣接行列作成のプログラム "RINSETU"

プログラムのメインルーチンは、初期設定と行なう作

業の順序を示している。サブルーチン *DATAREAD では、10000 行以降に作成してある DATA 文のデータの読み込みを行なっている。サブルーチン *CRTPRINT は、データの CRT 画面への表示を行なうルーチンであるが、1 回目は読み込んだ素データを出力し、2 回目は算出された隣接行列を出力する。サブルーチン *LINEPRINT は、プリンターにマトリクスをプリントするルーチンであるが、1 回目は、はじめに読み込まれた素データをこのルーチンでプリントし、2 回目には算出された隣接行列をプリントしている。サブルーチン *RINSETU では、作成されるグラフから不必要な関係を削除し、隣接行列を作成している。この時、素データに環状構造が存在する場合、それらの要素の関連は負の値として出力される。サブルーチン *ENPRINT では、用語関連テストで用いた要素名をプリンターに出力している。サブルーチン *ASAVE は、ISM 法の計算を行なうプログラムに隣接行列のデータを送るためのファイルを作成している。作成されるデータファイルは、1200 行で入力したデータ名に N と A のついた 2 つのファイルである。

資料1に示したデータでは、10010 行にデータ名と要素の個数を設定し、10030 行から 10140 行までに素データを設定している。データの順番は、図3に示した素データの順番と同じである。

図4は、作成された隣接行列であり、不必要なデータが削除されていることは図3との比較によってわかる。

(2) ISM法のプログラム "ISM"

ISM法によるレベル集合作成のプログラムリストを資

◆ 上 位 概 念 ◆

	岩石	火成	変成	堆積	玄武	花崗	片麻	石灰	砂岩	黒雲	石英	砂
岩石	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
火成岩	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
◆ 変成岩	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
堆積岩	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
下 玄武岩	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
位 花崗岩	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
概 片麻岩	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
念 石灰岩	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
砂 砂岩	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
◆ 黒雲母	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
石 英	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
砂	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0

図3 素データの行列

本研究で作成した調査用紙から得られた包含関係を、上図のような用語の順に並べ換え、数値化したもの。横の用語が上位概念、縦の用語が下位概念を表し、横の用語に概念として含まれるものには1、構成物として含まれるものには2を与えている。

◆ 上 位 概 念 ◆

	岩石	火成	変成	堆積	玄武	花崗	片麻	石灰	砂岩	黒雲	石英	砂
岩石	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
火成岩	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
◆ 変成岩	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
堆積岩	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
下 玄武岩	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
位 花崗岩	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
概 片麻岩	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
念 石灰岩	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
砂 岩	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
◆ 黒雲母	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
石 英	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
砂	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0

図4 隣接行列

図3の素データの行列から不必要な関係を削除したもの

料2に示す。メインルーチンは、作業の手順を示しており、初期設定の後サブルーチン *DATAINPUT では、データの読み込みを行なっている。ISM法では用いる行列が0と1でなければならないことから、サブルーチン *BDIM でAのディメンジョンに入力した0, 1, 2の3値行列をBのディメンジョンに保存し、サブルーチン *CONV でAのディメンジョンの2の値を1に変換している。サブルーチン *AMATRIX では隣接行列の表示と素データの行列に単位行列を加えた行列の作成を、*MMATRIX では可到達行列を求めるための計算を、*MPRINT では可到達行列の表示を、*RSAS では RS_i と AS_i を求めこの積集合である $RS_i \cap AS_i$ の計算を¹⁶⁾、*LEVEL ではレベル集合の作成を、それぞれ行なっている。

1170行のSSの値は1に設定されているが、この状態では環状構造を構成する要素間の関連(因子)は、ISMグラフの構成因子として処理される。SS=2とすると、環状構造を構成する因子は、論理的矛盾としてISMグラフ作成のための因子から削除される。

4. Concept Map の作成

このような方法で階層化された要素(図5)に対して、隣接行列(図4)によって得られている個々の要素の1対1の包含関係を矢印のある線で結ぶ。この時、階層化された要素をなるべく互いに交差しないで矢印のある線で結ぶことができるように、同一レベル集合内で要素をならべなおす必要がある。このようにして作成したCo-

<Level>											
*Level 1	1	1									
*Level 2		2	3	4							
*Level 3			5	6	7	8	9				
*Level 4			10	11	12						

図5 ISM法によって得られたレベル集合

1から12までの数字は、本研究で用いた岩石に関する用語を示しており、1は「岩石」、2は「火成岩」…12は「砂」、というように図3、4で示した用語の順番に対応する。

ncept Map の例を図6に示す。

5. ISM 法による Concept Map の再現

(1) Concept Map の数値化

加藤他²⁾で用いた Concept Map では、例えば「火成岩」に「花崗岩」が概念として含まれる場合、「火成岩」の下位に「花崗岩」を置き、線で結んでいる。また同様に、「花崗岩」に「黒雲母」がその構成物として含まれる場合、「花崗岩」の下位に「黒雲母」を置き、線で結んでいる。この関係を用い、12の岩石に関する用語それぞれがどの用語に含まれているかを調べ、含む用語を上位概念、含まれる用語を下位概念として、上位概念を列、下位概念を行とした正方行列に表わすことにした。例えば図7では、 $A_{8,10}$ は、「花崗岩」と「黒雲母」の関係を示し、「花崗岩」に「黒雲母」が構成物として含まれると考えればここに1を、含まれないと考えるならば0を入れる。「黒雲母」に「花崗岩」が含まれると考えれば $A_{10,8}$ に1を、含まれないと考えるならば0を入れる。そこ

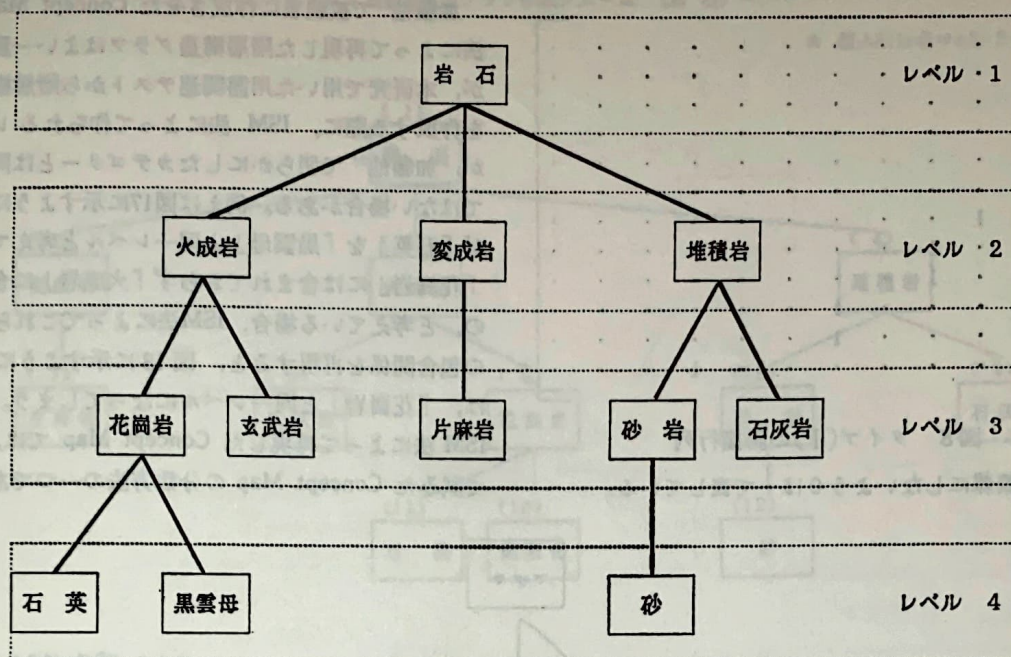


図6 図5のレベル集合と図4の隣接行列から作成した Concept Map

◆ 上位概念 ◆												
	岩石	火成	変成	堆積	玄武	花崗	片麻	石灰	砂岩	黒雲	石英	砂
岩石												
火成岩	A2.1											
変成岩	A3.1	A3.2										
堆積岩	A4.1											
下位概念												
玄武岩												
花崗岩		A6.2								A10.6		
片麻岩												
石灰岩												
砂岩												
黒雲母												
石英												
砂	A12.1											

図7 本研究で用いた12の用語の行列の作成方法

でこの正方行列では、上位概念と下位概念が正しく認知されていれば、行列の中の1は、行列の対角成分よりも左下の部分だけになる。また上位と下位の認識が逆転している場合には、対角行列よりも右上の部分に1が現れることになり、この正方行列から被験者の認識の状態が明かとなる。

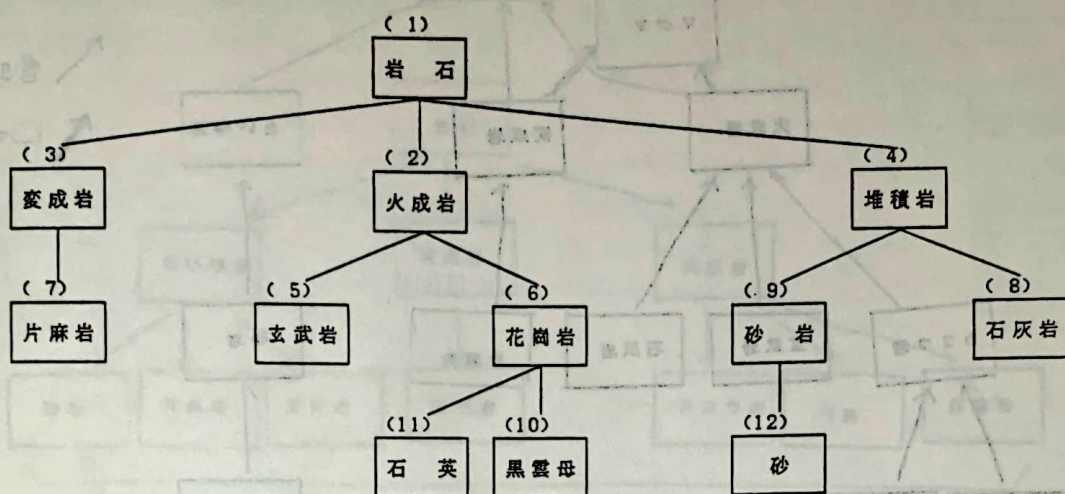
$A_{6,2}$ は、「火成岩」と「花崗岩」の関係を示し、「花崗岩」は「火成岩」に対し下位概念であると考えればここに1を、そうでないと考えれば0を入れる。また、「火成岩」が「花崗岩」に対して下位概念である場合は、 $A_{2,6}$ に1を、そうでないと考えれば0を入れる。このよ

うな方法で1と0の正方行列を作成する。

(2) ISM法による Concept Map の再現結果

図8の隣接行列は、加藤他²⁾の正しい概念構造を示す Concept Map (タイプI, 図9)をもとに作成されたものである。この隣接行列をもとに ISM 法によって作成された Concept Map が図10である。両者を比較するとまったく同等に再現されていることがわかる。

同様に、図11は石灰岩を火成岩であるとし、第3カテゴリー内に混乱を生じている (タイプIII-1) 点に特徴が見られるが、これを本法によって再現させたものが図12である。また図13は本来第4カテゴリーにあるべき鉱



*** グラフの枝(矢印) ***

(1) ← 2, 3, 4
 (2) ← 5, 6
 (3) ← 7
 (4) ← 8, 9
 (5) ←
 (6) ← 10, 11
 (7) ←
 (8) ←
 (9) ← 12
 (10) ←
 (11) ←
 (12) ←

図10 加藤他²⁾で被験者が作成した Concept Map (図9) をもとに隣接行列を求め、本システムを用いてパーソナルコンピュータで再現したもの(タイプI)

者に直接 Concept Map を作成させなくてよいこと、調査によって得られたデータをすべてコンピュータで処理しているため解析に主観が入りにくいこと、があげられる。その結果として、作成された Concept Map に多様な表現がなくなること、大量のデータを処理することができるようになること、データが数値としてコンピュータに管理されるので Concept Map の分類が、客観的かつ容易になること、などが期待できる。

また、本システムの採用によって用語関連テストの使用が可能になり、調査のより低年齢化が可能になる。

さらにパーソナルコンピュータで十分処理が可能なので、学校現場において、本システムを CMI として利用することが容易である。

問題点としては、前述したようにレベル集合のカテゴリ²⁾が必ずしも同じにならないことがあげられる。このため、調査用紙の作成においては、すべてのカテゴリから用語を選択する必要がある。また、グラフから概念構造を推測する場合にも、特別な配慮が必要である。この場合、本システム中の隣接行列作成プログラム

"RINSETU" から得られた隣接行列が、有力な手がかりとなる。

あとがき

児童生徒の学習診断や授業評価を行なうにあたり、認知の状態を視覚的にとらえる有効な方法として Concept Map による分析法がある。本論文では、より客観性のある Concept Map の作成方法として、調査方法の改善とパーソナルコンピュータを用いた Concept Map の作成方法について報告した。

Concept Map による分析は、以下に指摘する点で有効であると考えられる。

(1) 1人1人の Concept Map を個別に評価していくことから、その被験者の認知の状態を診断的に評価することができる。

(2) 加藤他²⁾で報告したように、被験者の Concept Map から認知の状態をいくつかのタイプに分類していくことは、被験者の学習内容に対する到達度などを見ることができ、形成的評価にも利用できる。

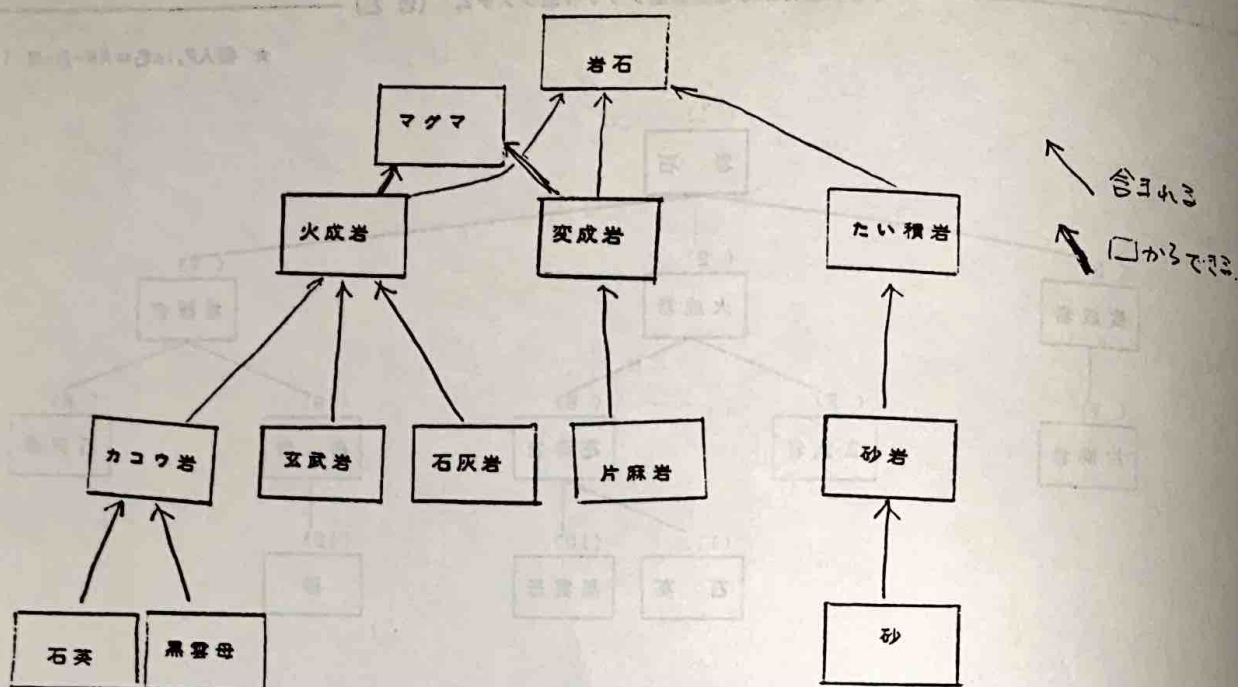
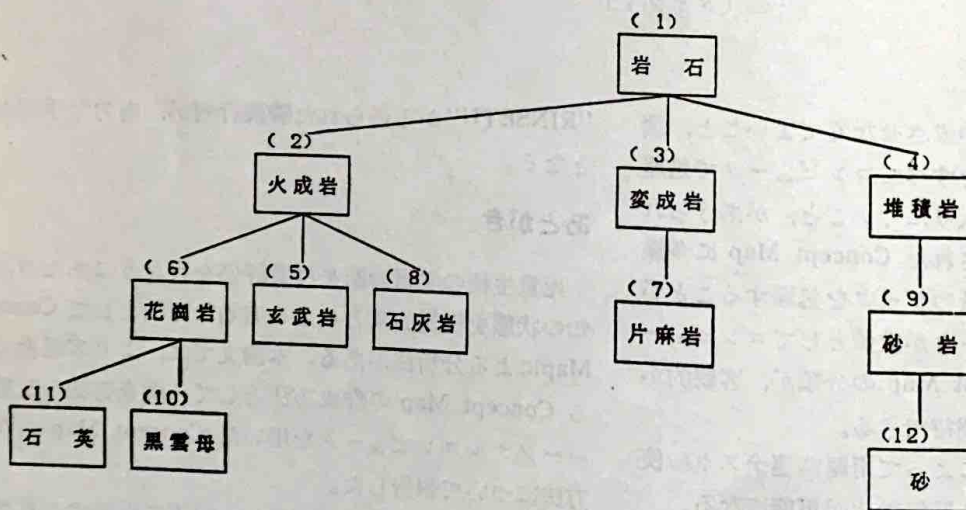


図11 被験者が作成した Concept Map (タイプⅢ-1)
但し、「マグマ」の位置は考慮しないものとする (原図のまま縮小)

ISM法による概念構造グラフ作成システム (岩石)

★ 個人File名=AK-B-M 3



・・・ グラフの枝(矢印) ・・・

(1)← 2 3 4
(2)← 5 6 8
(3)← 7
(4)← 9
(5)←
(6)←10 11
(7)←
(8)←
(9)←12
(10)←
(11)←
(12)←

図12 図11の Concept Map を本システムで再現したもの (タイプⅢ-1)

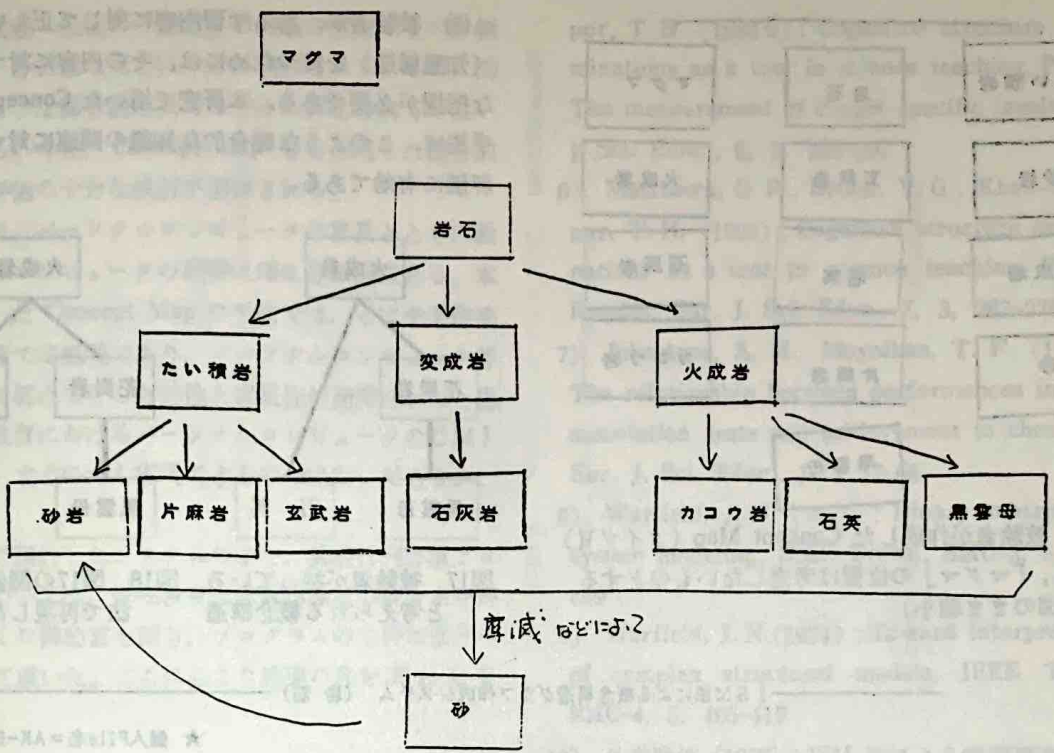
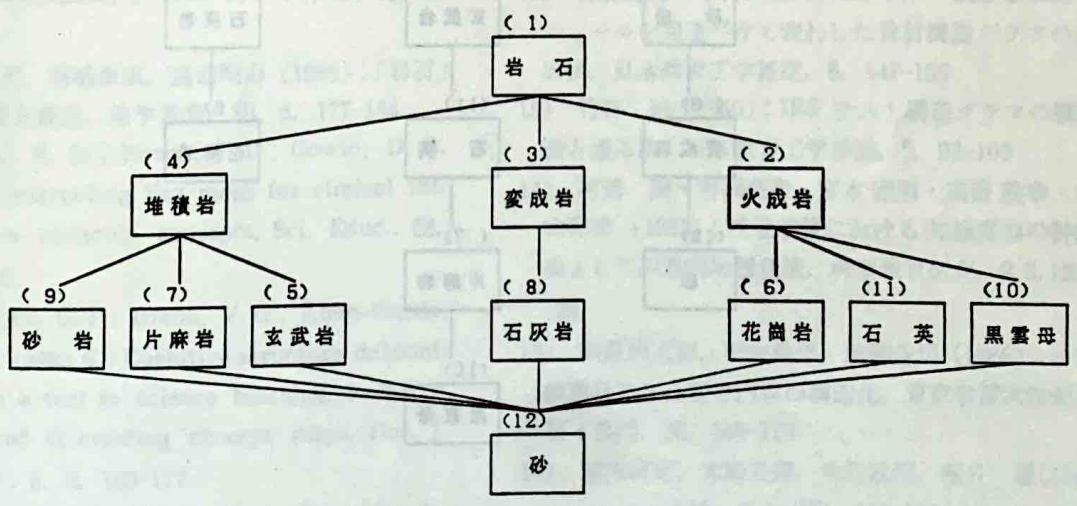


図13 被験者が作成した Concept Map (タイプⅣ)
但し、「マグマ」の位置は考慮しないものとする (原図のまま縮小)

ISM法による概念構造グラフ作成システム (岩石)

★ 個人File名=AK-B-F 3



*** グラフの枝(矢印) ***

- (1)← 2
- (2)← 6
- (3)← 8
- (4)← 5
- (5)←12
- (6)←12
- (7)←12
- (8)←12
- (9)←12
- (10)←12
- (11)←12
- (12)←

図14 図13の Concept Map を本システムで再現したもの (タイプⅣ)

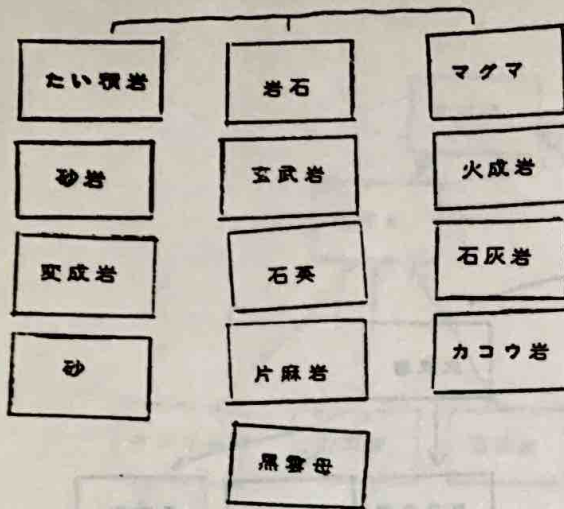


図15 被験者が作成した Concept Map (タイプⅥ)
但し、「マグマ」の位置は考慮しないものとする
(原図のまま縮小)

(3) 被験者が、ある学習内容に対して正しい概念構造(知識構造)を持つためには、その内容に対する総合的な把握が必要である。本研究で用いた Concept Map の手法は、このような総合的な知識の関連に対する総合的評価に有効である。

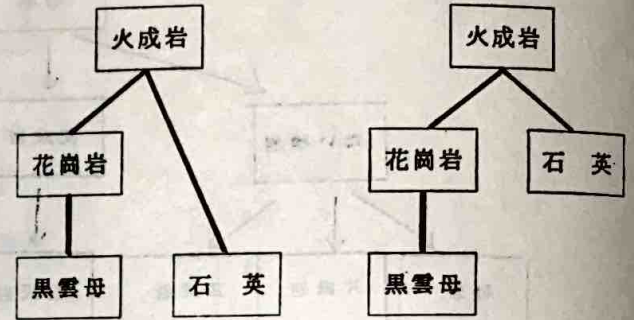
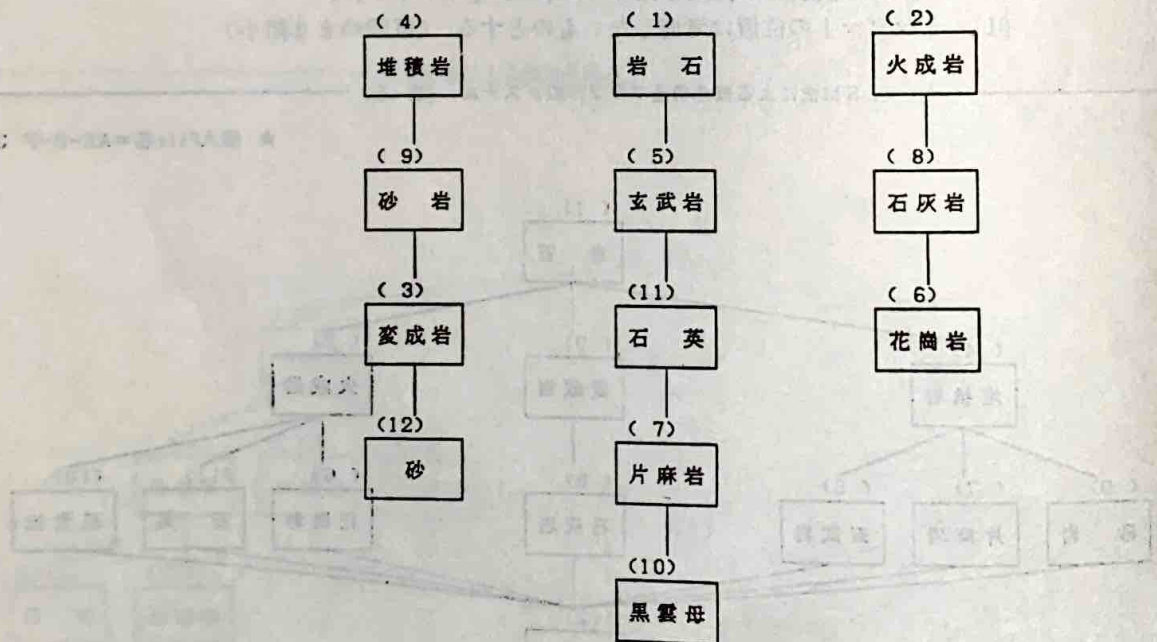


図17 被験者が持っている
と考えられる概念構造

図18 図17の関係をISM
法で再現したもの

ISM法による概念構造グラフ作成システム (岩石)

★ 個人File名=AK-B-M 6



*** グラフの枝(矢印) ***

- (1) ← 5
- (2) ← 8
- (3) ← 12
- (4) ← 9
- (5) ← 11
- (6) ←
- (7) ← 10
- (8) ← 6
- (9) ← 3
- (10) ←
- (11) ← 7
- (12) ←

図16 図15の Concept Map を本システムで再現したもの (タイプⅦ)

徒来, 児童・生徒の「理解」の実態の把握やその評価において, 分析的な見方は十分に検討されているが, (3)で述べたような総合的な見方は十分に行なわれていないと思われる。今後, Concept Map 等を利用した総合的・総括的評価の十分な検討が期待される。

最近では, パーソナルコンピュータの普及とともに教育現場でのコンピュータの利用は増える傾向にある。本研究で用いた Concept Map の手法では, もはや手作業による計算では無理であり, パーソナルコンピュータ等を利用して初めてその有効性と客観性が発揮されると思われる。教育におけるパーソナルコンピュータのCMIの利用は, すぐにでも実現できるのではないだろうか。

謝 辞

本研究で開いたシステムの中で, 隣接行列作成プログラムについては, 愛知教育大学数学教室の佐々木守寿助手に多くの御助言を頂き, プログラムの主要な部分の開発をして頂いた。ここに心より感謝の意を表わします。

参 考 文 献

- 1) Champagne, A. B., Klopfer, L. E., Desena, A. T., Squires, D. A. (1981): Structural representations of students' knowledge before and after science instruction, *J. Res. Sci. Teach.*, 18, 2, 97-111
- 2) 加藤圭司, 羽場康成, 遠西昭寿 (1986): 「岩石」に関する概念構造, *地学教育*, 39, 5, 177-184
- 3) Ault, C. R. Jr., Novak, J. D., Gowin, D. B. (1984): Constructing Vee maps for clinical interviews on molecule concepts, *Sci. Educ.*, 68, 4, 441-462
- 4) Matthews, G. P., Brook, V. G., Khan-Gandapur, T. H. (1984 a): Cognitive structure determinations as a tool in science teaching, Part 1: A new method of creating concept maps, *Eur. J. Sci. Educ.*, 6, 2, 169-177
- 5) Matthews, G. P., Brook, V. G., Khan-Gandapur, T. H. (1984 b): Cognitive structure determinations as a tool in science teaching, Part 2: The measurement of Piaget-specific levels, *Eur. J. Sci. Educ.*, 6, 3, 289-297
- 6) Matthews, G. P., Brook, V. G., Khan-Gandapur, T. H. (1985): Cognitive structure determinations as a tool in science teaching, Part 3; Results, *Eur. J. Sci. Educ.*, 7, 3, 263-279
- 7) Johnstone, A. H., Moynihan, T. F. (1985): The relationship between performances in word association tests and achievement in chemistry, *Eur. J. Sci. Educ.*, 7, 1, 57-66
- 8) Warfield, J. N. (1973): Binary matrices in system modeling, *IEEE Trans.*, SMC-3, 5, 441-449
- 9) Warfield, J. N. (1974): Toward interpretation of complex structural models, *IEEE Trans.*, SMC-4, 5, 405-417
- 10) 佐藤隆博 (1979): ISM 法による学習要素の階層的構造の決定, *日本教育工学雑誌*, 4, 9-16
- 11) 佐藤隆博, 千村浩靖 (1979): ISM 法による教材構造の決定(その2), *電子通信学会教育技術研究会技報*, 79, 6, 11-16
- 12) 佐藤隆博, 千村浩靖 (1982): キー概念と教材モジュールを関連づけて表わした教材構造グラフの作成法, *日本教育工学雑誌*, 6, 147-156
- 13) 竹谷 誠 (1980): IRS テスト構造グラフの構成法と活用法, *日本教育工学雑誌*, 5, 93-103
- 14) 阿部 治・吉岡亮衛・宮本定明・高野義幸・中山和彦 (1985): 授業前後における知識変容の評価法としての有向階層化法, *科学教育研究*, 9, 3, 123-129
- 15) 榊原雄太郎, 田中義洋, 加藤圭司 (1986): 小学校理科地学分野の内容の構造化, *東京学芸大学紀要*, 第4部門, 38, 169-173
- 16) 室津義定, 大場史憲, 米沢政昭, 藤井 進 (1984): システム工学, 森北出版, 122-129

資料1 隣接行列作成のプログラム "RINSETU"

```

1000 *****
1010 *****
1020 *****
1030 *****
1040 *****
1050 *****
1060 *****
1070 *****
1080 *****
1090 *****
1100 *****
1110 *****
1120 *****
1130 *Program Name is "RINSETU"
1140 *本プログラムではLOOPを構成する要素は奥の数として出力されます
1150 *
1160 CLS 3:WIDTH 80,20:CONSOLE 0.20,0.1
1170 ***** MAIN ROUTINE *****
1180 DEFINT A-Z:COMMON FF$
1190 PRINT "◆ DATA 文で作成した DATA から隣接行列を作成し、Drive 2 の Disk に Save します。"
1200 PRINT " (作成される File は、A**** と N**** になります。)"
1210 PRINT:INPUT "◆ 作成する File の名前は ? " FF$:CLS
1220 DIM A(50,50),ENAMES(50),DAS(50)
1230 DIM IKERU(2,50,50),AB(50,50),B(50,50),IKE(50,50)
1240 DIM ZKAZU(50),ZINER(50),ZKESI(50)
1250 REM ***** J O B *****
1260 GOSUB *DATAHEAD
1270 LPRINT "要素の数:"N:LPRINT:LPRINT
1280 LPRINT "要素の名称:"FF$:LPRINT
1290 GOSUB *CRTPRINT
1300 GOSUB *LINEPRINT
1310 GOSUB *RINSETU
1320 CLS
1330 GOSUB *CRTPRINT
1340 LPRINT:LPRINT
1350 LPRINT:LPRINT
1360 GOSUB *LINEPRINT
1370 LPRINT:LPRINT
1380 LPRINT "要素名":LPRINT
1390 GOSUB *ENPRINT
1400 GOSUB *ASAVE
1410 CHAIN "1:ISN"
1420 END
2000 ***** DATA INPUT *****
2010 *DATAHEAD
2020 READ DNAME$,N
2030 FOR IR=1 TO N
2040 READ AS$
2050 FOR JR=1 TO N
2060 A(IR,JR)=VAL MID$(AS$,JR,1)
2070 NEXT JR
2080 NEXT IR
2090 FOR KR=1 TO N
2100 READ ENAMES$(KR)
2110 NEXT KR
2120 RETURN
3000 ***** PRINT CRT *****
3010 *CRTPRINT
3020 PRINT:PRINT
3030 PRINT TAB(6):
3040 FOR P1=1 TO N

```

```

3050 PRINT USING "(##)";P1;
3060 NEXT P1
3070 PRINT:PRINT
3080 FOR P2=1 TO N
3090 PRINT USING "(##)";P2;
3100 FOR P3=1 TO N
3110 PRINT " :A(P2,P3);
3120 NEXT P3
3130 PRINT
3140 NEXT P2
3150 RETURN
***** LINE PRINT *****
4000 *LINEPRINT
4010 LPRINT
4020 LPRINT TAB(6);
4030 FOR P1=1 TO N
4040 LPRINT USING "(##)";P1;
4050 NEXT P1
4060 LPRINT:LPRINT
4070 FOR P2=1 TO N
4080 LPRINT USING "(##)";P2;
4090 FOR P3=1 TO N
4100 LPRINT " :A(P2,P3);
4110 NEXT P3
4120 LPRINT
4130 LPRINT
4140 NEXT P2
4150 RETURN
4160 *ENPRINT
4170 FOR IR=1 TO N
4180 LPRINT USING "(##)";IR:LPRINT ENAMES$(IR)
4190 NEXT IR
4200 RETURN
***** AJACENCY MATRIX / SAVE *****
5010 *ASAVE
5020 OPEN "2:N"+FF$ FOR OUTPUT AS #1
5030 PRINT #1,DNAME$;" ";N
5040 CLOSE #1
5050 OPEN "2:A"+FF$ FOR OUTPUT AS #1
5060 FOR IA=1 TO N
5070 FOR JA=1 TO N
5080 PRINT #1,A(IA,JA)
5090 NEXT JA
5100 NEXT IA
5110 FOR KA=1 TO N
5120 PRINT #1,ENAMES$(KA)
5130 NEXT KA
5140 CLOSE #1
5150 RETURN
***** AJACENCY MATRIX *****
6000 *RINSETU
6020 LOCATE 0,0:COLOR 7:PRINT "◆ 隣接行列 作成中 ....!"
6030 KOSU = N
6040 FOR I = 1 TO KOSU
6050 FOR J = 1 TO KOSU
6060 IF A(I,J) = 0 THEN 6080
6070 IKERU(0,I,J) = 1 : IKERU(2,I,J) = 1
6080 NEXT J
6090 NEXT I
6100 KOSU.M1 = KOSU - 1
6110 FOR K = 1 TO KOSU.M1
6120 M0 = (K MOD 2) + 1 : M1 = (K + 1) MOD 2 + 1
6130 FOR J = 1 TO KOSU
6140 FOR I = 1 TO KOSU
6150 IF IKERU(M0,I,J) = 0 THEN 6200
6160 FOR L = 1 TO KOSU
6170 IF IKERU(0,I,L) = 0 THEN 6190

```

DATA名, 要添数

	D A T A	
10000	DATA MAN-1, 12	
10010	DATA 123456789012	
10020	DATA 000000000000	: 1
10030	DATA 000000000000	: 2
10040	DATA 000000000000	: 3
10050	DATA 000000000000	: 4
10060	DATA 000000000000	: 5
10070	DATA 000000000000	: 6
10080	DATA 000000000000	: 7
10090	DATA 000000000000	: 8
10100	DATA 000000000000	: 9
10110	DATA 000000000000	: 10
10120	DATA 000000000000	: 11
10130	DATA 000000000000	: 12
10140	DATA 200200002000	
10150	DATA 岩石	
10160	DATA 火成岩	
10170	DATA 变质岩	
10180	DATA 沉积岩	
10190	DATA 花岗岩	
10200	DATA 玄武岩	
10210	DATA 花こう岩	
10220	DATA 片麻岩	
10230	DATA 石灰岩	
10240	DATA 砂岩	
10250	DATA 页岩	
10260	DATA 石英	
10270	DATA 砂	

```
6180 Ikeru(M1,L,J) = 1
6190 NEXT L
6200 NEXT J
6210 FOR J = 1 TO KOSU
6220 IF Ikeru(0,1,J) = 0 THEN 6270
6230 IF Ikeru(M1,J,1) = 0 THEN 6270
6240 Ikeru(0,1,J) = -1
6250 NEXT J
6260 NEXT I
6270 NEXT I
6280 NEXT K
6290 FOR I = 1 TO KOSU
6300 FOR J = 1 TO KOSU
6310 IF Ikeru(0,1,J) <> 1 THEN 6340
6320 AB(1,J) = 1
6330 NEXT J
6340 NEXT I
6350 NEXT I
6360 FOR J = 1 TO KOSU
6370 FOR I = 1 TO KOSU
6380 IF AB(1,J) = 0 THEN 6410
6390 NJO = 1 - 1
6400 ZKazu(J) = ZKazu(J) + 2*NJO
6410 NEXT I
6420 NEXT J
6430 FOR J = 1 TO KOSU
6440 FOR I = 1 TO KOSU
6450 IKe(1,J) = AB(1,J)
6460 NEXT I
6470 NEXT J
6480 KAISU = 0
6490 FOR J = 1 TO KOSU
6500 FOR I = 1 TO KOSU
6510 IF IKe(1,J) = 0 THEN 6530
6520 ZIKER(J) = ZIKER(J) OR ZKazu(1)
6530 NEXT I
6540 NEXT J
6550 FOR I = 1 TO KOSU
6560 ZKESI(1) = ZKazu(1) XOR ZIKER(1) AND ZKazu(1)
6570 NEXT I
6580 FOR J = 1 TO KOSU
6590 ZK = ZKESI(J) : ZL = ZIKER(J)
6600 FOR I = 1 TO KOSU
6610 B(1,J) = ZK MOD 2 : IKe(1,J) = ZL MOD 2
6620 ZK = ZK - B(1,J) / 2 : ZL = ZL - IKe(1,J) / 2
6630 NEXT I
6640 NEXT J
6650 KAISU = KAISU + 1
6660 IF KAISU >= KOSU THEN COTO 6680
6670 COTO 6490
6680 FOR I = 1 TO KOSU
6690 FOR J = 1 TO KOSU
6700 IF B(1,J) = 0 AND Ikeru(0,1,J) = 1 THEN Ikeru(0,1,J) = 0
6710 A(1,J) = A(1,J) * Ikeru(0,1,J)
6720 NEXT J
6730 NEXT I
6740 LOCATE 0,0:PRINT "◆ 隣接行列 作成終了"
6750 RETURN
```

32—(32)

```

4050 CT=0
4060 PRINT " ":C;
4070 FOR I3=1 TO N
4080   FOR J3=1 TO N
4090     M(CM2, I3, J3)=0
4100     FOR K=1 TO N
4110       M(CM2, I3, J3)=(M(CM2, I3, J3) OR (A(I3, K) AND M(CM1, K, J3)))
4120       NEXT K
4130     IF M(CM1, I3, J3)=M(CM2, I3, J3) THEN CT=CT+1
4140     NEXT J3
4150   NEXT I3
4160 IF CT=N*N GOTO 4190
4170 SWAP CM1, CM2
4180 NEXT C
4190 RETURN
5000
5010 *MODPOINT

```

可測運行列の表示

```

5030 PRINT ◆可到達行列◆       ツール演算      ;C;国
5040 PRINT
5050 FOR I5=1 TO N
5060   FOR J5=1 TO N
5070     PRINT USING "##":M(CM1,I5,J5);
5080     NEXT J5:PRINT
5090     NEXT I5
5100 RETURN
6000 '■■■■■■■■■■ RSL,ASL,RSL&ASLの積集合 ■■■■■■■■■■
6010 *RSAS

```

[地 学 教

```

12100 FOR P2=1 TO N
12110 LPRINT " "; A(P2, P3);
12120 NEXT P3
12130 LPRINT
12140 NEXT P2
12150 RETURN
12160 *ENPRINT
12170 FOR IE=1 TO N
12180 LPRINT USING "(##) "; IE; LPRINT ENAMES(IE)
12190 NEXT IE
12200 RETURN
13000 *CASE OF CONV. MATRIX
13010 *CCM
13020 ON SS GOTO *WITHLOOP, *CUTLOOP
13030 *WITHLOOP
13040 IF A(I0, J0) < 0 THEN A(I0, J0) = 1
13050 GOTO 13100
13060 *CUTLOOP
13070 IF A(I0, J0) < 0 THEN A(I0, J0) = 0
13080 IF A(I0, J0) > 0 THEN A(I0, J0) = 1
13090 GOTO 13100
13100 RETURN

```

```

8060 NEXT IB
8070 RETURN
9000 *LEVELPRINT
9010 LPRINT : LPRINT : LPRINT
9020 LPRINT "      Level 集合"
9030 FOR IL=1 TO N
9040 LTO=0
9050 FOR JL=1 TO N
9060 LTO=LTO+LEVEL(IL, JL)
9070 IF LTO=0 GOTO 9160
9080 NEXT JL
9090 LPRINT USING " * Level (##) " : IL;
9100 FOR KL=1 TO N
9110 IF LEVEL(IL, KL) < 0 THEN LPRINT USING "(##) "; LEVEL(IL, KL);
9120 IF LEVEL(IL, KL) < 0 THEN LPRINT USING "(##) "; LEVEL(IL, KL);
9130 NEXT KL
9140 LPRINT
9150 NEXT IL
9160 LPRINT
9170 RETURN
9180 RETURN
10000 *要素の関連の PRINT
10010 *AJACPRINT
10020 LOOP=0; LPRINT "要素の関連": LPRINT
10030 FOR IA=1 TO N
10040 LPRINT USING "(##) "; IA; LPRINT " - ";
10050 FOR JA=1 TO N
10060 IF B(JA, IA) = 0 GOTO 10090
10070 IF B(JA, IA) < 0 THEN LOOP=1; LPRINT USING "(##) "; JA;
10080 LPRINT USING "(##) "; JA;
10090 NEXT JA
10100 LPRINT
10110 NEXT IA
10120 IF LOOP=1 THEN GOSUB *LCOMENT
10130 LPRINT : LPRINT
10140 RETURN
10150 *LOOP COMMENT
10160 *LCOMENT : LPRINT " *印が付いているものはLOOPを構成する要素です."
10170 RETURN
10180 *DATA INPUT
10190 *DATA INPUT
10200 OPEN "2:N"+FF$ FOR INPUT AS #1
10210 INPUT #1, DNAMES, N
10220 CLOSE #1
10230 OPEN "2:A"+FF$ FOR INPUT AS #1
10240 FOR IM=1 TO N
10250 FOR JM=1 TO N
10260 INPUT #1, A(IM, JM)
10270 NEXT JM
10280 NEXT IM
10290 FOR KM=1 TO N
10300 INPUT #1, ENAMES(KM)
10310 NEXT KM
10320 CLOSE #1
10330 RETURN
10340 *LINE PRINT
10350 LPRINT : LPRINT
10360 LPRINT TAB(6);
10370 FOR P1=1 TO N
10380 LPRINT USING "(##) "; P1;
10390 NEXT P1
10400 LPRINT : LPRINT
10410 FOR P2=1 TO N
10420 LPRINT USING "(##) "; P2;
10430 NEXT P2

```

日本学術会議だより No.3

第13期初めての勧告・要望出る

昭和61年11月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議は、去る10月22日から24日まで第101回総会（第13期の4回目の総会）を開催しました。

今回の「日本学術会議だより」では、今総会で採択され、政府に勧告した「国立代用臓器開発研究センター（仮称）の設立について」及び要望した「我が国における学術研究の推進について一大学院の充実等を中心として一」を中心として、同総会の議事内容をお知らせします。

また、来年1月に開催を予定している本会議主催の公開講演会等についてお知らせします。

総会報告

総会はその初日に、会長からの経過報告、各委員会報告に続き、規則などの改正、勧告・要望の提案がなされ、午後の各部会での審議の上、2日目午前中にこれらの採決が行われた。なお、前日、21日午前に全員が出席する連合部会が開催され、これらの案件の予備的な説明・質疑が行われた。3日目は午前中、常置委員会、午後は特別委員会が開催された。

総会の冒頭に先に逝去された、第3部会員高宮 晋氏（部長）を追悼した後、新たに任命された野口 祐会員が紹介された。また、チェルノブイリの原子力発電所事故について、原子力工学研究連絡委員会委員長から8回の会合における検討に基づく、この研連の見解「原子力の平和利用と安全性」が委員長の国際原子力機関での事故調査検討状況と共に報告された。

総会で決定された事項は、すべて「日本学術会議月報」11月号に詳しく掲載されるので、主要な項目の説明にとどめる。まず、第1常置委員会で鋭意検討されてきた、会則の改正、規則及び内規等が次のように採択された。会則の改正は、「衛生学研連」から「環境保健学研連」への名称変更である。規則の改正は、昭和63年度の第14期会員推薦手続きの手直しであって、その第1は、学術研究団体（学・協会）の登録に際し、従来の方式に加えて会員名簿などの添付を要請すること、会員推薦の場となる「推薦研連」に登録する学・協会を確保する方策などである。第2は、この登録された学・協会が会員候補者を届け出る際の記載事項を追加して、推薦人の判断資料を充実させることである。最後に推薦研連が熱工学研連から機械工学研連へ、衛生学研連から環境保健学研連へと変更された。

内規の改正は、日本学術会議の活動の周知と学・協会との連絡・協力を維持・強化するために、「連絡学・協会」の名の下に多くの学・協会との緊密な連絡を保ってきたが、今回、これを「広報協力学術団体」と改称し、別項のようにさらに広い範囲の学・協会と連携を図るようにしたものである。

特別委員会のうち、国際協力事業特委は任務を終了したので、それに代わり、人材養成などを含めて総合的・学際的・広域的な地域の研究機関のあり方を検討するために、「地域の研究推進特委」が設置され、直ちに委員を選出して活動を開始した。

本総会では、第7部提案の「国立代用臓器開発研究センター（仮称）の設立について（勧告）」、第4常置提案の「我が国における学術研究の推進について一大学院の充実等を中心として一（要望）」が採択され、直ちに内閣総理大臣始め関係諸機関等に送付した。これらの詳細は別項及び月報所載のとおりである。

第2日目午後、「高度情報社会の展望と課題」について自由討議を行った。

国立代用臓器開発研究センター（仮称）の設立について（勧告）

人体のある臓器が障害を受け、従来の治療によっては、もはやその機能の回復が不可能になった場合には、当然、死に至るわけであるが、近代医学は、その臓器の機能を他のもので代替することによって、未だ完全の状態と言えないまでも生命の維持を可能にしている。その一つの手段が人工臓器であり、もう一つが臓器移植である。両者は代替という同じ目標を持ちながら、全く異なった研究アプローチで、それぞれ独立したテーマとして発足し、今日の進歩をみている。例えば腎臓移植と人工臓器との関係では、両者の技術は全く異なっている。しかし、慢性腎不全の治療における両者の相補的效果は極めて高いものである。人工臓器と臓器移植とはあたかも車の両輪のような関係にあるので、医療の場において両者を一体化した医療システムが強く要求されている。

このような関係にある両者を合わせ、代用臓器と呼んでいるが、この研究が今後飛躍的に進めば、臓器疾患に悩む患者の治療に貢献することは間違いない。一方これら研究の我が国の現状をみると、個別的に極めて優れた成果を挙げているものもあるが、全体的にはまだ十分の研究体制が整っているとはいえない。その理由を考えてみると、臓器移植の面では、臓器取得に関連して、我が国の脳死問題を含む死の判定等人の考え方の相違に基づくと思われる問題が大きいことである。人工臓器の面では、基礎材料の研究に始まり、エネルギー、エネルギー変換機構、駆動機構や臓器機能の制御システムの開発などは、各分野の専門家による有機的な組織のもとでの研究が必要であるにもかかわらず、そのような研究体制が我が国にはなかったのである。

医学、薬学、生物学、理学、工学、農学にわたる分野の研究者が緊密な協力研究を行い、臓器置換を安全に、有効に行うため生体生理機構を解明しつつ、システムとテクノロジーを確立することが緊急に必要と考えられる。ただ本研究は臓器置換という生命の尊厳に係わる医の倫理問題が関係しているため、本研究センターの運営には、人文社会科学系の方々の参加を求め、また、本研究センター内の活動に係わっては、研究者の倫理的思考の行き過ぎを抑制し、社会の理解を深めるなど医の倫理を検討する組織の設置を計画し、運営機構が一方では開発研究にあたって独創的研究を積極的に推進し、臓器置換という医療がここに飛躍的に進展するよう期待したい。

詳細は日本学術会議月報11月号を参照されたい。

我が国における学術研究の推進について —大学院の充実等を中心として—(要望)

次の代を担う若い人達をどうしたら立派に育成することができるかという問題は、その国の将来を決める上で重要である。日本学術会議においても第13期活動計画の中にこの種の問題の重要性をうたっているが、これからは経済的のみならず学術的にも大きく世界に貢献する立場に置かれているだけに、独創的な若い人達を育成する必要が一段と強まっている。

学術研究推進のための一つの大きな柱として若い研究者の育成、特に大学院の充実等を中心としてまとめる際、むずかしい基本的な問題点は、学問分野によって事情が著しく異なるが、今回の「要望」はおおむね各分野に共通する問題であり緊急性の高いものにしばってまとめた。その中では学問の急速な進歩に対応し得るよう、長期的展望にたつて大学院(必要な人員、設備、建物面積や経常費等)を抜本的に強化充実を図る必要性を強調し、さらに大学院における人材養成について基本的問題を踏まえて、大学が大学院の内容を自主的に検討し、改善すべき点は積極的かつ的確に実現していくことが必要である。

一方研究者の層をもっと厚くし、研究基盤を強化し、特に基礎的科学の分野の充実を図ることが急務である。研究者の交流その他、種々の問題があるが、一つの新しい建設的提言として地域の研究機構の設立がある。研究機器が年々性能が向上すると共にその価格が高くなる情勢下において、効率よく使う仕組みが要求されている今日、日帰りで使える地理的範囲に先端的研究機器を配置すると共に、その場を、その地域に特徴的なしかも世界的レベルの独創的研究を育成する場とし、研究者の日常的交流、協力を、国内、国外、産官学の広い範囲にわたって図ろうとするものである。その他年々加速度的に盛んになる国際交流についても、特に若い研究者達が日常的に国際競争の場の中で育成される条件を整えることが重要である。

この要望は大学院の充実という、考えようによっては当然の事柄が、現在あまりにも不十分である現実を前にして、国に対して、また大学自身に対して出されたものである。

詳細は、日本学術会議月報11月号を参照されたい。

広報協力学術団体の申込について

本会議では、第101回総会で内規の一部改正が行われ、従来の「連絡学・協会」は、名称を「広報協力学術団体」と改め、資格要件も大幅に緩和されました。「広報協力学術団体」とは本会議活動の周知を図るとともに、各分野の学術研究団体との緊密な連絡・協力関係を維持し、強化するため広報活動に協力してもらうために指定する団体です。詳細は事務局にお問い合わせください。

なお、登録学術研究団体、従来からの連絡学・協会は自動的に指定されたものとみなします。

公開講演会開催のお知らせ

本会議は、9月27日「21世紀の学術」をテーマとした公開講演会を開催したが、第2回目の公開講演会を次のように企画しているので、多数の方々の御来場をお願いしたい。

- ☆ テーマ 学問の自由と科学者の責任
- ☆ 日 時 昭和62年1月24日(土) 13時30分～17時
- ☆ 会 場 日本学術会議講堂
- ☆ 演題及び演者
 - 科学研究の環境と科学者の責任(大木道則 第4部会員、東京大学理学部教授)
 - 学問の自由と教育の自由(大田 堯 第1部会員、東京大学名誉教授)
 - 生命科学の進歩と科学者の責任(渡辺 格第4部会員、北里大学衛生学部教授)

自由討議—高度情報社会の展望と課題—

この自由討議は今期に設置された、高度情報社会特別委員会のメンバーが、個人の立場で、来るべき高度情報社会の展望と課題についての意見を発表したものである。第3部竹内 啓(可能性と展望)、第5部平山 博(技術的展望と問題点)、第2部正田 彬(人権)、第4部坂井利之(人間)、第1部東 洋(教育)の各会員がそれぞれ付記したサブテーマについて問題を提起した。これに続いて、第7部梅垣洋一郎(医学・医療)、第6部飯田 格(情報と図書館)の各会員からコメントが提出された。

すべての部にまたがる広汎な分野からの発表であるから、その対象・論旨は多様であったが、あえて要約すると以下のようである。

これまでの「人」と「物」の社会に、これらと独立して「情報」が生まれた。情報の処理、通信(伝送)、記憶の超高速、巨大化と認識・識別の高度の発展により、労働形態・教育・医療も含めて社会を大きく変化させることが予想される一面、人権、人間疎外を始めとする影の部分にも十分に配慮する必要があると強調された。

なお、この自由討議は別途刊行される予定である。

財団法人日本学術協力財団設立

日本学術会議と密接に連携しつつ、本会議の成果を国民に還元するため出版事業や国際会議の計画策定などを行う財団法人日本学術協力財団(〒106 東京都港区西麻布3-24-20 TEL 03(403)2860)が10月17日、内閣総理大臣所管の公益法人として設立されました。

この財団は事業の一つとして、日本学術会議総会時における自由討議等を「日学双書」としてシリーズで発行・販売することにしており、当面、脳死をめぐる諸問題(11月初旬発行)、21世紀の学術(12月中旬発行予定)及び高度情報社会の展望と課題(2月中旬発行予定)が予定されています。

学術研究団体調査についてのお願い

日本学術会議事務局では、昭和61年7月1日現在で全国の学術研究団体(いわゆる学・協会)の調査を実施しています。

この調査は、全国の学術研究団体の最近の活動状況を把握することを目的としており、主要な項目については、「総覧」として刊行することを計画しております。

当事務局で承知している各学術研究団体には、既に調査依頼を行っておりますが、最近発足した学術研究団体などで調査依頼が未着のところがありましたら、当事務局推薦管理事務室あてに御連絡くださるようお願いいたします。

☆ 申 込 方 法: 往復はがき(住所、氏名を明記)

☆ 定 員: 300人(先着順)

☆ 申込締切日: 昭和62年1月17日(土)

☆ 申 込 先: 〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議事務局庶務課講演会係

多数の学協会の御協力により、「日本学術会議だより」に掲載していただくことができ、ありがとうございます。
なお、御意見・お問い合わせ等がありましたら下記までお寄せください。

〒106 港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会

(日本学術会議事務局庶務課)

電話 03(403)6291

紹介

日本の山 貝塚爽平・鎮西清高・小崎尚・五百沢智也・松田時彦・藤田和夫 共著 A5版 259ページ 岩波書店 3,400円 1986

本書は、「日本の自然シリーズ」の「その2」にあたる。内容は、1. 山国日本 山やま序説、2. 北海道と東北の山やま、3. 関東周辺とフォッサマグナの山やま、4. 日本の屋根 中部山岳、5. 近畿北部と中国の山やま、6. 紀伊山地・四国山地と九州の山やま、7. 世界の山と日本の山 の7章から構成されている。

一般の教科書の記述とは異なり、日本各地の成因を異にする山やまについて、それぞれ具体的に、それらの見どころ、注意すべき点、地質と地形、地形と気候、また生物とのかかわりあいについて、最新の地球科学の成果を取り入れて述べられている。

とくに、過去の気候との関係で、周氷河地形についてかなりの頁数を割き、私ども、日常山に縁の深いものたちに新知識を提供している。

本書は前述のとおり、いわゆる地形学の解説書でもなければ地質学の解説書でもない。山というものを自然科学の各分野の成果をもとにして、地域性を強調するとともに、総合的かつ具体的に把握するような試みがなされており、文章も平易で、読みこなすのに多くの地球科学的基礎知識を必要としない。

山岳が多くの面積を占める日本で、郷土をよりよく理解するために、本書の果たす役割りは大きい。

巻末に章ごとの参考文献が掲げられており、本書の内容をより深く学習したいものにとって便利である。

日本の川 阪口豊・高橋裕・大森博雄共著 A5版 248ページ、岩波書店 3,400円 1986

本書は、「日本の自然シリーズ」の「その3」にあたる。内容は、1. 川のすがた、2. 富士川のすがた、3. 北海道・東北・関東の川、4. 中部・近畿の川、5. 中国・四国・九州の川、6. 日本の川・世界の川の6章からなる。いずれも、上述の「日本の山」や、すでに本誌上で紹介した「日本の平野と海岸」、「日本の生物」などと同じく、川を主題にしながらも、日本各地の代表的な河川について、その地域の特徴、見どころ、などを、最新の科学的知識にもとずき、また人間生活とのかかわりあいを含めて、総合的具体的に記述している。

評者の知る限りにおいて、河川を主題として、日本の河川について、このような大部の記述がなされた刊行物は他に類例をみない。図示も独創的で、内容の理解を助

けている。他の編からなる「日本の自然シリーズ」と併読することにより、編者らが意図した、日本の自然を、せまい専門的知識に限って観るのではなく、総合的把握が可能となるであろう。本書に示された地域性具体性は今後の郷土地誌のより一島の理解に役立つものと思われる。

日本の気候 中村和郎・木村竜治・内嶋善兵衛共著 A5版 237ページ 岩波書店 3,400円 1986

本書の序文の中に、「ある意味で、気候とは、空気のできた透明な動物が地面に残した足跡のようなものである。私たちは動物の通った跡にできる足跡については親しんでいるが、その動物がどのようなもので、どのように歩くかという点については（少なくとも体験によっては）知ることができない。気象学はその動物の生態を調べるのが目的である」と記されている。この記述はまことに要を得た表現であると思う。

本書は、「日本の自然シリーズ」の「その5」にあたる。内容は、1. 季節を彩る気象現象、2. 変化に富む各地の気候、3. 気候をかえる人間の営み、4. 時代とともに変化する気候、5. 地球全体からみた日本の気候の5章からなる。

他のシリーズ編と同じく、本書も日本の気候という主題のもと、日本各地の気候の特徴の把握と、そのよってきた理由について、詳細な記述がなされており、日本および日本各地の自然を総合的具体的に把握する上できわめて有益である。

ヒマラヤやチベットの山やまがなかったら、日本の気候はどのように影響を受けるか、「独自の気候区分の提案」、「冬の季節風で表土がどれだけ失われるか」、「雷の発生要因」、「ウンカの飛来」、「工場などから出る熱の影響」など、本書には、新しい知識にもとづく記述が随所に見受けられ、これにはこれからの地学教育や環境教育に資するところが大きい。

巻末には各章ごとに参考文献があげられており、本書の各内容をさらに深く学習しようとするものにとってきわめて便利である。

(以上3篇木村達明)

日本天文学会編 ハレー彗星をとらえた(1985—86年の写真記録) B5判 182ページ 東京大学出版会 2800円 1986年10月

1985年秋から1986年春にかけてのハレー彗星回帰に伴い、異常なまでの「ハレー彗星ブーム」が起き、良書悪書とりまぜて夥しい数の本が出版された。そして、この

「ハレー彗星をとらえた」は、その最後の決定版ともいふべきものである。騒ぎの影響を受けてか、本の題名がいささか下世話に過ぎる感が無きにしもあらずであるが、内容は、怪しげなハレー彗星紹介の本とは一線を画した十分に信頼のおける立派な物である。

全体は、写真を主とし、その前後に斉藤馨児氏による解説、スケッチ、及び写真のデータを掲載するという構成になっている。

写真は、東京天文台や飛騨天文台等の専門家の写真の他に一般アマチュアの撮影した物もふくまれており、それらが撮影順に掲載されている。個々の写真には撮影中央時、露出時間、フィルム、彗星の日心距離、スケール等のデータと必要に応じて簡略な説明が付記されている。煩雑さを嫌ってか使用光学機械の口径、焦点距離等のデータは巻末にまとめてあるが、後進の写真技術の向上のために、現像時間、超増感、光学系のより詳細なデータ等があればよかったのではないか。その方が写真技術の急激な進歩の中での今回の回帰という点がより明確にされたであろう。またそれぞれの写真に太陽の方向が記入されていれば、読者のためには親切であったであろう。カラー原版を白黒に直す際の質の低下を避ける努力は十分に報われているが、天文雑誌等に見る圧倒的なまでの美しさの写真を考えると、カラーページの充実とより広範な原版の収集があればと、その点残念である。

しかし、理解の一助となる適切な解説を持ち、また、専門家とアマチュアの協力により、写真のない日は月明若しくは日本中曇天であった時のみとある様に、76年に1度のハレー彗星の回帰の全体像をとらえるという所期の目標は十分に達成されており、その集大成を手もとに置きたいと考える読者に最適な1冊である。これだけの企画を実現された関係者の尽力に敬意を表する次第である。

(吉崎 潤・水野孝雄)

1986ハレー・その神秘を追って：川添 晃 25×25cmアート64ページ 高知新聞社

'85～'86年にかけて太陽に大接近したハレー彗星の写真集である。撮影した川添さんは決して天文学者ではない。しかし、高知県の芸西天文台を中心に撮りまくった多くの写真のなかから厳選された写真80枚近くには、国立宇宙科学研究所の斉藤尚先生を興奮させた(p.50)写

真、尾に奇妙なこぶのあるものも含まれている。

ハレー彗星を次に見るチャンスは76年後、2061年というから、これは専門家だけでなく、教育用にも貴重な写真集である。

希望者は2,100円(送料こみ)を次に送って下さい。

〒780、高知市本町3-2-15、高知新聞社企業出版部
(稲森)

高知の化石—高知化石研究会会員所蔵標本図集 高知化石研究会編 B5版、54ページ(20図版を含む)昭和61年11月刊

高知県に産する各時代の化石については、かつて、「四国化石図譜」(篠原勇、1951、B5版、30ページ、含13図版、日本鉱物趣味の会=現在の「日本地学研究会」刊)をはじめ、平田茂留さんによる、「化石の目録と図集、高知県立牧野植物園内化石館標本、第一集、(1972、B5版、81ページ、含21図版)、第二集(1974、B5版、101pp.、含16図版)、第三集(1975)などが知られ、化石の紹介に大きな役割りを果たした。

本書は、高知県教育センターの川添晃氏の「発刊の辞」の中に、「この“高知の化石”は、高知化石研究会のメンバーが長年かかって資料を集め、整理したものであり、高知県の化石案内書が少ないおり、これが非常に貴重な存在となることはまちがいありません」とあるように、同研究会に属する16名の皆さまがたの採集された化石が、分類群ごとに、また時代ごとに、よく整理・図示・解説されている。本書には、平田茂留さんが図示された230種と重複しない中生代化石約150種、新生代化石約110種が図示されている。拝見したところ、中には、学術上、きわめて重要な標本も含まれているようにみえ、将来、折角の採集品が死蔵されることなく、これらの中から、優れた古生物学的研究が行われることを期待したい。

とにかく、一地方の化石研究会(失礼)がこれほどの出版物を世に出されるまでには、相当のご苦勞があったものと拝察され、そのご努力には深い敬意を表するものである。

「入手先」日本地学研究会、または高知化石研究会(編著者、三本他二)(郵便振替「徳島2-18681、頒価1,100円、送料200円を含む」。

(木村達明)

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 40, NO. 1.

JAN., 1987

CONTENTS

Original articles:

Paleoenvironmental Developments in the Kanto Region. (I)

..... K. WATANABE, F. MASUDA, Y. KATSURA and H. OKAZAKI... 1

Mass extinctions of faunas in the geological age —Current situation
and significance of the subject in education for high school

students..... Y. TANAKA and H. HIRANO...13

Constructing concept Map by Personal computer : Analysis
of the Structure of Rock concepts.....

.....K. KATO, S. TONISHI and Y. SAKAKIBARA...19

News (34, 35) Review (36)

All Communications relating this Journal should be addressed to the
JAPAN SOCIETY OF EARTH SCIENCE EDUCATION

c/o Tokyo Gakugei University; Koganei-shi, Tokyo, 184 Japan

昭和62年1月20日 印刷 昭和62年1月25日 発行 編集兼発行者 日本地学教育学会 代表 平山勝美
184 東京都小金井市貫井北町4-1 東京学芸大学地学教室内 電話0423-25-2111 振替口座 東京6-86783