

地学教育

第45巻 第3号(通巻 第218号)

1992年5月

目 次

原著論文

龍光寺松の年輪における太陽活動の影響……………久保田諄・鈴木美好…(87~97)

イギリスにおける地学教育成立過程に関する研究(IV)

—教育改革時代(その1):GCSE試験……………磯崎哲夫…(99~112)

最近の山梨県内で発生した山地災害の特徴と

その防災について……………西宮克彦…(113~129)

紹介:鹿園直建著 地球システム科学入門 (98)

学会記事(表2) 日本学術会議だより No.24(130・表4)

平成4年度全国地学教育研究大会 東京大会プログラム
日本地学教育学会第46回全国大会

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

会費納入についてお願い

本年度分の会費 4,000 円をご納入下さい。送金は、振替口座 東京 6-86783 をご利用下さい。なお、前年度分の会費未納の方がまだおられますが、本年度分とともに現金書留で至急お送り下さるようお願いいたします。

会費は 6 月末ごろまでに納入いただきたく、補助金が支給されるまで印刷費その他支払いに困ることがありますのでご協力下さい。また、会費の納入率が悪いと補助金の申請にも支障をきたしますのでよろしくをお願いいたします。

学会記事

第 5 回常務委員会

日時 平成 4 年 2 月 3 日 (月), 午後 6 時～8 時

場所 日本教育研究連合会 小会議室

出席者 平山勝美会長 小林学副会長 伊藤久雄副会長
岡村三郎事務局長 石井醇 大沢啓治 榊原雄
太郎 渋谷紘 下野洋 長谷川善和 馬場勝良
松川正樹 間々田和彦 水野孝雄 横尾浩一の
各常務委員

議題

1. 役員選挙について

会長・評議員・監事の候補者及び投票手続について審議した。投票用紙は返信用切手を付けて、近日発行される地学教育で発送することを承認した。

2. 平成 4 年度全国大会 (東京大会) の準備について

伊藤準備委員長より、大会は 7 月 29 日 (水)～30 日 (木), 目白の学習院百月記念会館 (講堂及び第 1～第 4 会議室) で小中高の分科会・大会記念講演 (I・II)・シンポジウム, 7 月 31 日 (金) は巡検及び見学会として 6～8 コースを予定している。助成金の申請等の概略についても報告があり了承した。

3. 学協会著作権協議会について

本学会の会誌地学教育についての著作権を検討することにした。

4. 第 2 回日中米物理教育国際会議について

日本物理教育学会から依頼のあった国際会議における「提言」を本学会会誌に掲載することについて検討し

た。

報告

1. 要望書について

全国大会の決議をうけた要望書は平山勝美会長と小林学副会長が 12 月 24 日, 文部省の各担当を訪れ要望した。

2. フォーラムについて

日本理科教育協会の第 2 回環境問題のフォーラムが 2 月 8 日 (土) 国立教育会館で行われるので参加の要請があった。

3. 大学入試センター試験問題検討委員会について

2 月 15 日午後 2 時半より小山台高校において行い, 委員長は東京都地学教育研究会伊藤久雄会長に依頼した。

4. 事務総会について

平成 4 年度の事務総会は, 4 月 11 日 (土) 14 時～17 時, 国立教育会館で行うことになった。

5. 回覧物

①学協会著作権協議会

複写に係わる権利委託契約書, 学協会著作権協議会規約書

②熊本でのコンベンションの開催についての調査, 熊本コンベンション協会より

③日本教育新聞切りぬき。理科設備備品費が大幅増, 平成 3 年度の 2 倍アップについて掲載, 平山勝美会長及び小林学副会長より追加説明が行われた。

④教育テレビ理科番組についての要望書, 日本理科教育協会会長柴崎茂夫から日本放送協会会長川口幹夫殿へ要望した。平山勝美会長より追加説明が行われた。

6. 寄贈及び交換図書

静岡地学 64 静岡県地学会

地質ニュース 11 地質調査所

平成 2 年度東レ受賞作品集 22 東レ科学振興会

神戸大学教育学部研究集録 87 神戸大学教育学部

理科の教育 1 日本理科教育学会

目白学園女子短期大学研究紀要 28

目白学園女子短期大学

地質ニュース 12 地質調査所

地学研究 40-4 日本地学研究会

理科の教育 2 日本理科教育学会

郷土と科学 104 郷土と科学編集委員会

平成4年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第46回全国大会

東京大会 開催案内

下記により上記の大会を開催いたしますので、ご案内いたします。

日本地学教育学会 会長 平山 勝美
全国地学教育研究大会実行委員長 伊藤 久雄

大会テーマ 「地球環境」を考える——地学教育の役割——

主催 日本地学教育学会 東京都地学教育研究会

後援 文部省 東京都教育委員会 全国連合小学校長会 全日本中学校長会 全国高等学校長協会 日本私立中学校高等学校連合会 財団法人日本教育研究連合会 日本理科教育協会 東京都小学校理科教育研究会 東京都中学校理科教育研究会（順不同、申請中を含む）

期日 平成4年7月29日（水曜日）～7月31日（金曜日）

会場 学習院百年記念会館（目白駅下車）（東京都豊島区目白1-5-1）

日程 第1日：7月29日（水）

第2日：7月30日（木）

9：30～10：00 受付

9：00～12：00 研究発表（3分科会会場）

10：00～10：30 開会式

12：00～13：00 昼休み

10：30～10：45 学会奨励賞授賞式

13：00～16：00 研究発表（3分科会会場）

10：45～12：15 大会記念講演（Ⅰ）

16：00～16：30 閉会式

12：15～13：30 昼休み

13：30～14：45 大会記念講演（Ⅱ）

15：00～17：00 シンポジウム

18：00～20：00 懇話会

第3日 7月31日（金） 実地研修・見学（全日）

A：城ヶ島

B：五日市盆地

C：府中郷土の森

D：国立天文台

E：文部省宇宙科学研究所

F：千葉県水質保全研究所

※ 上記を予定しておりますが、中止または内容を一部変更することがあります。

プログラム

第1日 7月29日（水）

講演Ⅰ 「地球環境と地球科学との接点」……………放送大学教授 理博 奈須 紀幸

講演Ⅱ 「新しい学力観に基づく地学教育の構想」……………文部省 教科調査官 角屋 重樹

シンポジウム 「地球環境とこれからの地学教育」

パネラー 恩藤 知典（元神戸大学教授）

地質分野

池原 研（通産省地質調査所）

海洋分野

赤塚 正明（学習院中等科教諭）

教育実践分野

関根 一昭（埼玉県立小鹿野高校教諭）

教育実践分野

コーディネーター 小林 学（国際武道大学教授・元筑波大学教授）

第2日 7月30日（木）

第1分科会（小学校部会）

①児童の思いや願いを中心にした単元の構成—3学年「石と土」を通して—……………関 修一（東京・大田区立赤松小）

②コンピュータによる情報検索活動を取り入れた学習の試み—第4学年「流水のはたらき」を通して—

……………片岡祥二（東京・府中市立南白糸台小）

- ③自然界の水の行方に対する認識の変容……………小島敏光（東京・板橋区立常盤台小）
- ④第4学年「自然界の水の変化」での蒸発霧の教材化……………石井雅幸（東京・八王子市立散田小）
- ⑤児童の空間認識に対する一考察 第4学年「自然界の水の変化」の実践を通して
……………村越昌昭（東京・新宿区立西戸山小）
- ⑥新しい学力観に基づく単元の構成—第5学年「太陽と月」を通して……………後藤良秀（東京・町田市立南第四小）
- ⑦思考・判断・推理する能力を育てる指導の工夫—第5学年「天気の変化」……………野村 勇（東京・杉並区立西田小）
- 〔昼休み〕
- ⑧Thermo Tracer の情報の活用……………寺木秀一（東京・多摩市立中諏訪小）
- ⑨小学校生活科における基盤としての地学—千葉大教育学部講座「生活科概説」での私の担当分から—
……………島津幸生（千葉市立緑町小）
- ⑩小・中の関連をふまえた小6「星とその動き」の学習指導について……………山田幹夫（香川・穴吹情報専門学校）
- ⑪地域の自然を生かした土地のつくりの指導の工夫—「6年土地のつくり」を通して
……………小沢良一（東京・渋谷区立千駄ヶ谷小）
- ⑫思考力を育てる小学校C区分での単元の構成—第6学年「土地のつくり」の学習を通して—
……………高橋俊明（東京・目黒区立東山小）
- ⑬地質野外実習地として見た多摩川河床の上総層群……………馬場勝良（慶応幼稚舎）・松川正樹（西東京科学大）
- ⑭「児童の時間・空間概念の形成に関する基礎研究」—小学校理科「地球と宇宙」の学習を通して—
……………福岡 勤（東京・練馬区立開進第三小）
- ⑮教材としての河床堆積物……………秦 明德（島根大）
- 第2分科会（中学校部会）**
- ①地域地質の教材化—関東平野北部の生い立ちをさぐる……………大森康司（茨城・内原町立内原中）
- ②和泉山脈の和泉層群とその教材化……………南川恭範（和歌山・海南二中(兵庫教大)）
- ③水平に露出する「地層」の認識への工夫—東京都昭島市の多摩川河床を例として—
……………坪内秀樹（芝浦工大中高）・宮下 治（東京・大崎高）
- ④地史的時間認識に関する研究……………猪口 靖・野村律夫（島根大）
- ⑤自然観を育てる教育のあり方—堆積物（砂・礫など）の研究とその教材化—
……………福原悦満（元東広島市立高美ヶ丘中）
- ⑥小型有孔虫の教材化……………大野恵一郎（東京・板橋区立向原中）
- ⑦地域に見られる建築用石材の教材化……………山田悟志（東京・渋谷区立鉢山中）
- ⑧地球のあたたまり方モデルの開発……………間々田和彦（筑波大附属盲学校）
- 〔昼休み〕
- ⑨岡山県美作地域の地形発達……………芦谷武司（岡山・美作中(兵庫教大)）
- ⑩河岸段丘の成り立ちについての研究……………小川公夫（東京・昭島市立瑞雲中）
- ⑪ヒートアイランド現象とその教材化—長野県小布施町を例として……………榎原保志（東京・目黒区立九中）
- ⑫中学生の霧と地形についての認識……………下野 洋（国立教育研究所）
- ⑬気象教材の開発……………河合合一（東京・大田区立羽田中）
- ⑭情報科学としての気象教材の開発……………名越利幸（東京・千代田区立九段中(東大海洋研究所)）
- ⑮環境教育, 一つのヒント……………小林宗忠（東京・文京区立七中）
- ⑯洗剤と河川の汚れ……………笠井 裕（花王生活科学研究所）
- 第3分科会（高等学校部会・大学部会・その他）**
- ①地学教育における環境教育—高等学校での取り組み……………阿形昌宏（甲子園学院高）
- ②風景論と環境教育……………北川光雄（静岡英和短大）
- ③“光害”のスペクトルによる考察……………栗原 浩（神奈川工業高）
- ④火山豆石から知る地球環境……………相原延光（神奈川・光陵高）
- ⑤オーストラリアの自然……………村松憲一（名古屋西高）・井関千種（名古屋南高）

- ⑥(統)化石標本を用いた探求活動—機能形態学の高校への導入……………林 慶一(学芸大附属高)
- ⑦空中写真を用いた野外実習地(城ヶ島)の地質図作成の実習……………林 慶一(学芸大附属高)
- ⑧兵庫県三田盆地の神戸層群とその教材化……………藤岡達也(大阪・勝山高(兵庫教育大))
- ⑨城ヶ島における地下水調査・pH の測定……………高橋典嗣(明星大)・長浜春夫(大同建設工業)
- ⑩城ヶ島崖錐層中のトレーサーの挙動……………長浜春夫・深沢徳明・河野浩次(大同建設工業)・高橋典嗣(明星大)
- ⑪東京の水環境と環境教育—国立自然教育園と地下鉄建設を例として—……………渡部景隆(元筑波大)
- 〔昼休み〕
- ⑫天体画像データベース……………鈴木文二(埼玉・越ヶ谷高)・縣 秀彦(東京・駿台学園中高)
- ⑬流星FM電波観測における放射点の検出……………川村教一(香川・高松南高)
- ⑭星像直径法による散開星団のHR図の教材化……………縣 秀彦(東京・駿台学園中高)
- ⑮探究活動を重視した天文教材の展開例……………清水 政義(東京・桜町高)
- ⑯メキシコの皆既日食(3.7.11(木))とアラスカのオーロラの観察より(4.1.6(月)~8(水))〔体験記〕
……………村上正庚(東京女子学園中高)
- ⑰雲仙普賢岳火砕流災害と箱根火山新期火砕流災害の類似性について
……………笠間友博(神奈川・岡津高)・相原延光(神奈川・光陵高)
- ⑱地震波形データを用いた教材開発……………南島正重(東京・志村高)
- ⑲1979年御嶽山噴火を例に火山灰分布調査法についての提案と、そのバイモーダルな分布の成因に関する考察
……………岩田 修(岐阜県教育委員会(飛騨))

コンピュータ演示(昼休み)

- ①気象観測の結果表示(パソコンによる)……………細谷 一(新潟・高田高)
- ②検索データベースの作成とその教材化……………根岸 潔(東京・田無高)
- ③立体地形図描画ソフト……………秋山富雄(東京・富士高)
- ④地震のデータベース……………秋山富雄(東京・富士高)

大会 参 加 要 領

- 大会参加費 一人 3,000円 大会要項代を含む
- 懇 話 会 日 時：7月29日 18：00～20：00 場 所：学習院百周年記念会館
参加費：7,000円 「ぜひ、ご参加ください。」
- 実地研修・見学
 - Aコース：城ヶ島 定員 約30名
みどころ 新第三系の堆積機構について(火災構造, コンポリュートラミナ, 向斜構造 その他)
集合場所 京浜急行線「三崎口」改札口 集合時刻 10時00分 解散時刻 16時30分頃
 - Bコース：五日市盆地 定員 約30名
みどころ 五日市盆地新第三系の層序区分と堆積環境について
(地層区分, 地質構造・堆積構造の観察, 化石採集)
集合場所 JR五日市線「武蔵五日市駅」改札口 集合時刻 9時30分 解散時刻 16時30分頃
 - Cコース：府中市郷土の森 定員 約20名
みどころ 移動天文台(アストロカー), 関東ロームの剝離標本, プラネタリウム
集合場所 JR南武線・京王線「分倍河原駅」改札口 集合時刻 9時30分 解散時刻 12時00分頃
 - Dコース：国立天文台 定員 約20名
みどころ 65cm屈折赤道儀, 自動光電子午環, 太陽写真儀 その他
集合場所 国立天文台「管理棟」入口
集合時刻 14時00分 解散時刻 16時00分頃
 - Eコース：文部省宇宙科学研究所 定員 約30名

みどころ 宇宙飛翔体（大気球，観測ロケット及び科学衛星・惑星探査）を当てる宇宙研究の中心機関
 集合場所 JR横浜線「淵野辺駅」改札口 集合時刻 9時30分 解散時刻 12時00分頃

Fコース：千葉県水質保全研究所 定員 約20名

みどころ 水質の保全に関する公立研究機関

集合場所 JR京葉線「稲毛海岸駅」改札口 集合時刻 10時00分 解散時刻 13時00分頃

備考：各コースとも資料代などがあればその実費，及び交通費等は参加者負担です。

CコースとDコース，及びEコースとDコースの連続参加が可能です。

A・Bコースは巡検に必要な用具と弁当を持参して下さい。

申込み：全国大会（東京大会）参加申込書の記入欄に○をつけて7月13日（月）までに申込み下さい。

4. 大会参加申込書の送付先，その他連絡，問い合わせ先

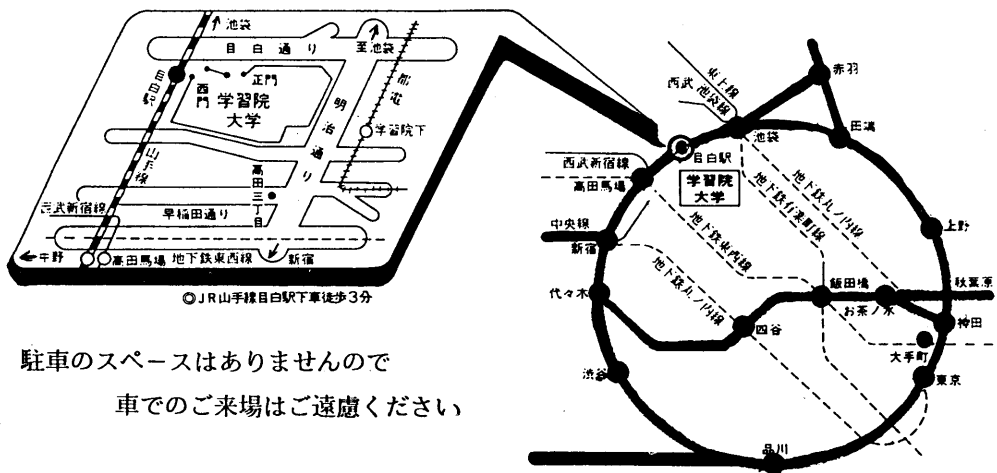
〒142 東京都品川区小山3-3-32 東京都立小山台高等学校内
 日本地学教育学会第46回全国大会実行委員会事務局 ☎03-3714-8155

5. 出張依頼状申込先

〒184 東京都小金井市貫井化町4-1-1 東京学芸大学地学教室内 日本地学教育学会

6. その他

交通案内図



駐車スペースはありませんので
 車でのご来場はご遠慮ください

.....キ.....リ.....ト.....リ.....セ.....ソ.....

全国大会（東京大会）参加申込書 （7月13日まで）

東京大会に参加します。 7月29日・7月30日
 懇話会 参加 不参加
 見学会 A B C D E F ○を付けてください。

平成4年7月 日

氏名 _____

勤務先 _____

連絡先 _____

☎ _____ FAX _____

「大会参加申込書」の送付先 〒142 先東京都品川区小山3-3-32 東京都立小山台高等学校内
 日本地学教育学会第46回全国大会実行委員会事務局

龍光寺松の年輪における太陽活動の影響

久保田 諄¹ 鈴木 美好²

1 太陽放射量の変動(序にかえて)

1980年2月に打ち上げられた SMM 衛星には太陽から来る紫外線, 可視光および赤外線すべての波長領域を含んだ放射を測る ACRIM I 放射計(Active Cavity Radiometer Irradiance Monitor)が搭載されており, 9年8カ月にわたって地球軌道上で太陽から受ける全放射量の変化が観測された(Wilson, and Hudson 1988)。

観測開始の1980年2月は11年周期で知られる太陽面上の黒点数変化の極大の時期であり, また, 観測期間中の1986年は極小期であった。1987年以後は新しい11年サイクルの開始とともに黒点数も増加し始め, 極大期も間近となった1989年11月末に落下して観測を終了した。したがって, 11年には足りないが, 黒点数の極大から次の極大近くまではほぼ1サイクル近く太陽放射量の変化を追跡観測したことになる。この測定によれば, 太陽黒点極大時(1980年)には約1369W(ワット)/m²であった放射量が極小時(1986年)には約1367W/m²となり, 約2W/m²の減少が明かとなった。また, 1987年以後は再び上昇に転じ, その変化の有様は黒点数に同期していた(Foukal, and Lean 1990)。

大きい黒点が太陽面上に現れるとその部分だけ放射量は10%程度に減るので, 太陽全放射量は一時的(約2週間)に0.1%程度減少する。しかし, この黒点による遮蔽分を無視しても黒点数極大の時の放射量は極小の時よりも0.15%大きい。この放射量の増加分は黒点の周囲に広がって分布している白斑(Livingston, Wallace, and White 1988)と広く太陽面上に分布している光球ネットワーク(網状白斑, Foukal, and Lean 1988)の放射によると考えられている。白斑(faculae, ファキュラ)は直径300km程度の小さい輝点が黒点の周囲に網目状に分布した現象である。個々の輝点は周囲と較べて数%明るく, また, 1000 Gauss程度の強い磁場を持つことが知られている。白斑が分布している領域をイオン化カルシウムK線の光(波長393.3nm)で観察すると全体が明るく見えて, プラージュ(plage)と呼ばれている。白斑は光

球の現象であるが, プラージュはその上の彩層にある現象であり, 全体が層構造となっている。

太陽面全体に分布している光球ネットワークはスーパーグラニュール(Supergranule, 超粒斑)の境界に現れる小さい輝点が網状に並んだ現象である。個々の輝点の大きさは白斑とはほぼ同じであるが, 明るさは白斑の輝点よりも小さい。この光球ネットワークもイオン化カルシウムK線の光で見ることができる。

太陽全面に対する白斑の面積はプラージュの占める面積と同じである。また, 白斑と光球ネットワークの占める面積は太陽全体から来るヘリウムの波長1083nmの光の強度, 波長10.7cm(2800MHz)のラジオ電波や紫外線のライマン・アルファ線線の強度と密接な関係がある。それと共に白斑と光球ネットワークの占める面積は黒点相対数そのものと一次回帰の相関があることが判明した。従って, SMM 実験の期間中の黒点極小時に対する放射量の増加分を白斑と光球ネットワークによる寄与と見なすならば, 黒点相対数が測定されている過去に遡って太陽放射量の変化を推算できるはずである。

黒点数極小における太陽の基本放射量を $SO (=1366.81 \text{ W/m}^2)$, 白斑などによる放射量の増加分を $S1$, 黒点による遮蔽分を P とするならば, 太陽全放射量は $S = SO + S1 - P$ である。 $S1$ を黒点相対数から計算し, P を Greenwich Photoheliographic Result および Solar Geophysical Data に記載された黒点面積と位置のデータから計算して, 求めた太陽放射量の1875年から1989年までの期間の変化を図1に示す(Foukal, and Lean 1990)。 SO や $S1$ について非常に粗っぽい仮定を含んでいるので厳密な推定値とは言えないが, 当然のことながら, 黒点活動に同期した放射量の11年周期の変化が明らかである。このような放射量の変化が地球上の気候の変化を引き起こし, その結果, 樹木の年輪幅の変化に影響を及ぼすと想像される。この論文は三重県鈴鹿市にあった古い松の年輪と太陽黒点活動の関係を調べた一つのサンプルである。

2 樹木の年輪幅に見られる周期性

樹木の年輪を見ると年輪と年輪の間隔が一定ではなく, 二つの輪が近接している年もあれば反対に広い間隔

1) 大阪経済大学
2) 三重県立津高校
1991年9月24日受付 1992年2月10日受理

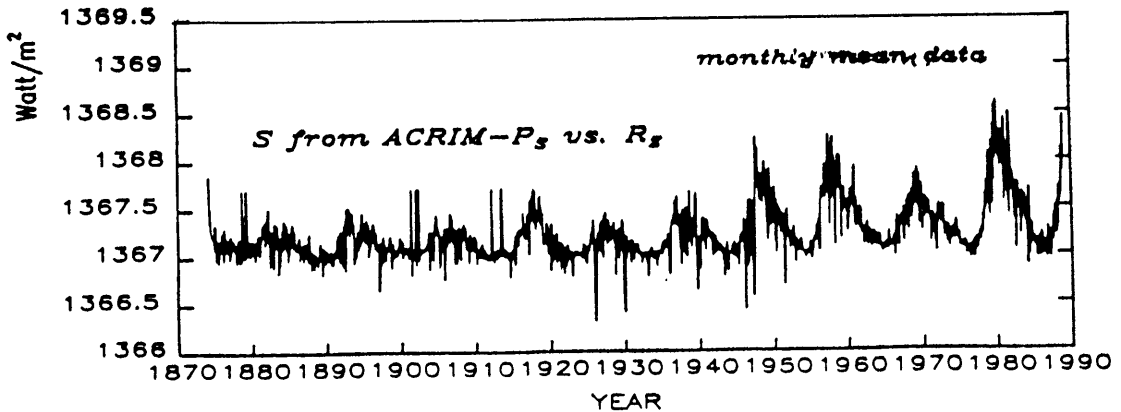


図1 SMM衛星による太陽放射量の観測をもとに黒点相対数から推算した太陽全放射量の変化 (Foukal and Lean 1990)

の年もある。よく成長した年には年輪の間隔（年輪幅）は大きく、成長しにくい年には小さい。たとえば、冷夏や日照りの年の年輪幅は小さく、順調な年には大きいであろう。従って、年輪幅を見るとその年の気候状態が分かるはずである。

樹木の年輪幅が年々の気候によって変わることを発見し、古い材木の年代を決める年輪年代学の基礎を作ったのは Douglas (1868-1962) である。しかし、彼自身は古いアリゾナ松の年輪の1660年から1720年に相当する部分が異常に狭いことに注目したけれども、太陽の黒点活動との関係までは明かにできなかった。一本の樹木に含まれる年毎の年輪の幅を測ると、年輪幅の時系列が得られる。これがどのような周期を持つか、また、太陽の黒点活動とどのような関係にあるかを知るためには、年輪幅と黒点相対数の両方の時系列のスペクトル解析を行わねばならない。多くの人々がいろいろな種類の樹木の年輪についてこの解析を試みた。台湾産の杉の年輪幅とチェリヒ太陽黒点相対数の両方の時系列について初めて明かな両者の相関を求めたのは Outi (1961, 1962) と Mori (1981) である。太陽黒点相対数と年輪幅の時系列のスペクトル解析をすると、それぞれ周期11.1年の著しいピークが得られ、両方の時系列の相互相関関数を計算すると年輪幅が黒点相対数にたいし約3年の時間的遅れを示すことが明かとなった。Currie (1984) も北アメリカで収集した多くの樹木の年輪幅時系列から同様な結果を得ている。タスマニア産の杉の年輪幅を測定し、その時系列のスペクトル解析から、Murphy (1990) はその年輪全体ではなく部分的ではあるが、約90年と11年などの周期を求めている。11年周期はAD1700年以後の黒点相対数

の変化と密接な相関があったが、黒点相対数に対して約3年のタイムラグがあった。

年輪幅と平均気温の関係を調べた唯一の論文は Cook (1991) によるものである。樹齢700年のタスマニア産の huon pine tree (邦名不詳) の1898-1988年の部分の年輪について、それぞれの年輪幅とその年の5月から10月までの各月の平均気温との相関を求めた。1月と4月の平均気温とその年の年輪幅の相関が最も良くて相関係数は0.5であった。両者の関係は弱い相関と言うべきであろうが、不思議なことに、1965年以後は相関係数は0.82となって非常に良い相関を示している。年輪幅と平均気温の関係はこの一例からも分かるようにまだ不確定なので、もっと多くの樹木について明らかにする必要がある。また、降水量と地面からの蒸発量の比（P-E比）が植物の生育に大きく関係するとの説(高橋, 1987)がある。蒸発量はまた降水量と平均気温の関数なので、P-E比自体が降水量と気温によって複雑に変化する。

樹木の年輪と太陽黒点活動の関係については Douglas が研究を始めた頃から二つの相反する考えがあった。つまり、(1)黒点発生による太陽放射量の変化は全体から見れば僅かなものである。したがって、その変化が地球の環境に及ぼす影響や、それによる年輪幅の変化などは無視できる程度のものであろう。長期的な変化は別として、実際に見られる11年周期の年輪幅の変化は何か別の原因によるものだろうという考え。(2)それに対して、黒点の出現は単なるその部分だけの放射量の減少ではなく、黒点の周囲には白斑（フアキュラ）やブラージュなどの活動的な領域が広がっている。その中ではフレアなどの爆発現象も頻繁に起こっているため、それに伴う極

紫外線やX線の一時的な増加も多いはずである。これは間接的に植物の成長にも影響するかもしれない。(紫外線が植物の成長に及ぼす影響の研究は日本においても現在進行中である。)そして、何よりもこれまで多くの人々によって得られた年輪幅の基本的な周期が11年だということである。これは太陽の黒点活動の周期以外にその原因を求めることが極めて困難なので、積極的に11年の周期性を樹木の年輪幅の変化の中に探して太陽黒点活動と樹木の成長の関係を調べようという考え方である。

ここで紹介した人々はいずれも後者の立場で何とか樹木の年輪の中に太陽活動の影響を見いだそうと努力しているが、一方、前者の立場で地球大気固有のリズムによる変化に原因を求める人も多い。

この論文では後者の立場で考えたい。SMM衛星による太陽放射量測定は観測期間が短く、黒点活動周期による放射量変化(特に極小時の)を完全に明らかにしたとは思えないからである。また、黒点数が極大の頃には一日あたり約50回以上も大小のフレアが起こるが、一つ一つのフレアにおいて極紫外線やX線が急激な高まりを示すのは開始後僅か数分程度の短い期間である。ところがSMM衛星が太陽放射量を測定したのは約5分間隔なので、はたしてフレアによる放射量の高まりを完全に捉えたかどうか疑問である。つまり、黒点数極大時と極小時における太陽放射量の差はもっと大きいのもかもしれない。また、SMM衛星による測定が行われたのは11年周期の1サイクルにも満たない期間であって、黒点極小時は1回しか含まれていない。それに基づいてSOを一定とするのは粗すぎる仮定であって、少なくとも数サイクルにわたるもっと長期間の観測が必要と考えるからである。

先にのべたように、樹木の成長に密接に関係のある気候の要素としては日照時間、平均気温や降水量などが挙げられる。年輪幅が11年の周期を示す場合、これらの要素のどれかが太陽の黒点活動によって大きく影響を受けている可能性がある。従って、過去の地球環境、特に気候に対する太陽活動の影響を調べるためには年輪は手近にある資料であり、環境教育にとって格好の教材である。

3 龍光寺の老松

この寺は天澤山龍光寺と呼ばれ、三重県鈴鹿市神戸二丁目に現存する古さつである。創建当時(1423年)の伽藍は同市竹野町付近にあり、この研究で資料として使った老松は開山した悦嫂禅師の墓標として寺内の墓所に1453年に植えられたものと云われる。その後、天文年間

(1532-1554年)に災禍を受けて寺は現在地に移ったが、墓所と老松は少林塚として現在に残った。開山松、悦嫂松と呼ばれ親しまれてきたこの老松が松喰い虫のため枯死したのは1976年である。伐採され輪切りにされたこの松の一部は竹野町公民館や龍光寺に衝立てとして保存されている。この衝立ては整形や塗装などの加工が殆ど行われていないので、中心から最外側付近まで年輪が鮮明に見られる。年輪数は約309なので、樹齢約309年となり、1667年頃に植えられたことになる。つまり、最初の開山松は枯死したために改めて植え直されたものと推定される。

このような老松の殆どは内部が腐って空洞化しているのが普通であるが開山松は中心から最外層付近まで年輪が整っており、極めて得がたいサンプルである。竹野町公民館にある衝立ての写真と松の断面のサイズを図2に示す。

4 年輪の測定

松を直角にスライスしたこの断面を写真撮影した。年輪の中心から図2のようにA, B, Cの3方向にスケール(巻尺)を貼りつけ、それぞれの方向に沿って接写レンズをつけたカメラで撮影した。カメラはニコンF2、接写レンズはマイクロニッコール55ミリであり、黄色のガラスフィルターを付けた。衝立て全体を照明ランプで照らし、トライX35ミリフィルムを使って露出時間1/8~1/60秒で撮影した。それぞれの方向に沿って中心から最外側に向かって5~7枚ずつ撮影したが、写野には必ずスケールを入れ、また、1枚撮って次の撮影に移るときには前の写野の1/3~1/4を重複して撮影した。フィルムの現像はD76液を使い、20°Cで8分間である。図3はその一例を示す。年輪幅の変化に周期性があることはこの写真でも明かである。

写真ネガに見える年輪の幅の測定にはニコン製メジャースコープを用いた。これは微動資料台つきの双眼立体顕微鏡であって、0.001mmまで位置や大きさの計測が可能である。資料台の移動量はデジタル式に読み取りができる。写真ネガに見られるスケールの方向に沿って年輪の幅を測定した。一つ一つの年輪の幅を濃い部分の外側(中心から見て)の縁から次の濃い部分の内側の縁までの距離とした。A方向では中心から304番目、BおよびC方向ではそれぞれ289、および309番目の年輪まで測定した。A方向とB方向の最外側の部分の年輪はあきらかに人工的に欠落している。C方向のみが最外側付近まで年輪が残っていると推定されるが、最外側の2年の年輪は不鮮明なので、この老松の樹齢は最大309年(-2年

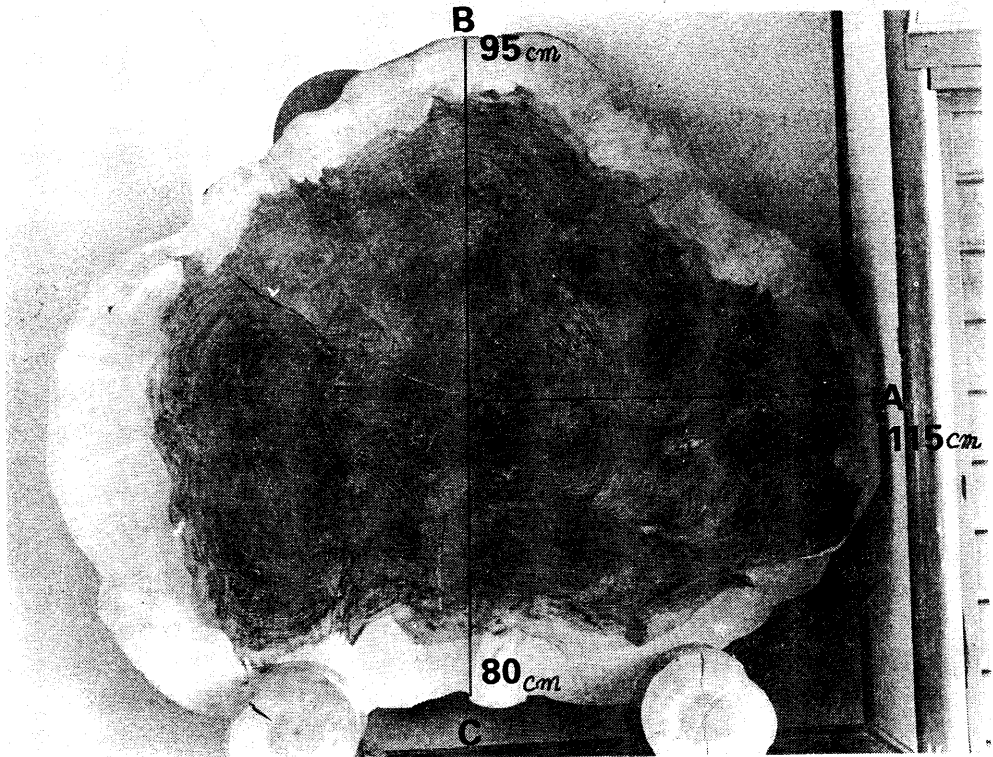


図2 龍光寺松の断面 (竹野町公民館の衡立)

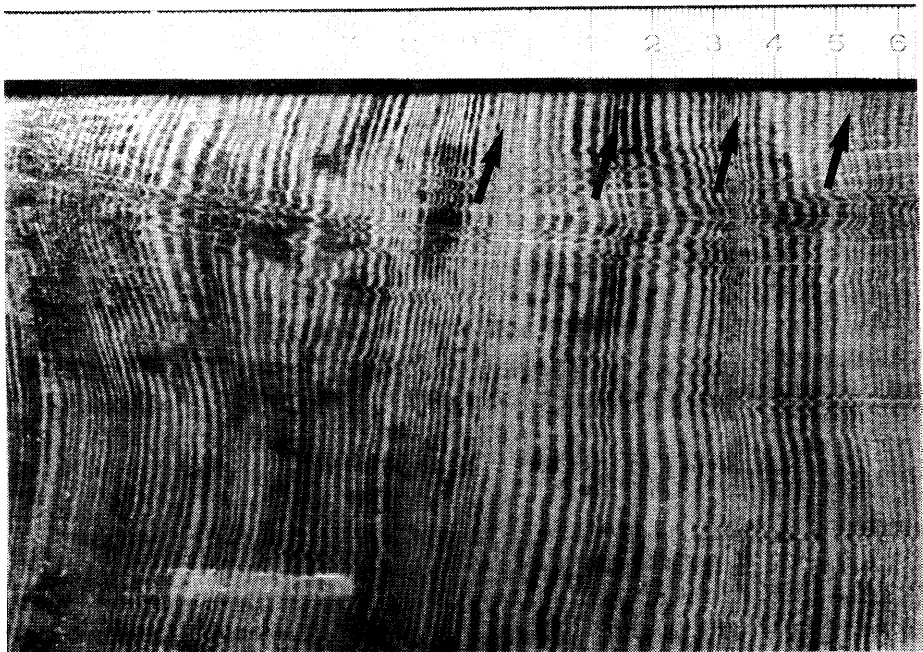


図3 龍光寺松の断面の一部, 矢印は周囲に較べて特に狭くなっている年輪

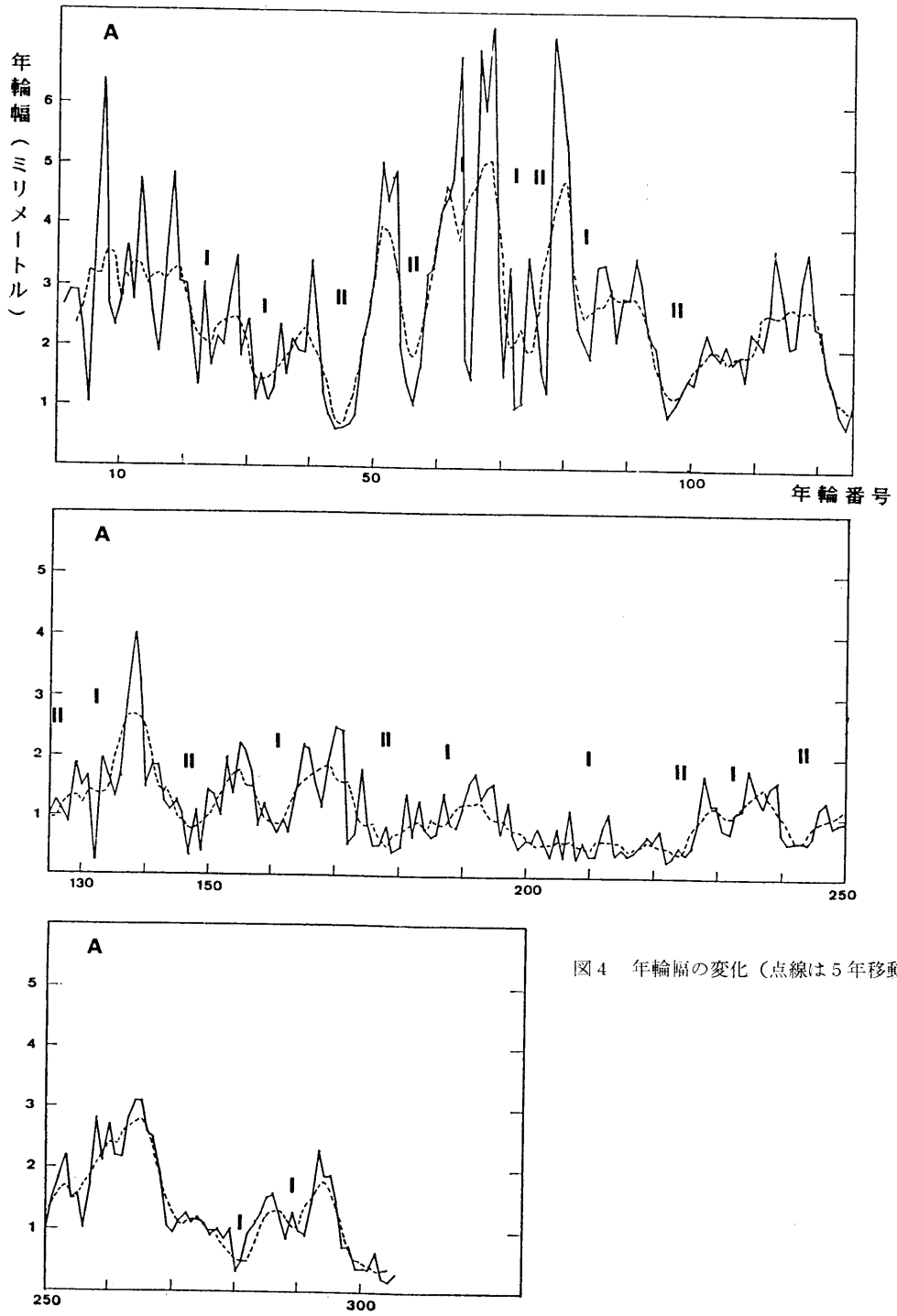


図4 年輪幅の変化 (点線は5年移動平均)

?)であり、この松が植えられたのは1667-1669年であったと推定される。

写真撮影の際、衝立てからの距離は一枚毎に少しずつ異なっているため、ネガの上で測った年輪幅の値に距離の違いによる補正を行う必要がある。それぞれのネガには撮影時に貼りつけたスケールが写っており、まず、このスケールの10 mmがネガに何mmに写っているかを測定して縮小率を求める。それぞれのネガにおける縮小率の逆数をそれぞれのネガにおける年輪幅の測定値に掛けると中心から外側までの年輪幅の実際値の時系列が得られる。A、BおよびCの三方向について年輪幅の時系列が得られた。測定は奈良教育大学特設理科地学専攻生たちが実習としておこなった。

一般に樹木の成長は若いときほど盛んであり、老齢になるほど成長速度は小さくなるので、樹木の年輪は中心に近いほど幅広く、外側に近いほど幅狭くなっている。つまり、一般に樹木の年輪幅の時系列にはトレンドが存在し、このようなトレンドは時系列解析をする際に大きな障害となっている。しかし、資料として使った龍光寺の松の年輪には著しいトレンドは見られないので、以上の方法で得られた年輪幅の時系列をトレンド補正を行うことなく使うこととした。著しいトレンドが見られないことはこの松が植えられた時がマウンダー極小期の最中であったことと関係があるのだろうか、あるいは、この樹が若かった頃、周囲に大木が沢山生えていて日当たりが悪く、この樹の成長速度が遅かったのかも知れない(竹林1976)。詳しいことは判らない。

5 解 析

先にも述べたように、この様な樹木の年輪の幅に周期性があることは実際に切株や幹の輪切りを見ても良くわかる(図3の矢印)。しかし、一応、年輪幅の時系列の周期解析を試みよう。

図4はA方向の年輪幅の変化を示す。縦軸はミリメートル単位の年輪幅、横軸は木の中心から外側に向けて数えた年輪の番号である。点線はこの変化の五年移動平均で

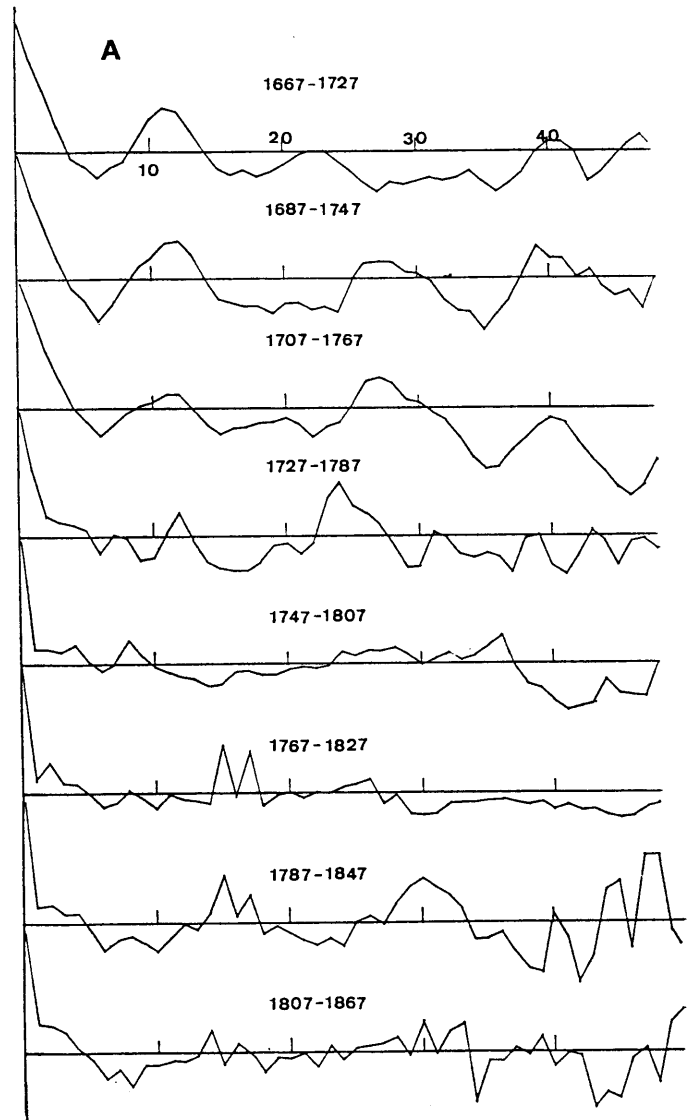


図5 A方向の年輪幅の逆数の自己相関関数

ある。年輪幅に周期的な変化があることはこの図からも明かであり、他のBとCの方向の年輪幅の時系列にも同様な変化がみられる。しかし、これらの時系列の全体についてパワースペクトルを作っても著しい変化の周期の値は得られない。その理由はこの木の成長段階によって現れる周期性が次第に異なっているためと考えられる。また、図3や図4に見られるように、この年輪幅の変化は幅が周期的に著しく大きくなるような現れ方ではなく、むしろ単調とも言える変化の中で特に幅が減少した

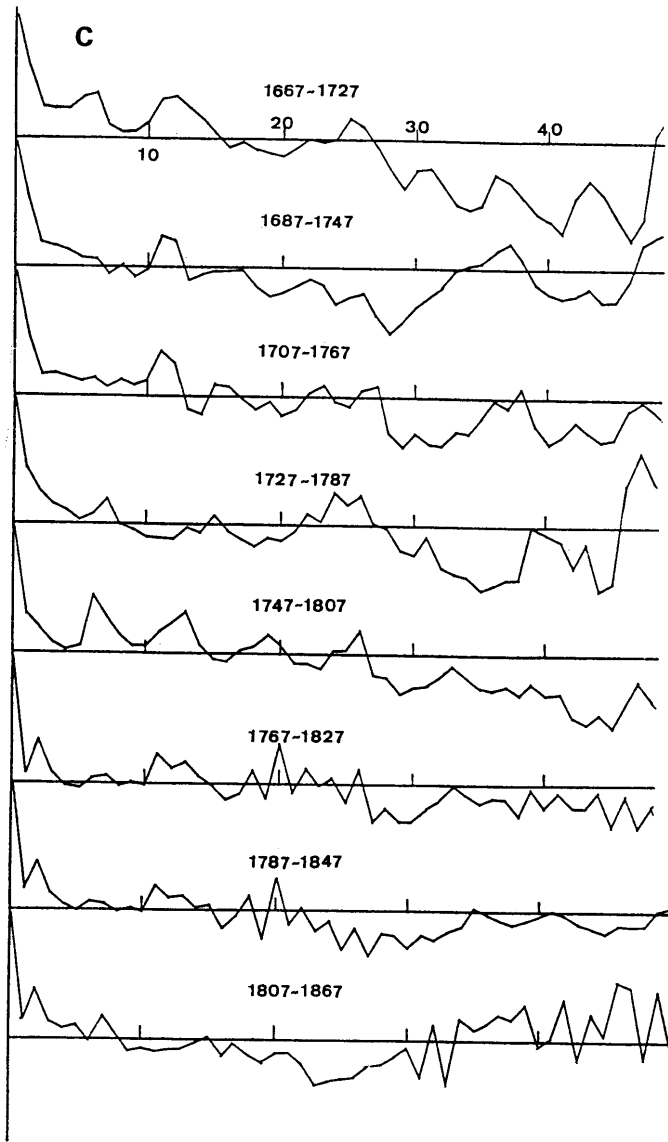


図6 C方向の年輪幅の逆数の自己相関関数

年輪が目立つような形で現れている。それ故、この木が植えられた1667年から20年づつ移動しながら60年間の年輪幅の逆数の自己相関関数を計算した。(この60年は任意に選んだ期間である。ただし、この期間は Murphy(1990) が得た年輪幅の周期をできるだけ多く含むように選んでいる。) 自己相関関数による コレログラムの計算方法は中村, 北村 (1987) による。図5はA方向の年輪幅の逆数の時系列から計算した自己相関関数の変化の一部であり、図6はC方向のそれである。それぞれの自己相

関関数の第一次極大が5%ないし1%の有意水準を越えこいるときはその時系列に含まれる主たる周期であるといえる。これらの図で、太輪黒点活動の11年周期に対応した年輪幅の周期に注目するならば、1667年から1767年までの期間は年輪変化に明かな11年の周期があったと考えられる(5%有意水準0.23)。11年周期はその後も部分的に現れているが始めほど顕著ではない。A方向では1727-1787年の期間に12年のあまり顕著でない周期がみられるものの、以後は存在しない。また、C方向では11年周期は1747-1847年の期間にも存在するが、1787-1847年の期間は顕著であるとは言えない。つまり、この松のすべての年輪にわたって11年周期が存在するのではなく、部分的な期間の年輪だけに見られるのである。

これらの図に見られる11年以外の周期は15, 25, 27, 30, 37 および40年などがある。太陽黒点の活動周期は一般に11年と言われているが、実際は10-12年の間で変動していることを考えると、25, 30 および40年などの周期は太陽黒点周期の倍数として現れているのかも知れない。11年周期が見られないのにその倍数に近い周期が見れるこのような性質は Murphy (1990) その他の人々の研究でも指摘されている。

年輪幅が極端に小さい場合は太陽黒点活動のどのような時期に相当しているのだろうか。その幅が周囲に較べて極端に狭い年輪のいくつか連続した部分を見つけるために図3に示した年輪幅時系列の5年移動平均による数列(点線)から指標値の数列を作った。中心から*i*番目にある年輪の幅 W_i の指標値 S_i は $S_i = 5 \times W_i / (W_{i-2} + W_{i-1} + W_i + W_{i+1} + W_{i+2})$ で定義される。この方法で計算した指標値の時系列の要素はほとんどが1と2の間にある値であるが、周囲に較べて極端に狭い幅をもった年輪がいくつか連続している部分でははかかなり1より低くなる。この場合、 $S_i \leq 0.9$ の年輪を極端に狭い年輪と定義して、それが起こった年を指標値の変化曲線から検出する。図7はこのようにして求めた狭い年輪の時期を太陽黒点相対数の変化図に書き込んだものである。

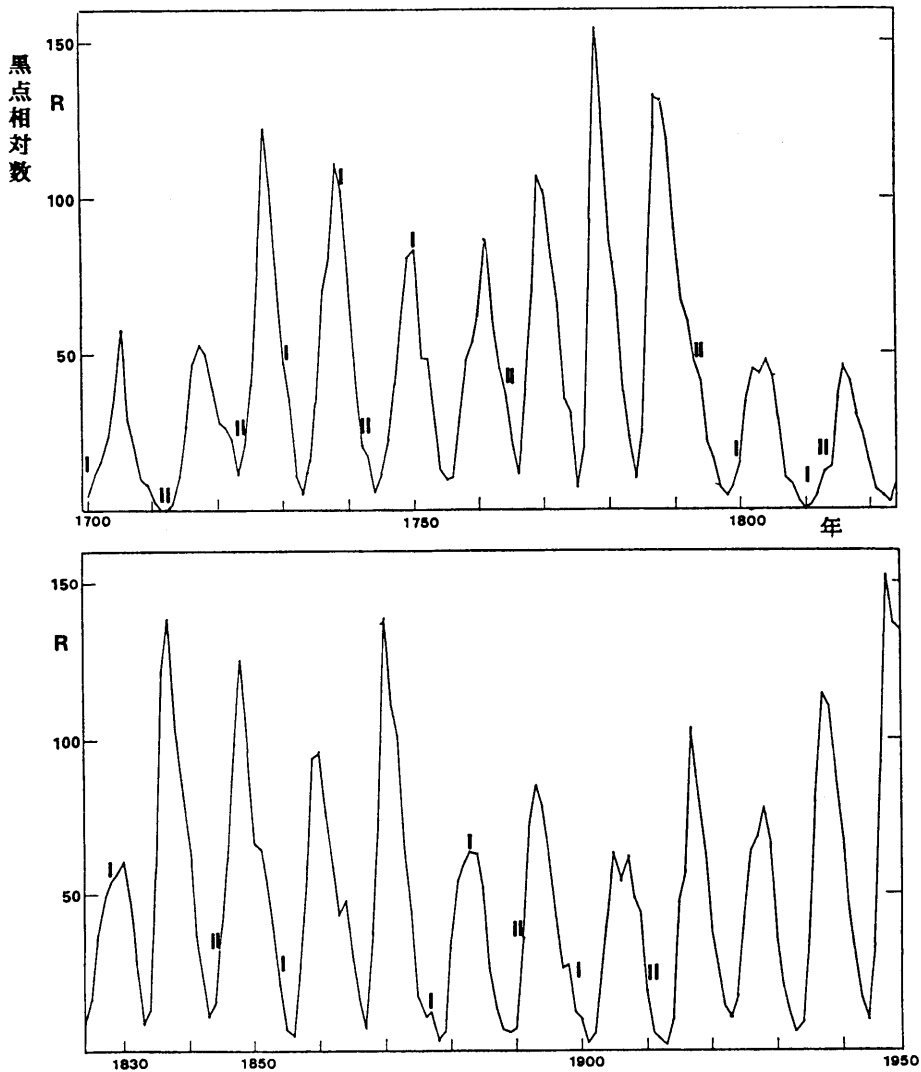


図7 太陽黒点相対数の年変化と年輪幅の狭い年

太陽黒点相対数の値は Waldmeier(1962)による。縦軸は相対数、横軸は1700年以後の時間(年)である。年輪幅が著しく減少した時期はこの図の中に短く太い縦線で示している。ただし、この時期はこの松の樹齢が最大309年の場合について示している。樹齢がこれより少なければ縦線の位置は全体として右にシフトするであろう。図で明かなように年輪幅が著しく減少した時期は黒点相対数の極小とおおまかに一致している。図4に示したA方向の年輪幅の減少時期は20回あるが、このうち半分以上は黒点相対数極大よりも極小付近にある。もちろん、黒点相対数極大で Si が小さくなっている場合もあるが、

樹木の生育中にはたとえば強風による枝の折損とか病虫害など気候に関係なく成長が妨げられることもあるので詳しいことは判らない(竹岡1976)。このような結果は B、C の方向について行った測定の結果ともほぼ一致しており、樹木の成長の低下に太陽全放射量の減少が影響する可能性を示唆している。

Eddy(1976)も指摘しているように、AD1800年より以前の黒点観測は貧弱であって、黒点相対数の極大極小の時期はほぼ判明しているけれども、相対数の値は信用できない。したがって、図7において相対数が50を越えているのに年輪幅が狭くなっている場合は相対数も検討

する必要がある。

6 考 察

従来行われた年輪幅の時系列の解析について最も良くまとめられたのは Murphy (1990) の論文である。先ず、われわれの解析結果を Murphy (1990) の結果と比較しよう。

オーストラリア国タスマニア島の海拔1200mの高所に生えていた *Athrotaxis cupressoides* (邦名不詳) には AD1028年から1975年までの948年におよぶ年輪が見られた。期間から見るとこれは我々が測ったものの3倍以上である。この年輪幅の時系列のパワースペクトルには250, 66, 33, 16.5, 90, 44, 22, 11.6年の極大が見られ、これらの周期がこの木の年輪に存在することを示している。これらの中で95%信頼度レベルを越える極大は90, 21および11.6年だけであり、16.5年を除いて他は11年の倍数に近い値の周期である。この基本的な周期である11年こそ太陽黒点の活動周期の反映であり、90年は Gleissberg 周期と呼ばれる黒点相対数の極大が示す周期に相当すると Murphy (1990) は考えた。われわれが測定した龍光寺の松の年輪幅時系列のパワースペクトルでは、Murphy (1990) が得たような鋭い極大を示す11年周期は得られず、他の雑音の周期に埋もれてしまったようであった。これはわれわれの場合にはデータ数が309と少なく、パワー解析には少々不足なのが一つの原因である。もう一つの原因は龍光寺の松が伊勢平野の平地に育った松であって、平地では高地に較べて気候が太陽全放射量の変化に敏感に変わらないからであろう。Murphy (1990) が調べたタスマニア島の木は海拔1200mの高所に生えていたので、太陽全放射量の変化によって気候は敏感に変わるため、その環境に順応して、木の年輪の成長速度も顕著に変化するであろう。高所に生えている木ほど年輪幅の変化が顕著に現れることは Douglas (1928), Mori (1981), Outi (1972) にも指摘している。

前節で述べたように、龍光寺の松の年輪幅に11年の周期性が明らかに見られるのは1676年から1786年までの約110年間であって、他の年の年輪には30年や40年などの周期が自己相関関数の極大から検出される。つまり、11年の周期は年輪全体ではなく、部分的に現れることがわかる。このことは Murphy (1990) が調べたタスマニア産の樹木や Douglas (1928) が研究したアリゾナ産の松の年輪についても指摘されている。従って、龍光寺の松の年輪に限らず、11年周期が部分的にしか現れないことはごく一般的な樹木の特徴であるように思える (Menzel 1950, Abetti 1955)。これは気候が必ずしも太陽全

放射量の11年周期の変化に従って変動するものではないこと、あるいは、樹木の生育のある段階では必ずしも気候の変動に鋭敏に順応するのではないことを示唆している。樹木の成長にもその木固有のリズムがあるのだろうか。

年輪幅の時系列と太陽黒点相対数の時系列の相互相関関数を使った解析から、Mori (1981) は年輪幅の極端に狭い部分が黒点相対数の極小より平均2.8年遅れて現れることを見つけた。Murphy (1990) も同様に年輪幅の極小が黒点相対数の極小に約3年遅れると結論している。しかし、われわれが調べた龍光寺の松の年輪には特にそのような傾向は見られなかった。これはわれわれの得たデータの数が少ないせいでもあろう。また、この松が植えられた年が最大309年前と推定され、2年程度の誤差が含まれているかもしれないので、詳しいことは判らない。問題は太陽全放射量の変化にたいして気候がどの程度の時間的遅れで変動するかであり、おそらくローカルに差があるのであろう。

Douglas (1928) は1645年から1720年の期間の樹木の年輪が他の時期に較べて異常に狭いことに注目したが、この期間が黒点のマウンダー極小期に相当することは Eddy (1976) が指摘するまで不明であった。龍光寺の松はちょうどこのマウンダー極小の中で成長を開始したわけだが、年輪幅には特に寒冷期であったような幅狭い特徴は見られない。若木は成長速度が早いので寒冷期の影響が少なかったためか、あるいは、日本はマウンダー極小期にヨーロッパほど寒くはなかったのかも知れない。このような松だけでなく、他の種類の樹木、つまり杉や桧などについても調べる必要がある。

また、マウンダー極小期にもかかわらず龍光寺松の年輪幅に11年周期が見られることは、マウンダー極小期に黒点が僅かながらも存在したと無関係ではないように思える。Eddy (1980) が検討した黒点相対数のグラフには1660-1710年の期間にも僅かながら11年に近い周期が見られる。マウンダー極小期に残された黒点の記録が少ないことは当時の黒点がほとんど小さいものばかりで大きい黒点が少なかったためかも知れない。当時、望遠鏡はかなり普及していたのではあるが、口径は小さくアクロマートの対物レンズもなかったので分解能は低く、かなり大きい面積を持った黒点だけしか見えなかったはずである。現在行われているように微少黒点まで含めたら、もう少し大きい黒点相対数ともしっかり11年周期が得られていたかも知れない。

樹木の年輪幅の周期的変化のなかで目だつのは、先述のように、狭い年輪が周期的に現れることである。著し

く幅広い部分が周期的に現れるのではない。このため年輪年代学で幅狭い部分に重点を置いて調べるスケルトンプロットがおこなわれている(光谷, 田中1986)。われわれは年輪幅の逆数の時系列の自己相関関数を計算したが、これは幅狭い部分を強調するために行った処置であり、スケルトンプロット法と視点は同じである。

樹木の年輪は過去の太陽活動の変遷とそれに伴う気候の変動を学習するためのすぐれた教材である。年輪年代学や古気象学の専門家は年輪の現物についてその年輪幅をマイクロメーターで測定するが(光谷, 田中, 1986), 普通の学校ではそのような設備もないので、われわれが試みた写真撮影とネガの測定による方法が便利であろう。われわれはネガを直接メジャースコープにより0.001mm単位まで測定したが、実際にはこれほど高い精度は必要としない。35mmフィルムのネガを四つ切の印画紙に引き伸ばし焼付し、一つ一つの年輪幅をスケールルーペで0.1mm単位まで読み取ればよい。撮影距離を短くすれば測定精度は充分高くすることができる。このような写真による簡便法でも意味のある結果を導びけることを示すのがこの論文の目的の一つである。

時系列の解析に使った数学的方法はパワースペクトルやフーリエ変換は別として、高校生の理解の範囲を越えるものではない。特に自己相関関数は原理が極めて明確であり、周期的に変動する時系列を解析する基本的な方法として高校生の興味をひくであろう。

この論文の要旨は1991年8月19日の天文教育研究会(於愛知教育大学)にて公表した。この論文はそれに詳しい解析と解釈を付け加えたものである。

参考文献

- Abetti, G., 1955, 'The Sun' (Faber and Faber Co., London), p. 317.
- Cook, E., Bird, T., Peterson, M., Barbetti, M., Buckley, E. D., Arrigo, R., Francey, R., and Tans, P., 1991, 'Climatic Change in Tasmania Inferred from a 1089 Year Tree-Ring Chronology of Huon Pine', *Science*, Vol. 253, 1266.
- Currie, R.G., 1984, 'Periodic and Cyclic induced Drought and Flood in Western North America', *J. Geophys. Res.*, Vol. 89, No. D5, 7215-7230.
- Douglas, A.E., 1928 *Climatic Cycles and Tree Growth* (Publication 289 Carnegie Institution of Washington D. C.) Vol. 2, 125.
- Eddy, J. A., 1976, 'The Maunder Minimum', *Science*, Vol. 129, 1189.
- Eddy, J. A., 1980, 'The Historical Record of Solar Activity' in 'The Ancient Sun', eds. R. O. Pepin, J. A. Eddy, and R. B. Merrill (Pergamon Press, New York) p. 119.
- Foukal, P., and Lean, J., 1988, 'Magnetic Modulation of Solar Luminosity by Photospheric Activity' *Astrophys. J.*, Vol. 328, 347-357.
- Foukal, P., and Lean, J., 1990, 'An Empirical Model of Total Solar Irradiance Variation Between 1874 and 1988', *Science*, Vol. 247, 556.
- Livingston, A. C., Wallace, L., and White, O. R., 1988, 'Spectrum Line Intensity as a Surrogate for Solar Irradiance Variations', *Science*, Vol. 224, 1765-1767.
- Menzel, D. H., 1950, 'Our Sun' (The Blakiston Company, Toronto) p. 309.
- 光谷拓美, 田中 琢, 1986, '古年輪学研究(1)', 京都大学防災研究所年報, Vol.2 9B-2, 1-14.
- Mori, 1981, 'Evidence of an 11-year Periodicity in Tree-Ring Series from Formosa Related to the Sunspot Cycle', *J. Climatology*, Vol. 1, 345-353.
- Murphy, J. O., 1990, 'Australian Tree Ring Chronologies as Proxy Data for Solar Variability', *Proc. Roy. Astron. Soc.*, Vol. 8 (3), 292-297.
- 中村 繁, 北村幸房, 1987, 気象データマニュアル(理科年表讀本)丸善, p. 110.
- Outi, M., 1961, 'Climatic Variations in the North Pacific Subtropical Zone and Solar Activity During the Past Ten Centuries (1)', *Bull. Kyoto Gakugei Univ.*, Part B, Vol. 19, 41-45.
- Outi, M., 1962, 'Climatic Variations in the North Pacific Subtropical Zone and Solar Activity During the Past Ten Centuries (2)', *Bull. Kyoto Gakugei Univ.*, Part B, Vol. 20, 25-32.
- 高橋浩一郎, 1990, 気候と人間(NHKブックス), 日本放送出版協会, p. 35.
- 竹岡 林, 1976, 丹波路(学生社) p. 61.
- Waldmeier, M., 1961, 'The Sunspot Activity in the years 1610-1960 (Zurich Schulthess & Co AG), p. 20.
- Wilson, R. C., and Hudson, H. S., 1988, 'Solar Luminosity Variations in Solar Cycle 21', *Nature*, Vol. 332, 810-812.

久保田 諄・鈴木美好 龍光寺松の年輪における太陽活動の影響 地学教育 45巻, 3号, 87~97, 1992.

〔キーワード〕 年輪 太陽黒点 11年周期 環境

〔要約〕 松の幹の断面を写真撮影して年輪を測定し, その年代的变化を調べた。太陽黒点活動の11年周期に対応した年輪幅の変化は部分的に見られ, 幅が特に狭い年輪部分の半分以上は黒点活動の極小期に形成されている。樹木の年輪は過去の気候の記録であり, 太陽黒点活動にともなう放射量変化によって気候が変わることを示唆している。写真による簡易測定でも充分意味のある結果が得られるので, 環境教育に適した教材である。

Jun KUBOTA and Miyoshi SUZUKI: Chronological changes of tree-ring width of the Ryuko-ji pine and Solar activity; *Educat. Earth Sci.*, 45 (3), 87~97, 1992.

 紹 介

鹿園直達著：地球システム科学入門，A 5 版 228ページ 東京大学出版会，1992年，2884円（税込）

この数年来，私に関していえば，頗りに一般地学（教養課程）の講義にいわゆる地学に関連した環境問題を取り扱う分量が増えてきている。その環境問題を地学の内容とは別の項目，すなわち，地学と環境問題を別枠として不連続的に取り扱うか，あるいは，地学の内容の一部として環境問題を連続的に取り扱うかは意見の分れるところである。この両者をどのように取り扱うかは，その人の地学と環境問題に関する考え方や学問の体系化の度合によって異なるであろう。この地学と環境問題との体系化という視点で，今迄若干の本を見てみたが，期待できるものはほとんどなかった。そのような折，魅力的な本が出たので，ここに紹介し，あわせて読者諸氏に御一読を勧めたい。

本書は次のような項目で構成されている。すなわち，第1章 序論（はじめに，地球システムとは，地球環境とは，従来の地球を対象とする学問と地球システム科学，地球を対象とする学問の進展と地球システム科学）。第2章 地球システムの構成要素（大気圏，水圏，固体地球（固圏），地球における物質循環と相互作用）。第3章 地球システムの構成物質（鉱物，岩石）。第4章 資源（自然—人間相互作用，資源とは，天然資源と

は，資源問題とは，資源と環境・鉱物資源，エネルギー資源，天然資源の分類）。第5章 地球環境問題（地球環境問題の分類，大気における問題，土壌汚染，水質汚濁，その他の環境問題，地球環境問題の相互作用，地球環境保全対策，人間社会システム—他のサブシステム間相互作用）。第6章 地球システムの進化（地球年代学，地球の起源と進化）。第7章 現代の地球観。そして参考書があげられている。また，大学での講義録を基に書かれているので，各章の終りには“まとめ”と“問題”が示されている。

本書は全体的には，地球をトータルシステムとしてとらえ，そこに存在するサブシステムとの関係及びサブシステム間の相互作用を有機的に動的地球観をもって述べられている。個々の項目についての議論は，そのオーダーをしっかりと規定し，魅力的な内容を分かりやすい文章と図表をもって表現されており，読む者にとって理解しやすい。しかも，内容の水準は，教養的なものと，より専門的なものが程よく融合されており，所々に，著者の基本的な物の見方，考え方も示されているので，興味深く読むことができる。私個人として教えられる点が多くあったので，本書を読者諸氏に推薦する次第である。

（本間 久英）

イギリスにおける地学教育成立過程に関する研究 (IV)

—教育改革時代 (その1) : GCSE 試験—

磯崎哲夫*

はじめに

1944年教育法により、イギリスの中等教育は、次第に戦後の新しい社会情勢に対応するようそのあり方が大きく変革されていったが、1970年代になると教育の諸問題に対し各方面から指摘、非難されるようになってきた。事の重要性に対する認識は次第に高まり、1976年のキャラハン (J. Callaghan) 労働党内閣による「教育大討議 (Great Debate)」を契機として教育の質的向上をめざしての方策が盛んに論じられるようになった。1979年に誕生したサッチャー (M. Thatcher) 保守党内閣は、19世紀のビクトリア朝時代の自由主義の価値観に充満したイギリス社会の再構築を試みられていると称せられる¹⁾ ように、教育改革を強力に推進していったが、その主要なものとしては、義務教育修了段階時 (16歳) に実施されていた2本立ての学外試験制度の一本化への改革とその実施、『1988年教育改革法 (Education Reform Act 1988)』の立法化をあげることができるであろう。この2つは、学校種の多様性を要求する一方で、教育課程の画一化をねらいとするサッチャー政権による教育改革の特質をよくあらわしているように思われる。

理科教育も例外ではなく、こうした教育改革の中で、再びそのあり方が問われることとなり、地学教育も大きな転換期を迎えることとなった。

本論文では、まず、第1次サッチャー内閣誕生の1979年から、第3次サッチャー内閣退陣の1990年までを教育改革時代と位置づけ、教育改革時代の地学教育の動向を行政レベルと学術・教育界において明かにする。次いでサッチャー内閣時代の教育改革の大きな柱の一つである新しい中等教育一般証書 (General Certificate of Secondary Education : 以下 GCSE と略記) 試験における地学教育の特色について、中等学校における具体的事例を加味して考察する。

なお、教育改革のもう一つの大きな柱である全国共通カリキュラム (National Curriculum) については、本論文ではその概略のみを扱い、詳細な内容については次

報において考察する。

I 教育改革時代の理科教育と地学教育

1 行政レベルの動向

(1) 第1次サッチャー内閣時代 (1979年5月~1983年6月)

1981年に教育科学省 (Department of Education and Science) は、初等・中等学校の教育課程の全国的基準を示した『学校教育課程 (The School Curriculum)』²⁾ を公表した。これは学校に対する法的拘束力は持たないが、政府がある特定の基準を示したことは画期的なことである。その背景には1970年代から問題とされていた学校教育の水準の質的低下に対する政府や親、雇用者、社会一般の強い批判があり、『学校教育課程』の作成はこうした批判に対する積極的な対応であったことは言うまでもないことである。この『学校教育課程』以降、政府は各教科のガイドラインを次々と公表し、理科教育に関しても、翌年、諮問文書『学校における理科教育 (Science Education in Schools)』³⁾ を公表した。そして、1985年には理科に関する最終の見解である『サイエンス5—16 : 政策声明 (Science 5-16 : A statement of policy)』⁴⁾ が発表された。

このように、第1次サッチャー内閣はそれまでの教師主導型の教育課程編成に対して、政府主導型の教育課程編成に関する基準を次々と示し、教育改革に積極的に関与する姿勢を示してきた。

他方、第1次サッチャー内閣はもう一つの注目すべき教育行財政的措置を講じてきた。それは、教育費削減政策を行ったことである。この影響は様々な形となって学校現場に現れ、例えば、1981年2月の勅任視学官 (Her Majesty's Inspectorate) の報告書では、教育費の削減により中等学校では古典語、ロシア語、地質学といった教科を選択履修する生徒の数が減少したこと^{5) 6)} が、また、1983年7月には、中学校で国語と理科の教科書の不足が生じたこと⁷⁾ が報告されている。

(2) 第2次サッチャー内閣時代 (1983年6月~1987年6月)

1985年の『サイエンス5—16』では、理科教育につい

* 広島大学大学院教育学研究科 (現、広島大学教育学部)
1991年12月5日受付 12月19日受理

て注目すべき次のような見解が示された。

「国家の政策の中心的目標は、中等義務教育5年間を通して、すべての生徒にその能力や素質によく適合した幅広く、調和のとれた理科教育を提共することである。」⁸⁾

これ以降、「幅広く、調和のとれた理科 (a broad and balanced science)」の解釈とその意義づけや、それを具体化するための方策が、行政レベルばかりではなく学術・教育界においても模索されていくこととなった。

このような動きに対して、教育科学省は地学に関してどのような見解を持っていたのであろうか。『サイエンス5—16』を例にとってそれを見てみよう。

「16歳までのすべての生徒を対象とした 'Science for All' は、生物、化学、物理の基礎概念を含めて取り扱う。天文学 (astronomy) と地学 (Earth Sciences) は、生徒を啓発させる重要な概念にふさわしい状況を提供することができる。教授は、日常生活や科学の応用に関連づけて行われなければならない。」⁹⁾

このようにサッチャー内閣は次々と教育改革を進めていったが、さらに、第2次サッチャー内閣においては義務教育修了時に実施されていた2本立ての学外試験制度の一本化などの教育改革も一段と推進されていった。それまで、後期中等学校や高等教育機関への進学を主目的としていた一般教育証書 (General Certificate of Education: 以下 GCE と略記) Oレベル試験と、就職を主目的としていた中等教育証書 (Certificate for Secondary Education: 以下 CSE と略記) 試験が、新たに GCSE 試験として改革され、1988年度から実施されることになった。

これまで学外試験では、行政レベルによる統一的基準は存在しなかったが、教育科学省は初めてこの GCSE 試験において全国的な基準である『GCSE: 全国基準 (The National Criteria)』¹⁰⁾を作成した。理科に関する基準としては、『科学 (Science)』、『生物 (Biology)』、『化学 (Chemistry)』、『物理 (Physics)』が作成された。地学の基準は単独で作成されることはなかったが、『科学』のなかに天文学、地学 (Earth Sciences) の学習内容のモデル例が示された¹¹⁾。

なお、従来イギリスでは、地学に関しては、「地質学 (Geology)」という用語が常に用いられていた。しかし、第2次サッチャー内閣時代に至り教育科学省によって「地学 (Earth Sciences)」が用いられるようになった。これは、イギリスの理科教育界最大の組織である理科教育協会 (Association for Science Education) が、1979年に示した『理科教育の選択 (Alternatives for

Science Education)』において、この用語を用いた¹²⁾ことに起因していると考えられる。しかしながら、この時点においても、地学はまだ伝統的3教科の生物、化学、物理と同等に位置づけられていなかった。

(3) 第3次サッチャー内閣時代 (1987年6月～1990年11月)

1987年7月に教育科学省は、イングランドとウェールズのすべての公費維持学校を対象とした共通カリキュラムの実施計画を示した『全国共通カリキュラム5—16: 諮問文書 (The National Curriculum 5—16: a consultation document)』¹²⁾を公表した。ここにおいて、理科は国語と数学とともに義務教育段階における教育課程の中心的教科として位置づけられることとなった。

それでは、なぜ理科がそのように位置づけられたのであろうか。

サッチャー首相は、1987年10月9日の保守党大会で、全国共通カリキュラムを導入する理由について次のように述べている。

「今国会の最重要課題は、教育の質を高めることである。…明日の世界で日本、ドイツ、アメリカとの競争に打ち勝つためには、われわれはよく教育され、よく訓練された創造的な若人を必要としている。…私は、政府がわれわれの子どもの教育にとっての基準を設置することに対して責任を負わなければならないと信じている。これはなぜわれわれが基本的教科にとって全国共通カリキュラムを制定しようとしているかの理由である。すべての子ども達にとって読むこと、書くこと、字を綴ること、言葉づかい、計算を習得することや、基礎的な科学や技術を理解すること、は必要不可欠である。(下線は筆者による)」¹³⁾

また、当時の責任者であったベイカー (K. Baker) 教育科学大臣は、全国共通カリキュラムにおける理科教育について、次のような見解を示している。

「科学的・技術的变化が急速に進行している世界においては、すべての若人が科学的概念を理解することが重要である。次に国家として、科学研究とその商業的、工業的応用の分野においてイギリスが先進性を維持していくためには、それができると多くの若人を育成しなければならない。さらに、科学についてよく教育された人は、自分達の健康や科学的知識が不可欠とされるような社会問題について、見識のある、また調和のとれた判断をすることが期待される。すべての若人は、科学を自分達のすぐれた文化遺産であり、また、それを社会や生活に有効に役立たせるような理解を与えるようにしなければならない。(下線は筆者による)」¹⁴⁾

つまり、政府の見解は、すべての子どもが経済成長や工業的発達を促進した科学の重要な役割を理解することを期待していると考えられるが、その背景には科学に対するイギリス国民共通の一般的教養の向上という社会的要請に対応しようとする意図や、さらには、理科教育が世界におけるイギリスの地位確保に大きく貢献するものと考えられているように思われる。

一方、第2次サッチャー内閣時代から「理科教育としての地学」について、行政レベルにおいても幾つかの考え方が述べられてきたが、次のペーカー元教育科学大臣の見解は、注目されるものである。

「幅広く、調和のとれた理科は、物理、化学、生物および地学 (earth sciences) からおもに構成される。それは最も優秀なレベルの生徒も含むあらゆる能力の生徒を対象としたものとなるであろう。」¹⁵⁾

全国共通カリキュラムを含む一連の教育改革法案は、1988年7月に、『1988年教育改革法』¹⁶⁾として成立し、1989年度よりこの全国共通カリキュラムは、順次実施されている。何よりもこの全国共通カリキュラムがイギリスの地学教育史上注目されるのは、イングランドおよびウェールズの義務教育段階 (5歳—16歳) の公費維持学校に在籍するすべての児童・生徒が、なんらかの形で地学を学習することになったことである。

このようにしてサッチャー内閣の行った教育改革において、これまで理科の伝統的3教科であった生物、化学、物理に加えて、地学が理科の重要な一分野として認められ、これまでの地質学 (Geology) が、地学 (Earth Sciences) という表記に変えられることになったのである。これは、イギリス理科教育史上特筆されるべき改革であった。

2 学術・教育界の動向

(1) 地学教師協会の場合

1967年に創設された地質学教師協会 (Association of Teachers of Geology) は、イギリスの学校教育段階における地質学教育の普及・振興に積極的に活動してきた。1980年代になって行われた、地質学を教えている教師はもとより、地質学的教養を持たない理科教師や、地理学教師とその生徒を対象とした教材開発もその一つである。『地球の科学 (Science of the Earth)』というタイトルで開発された教材は、1991年現在、20単元から構成されているが、以下その単元名だけを示してみよう¹⁷⁾。

- 1: 私の墓石は、長持ちするであろうか?
- 2: 地震—われわれの足下の危険
- 3: 蛍石—採掘する価値があるか?
- 4: 堆積構造を造る—実験室における百万年前
- 5: 廃棄物と地面のくぼみの問題

- 6: 核廃棄物—将来に向かって
- 7: 身の回りの石の観察
- 8: 地面の変動
- 9: 地下水の供給—Jack と Jill の物語
- 10: 宇宙地質学—月の手がかり
- 11: 水循環—自然のリサイクル・プロセス
- 12: 道を作る石?
- 13: 地質学的時間スケール
- 14: 地球内部の熱と圧力の変化
- 15: 岩石の力—地熱エネルギー源
- 16: 地球のバッチワーク・キルティング—プレートテクトニクスの導入
- 17: 冷却—液体マグマから固体岩石
- 18: 地球の塩
- 19: 地球が噴火する日—火山
- 20: S. O. S—われわれのいる地球を救う: 行動における地学の環境保全

この教材は地質分野が中心となっているが、環境問題に関する単元が含まれていることは注目される。筆者もキール大学の授業で実際にこの教材を使用した。単に知識を得るのではなく生徒自身による野外での調査や室内での実験や文献調査による実際の活動を行うためのものであり、ここにイギリスの地学教育の一つの特色を窺い知ることができた。なお、これは GCSE 試験や全国共通カリキュラムにも対応できるように配慮されている。

また、全国共通カリキュラムが実施されるにともない、英国学士院教育委員会固体地球科学教育小委員会 (The Royal Society's Education Committee Solid-Earth Sciences Education Committee) と共同で次のような意図のもとに、『プロジェクト・アース (Project Earth)』の開発を進めてきている。

「地学 (earth science) が中等理科コースの一分野として教えられるなら、現在の理科教師の現職再教育が必要となるであろう。なぜなら、彼らの大多数が、教員養成段階においてそういった教科の教育を受けていないからである。地学の概念に慣れ親しむことが必要であり、授業で用いる教材の準備やそれに対する助言もまた必要となる。」¹⁸⁾

こうした地質学教師協会の教材開発を中心とした活動の背景には、全国共通カリキュラムの実施に伴い公費維持学校の児童・生徒すべてが何らかの形で地学を学習することになったが、地学に関する知識を有した理科教師が少ないにもかかわらず、地学をどのように教えるのかという地学教育独自の抱える問題があった。

ところで地質学教師協会は、1988年9月よりその名称を地学教師協会 (Earth Science Teachers' Association) へ、機関雑誌を『地質学教授 (Geology Teaching)』から『地学の教授 (Teaching of Earth Sciences)』へ、改称している。これは学会に所属している会員の学術的背景が地質学に限らず、地理学や地球物理学等、地球の科学に関する諸分野から構成されているためであるが、これらの学会や関係者の間に地学についての理解と

認識が高まったことも大きな原因となっているように思われる。

(2) 英国学士院の場合

英国学士院は教育委員会を組織し、1982年に『イングランドおよびウェールズの11歳から18歳までの理科教育 (Science Education 11-18 in England and Wales)』を公表した。この中で、16歳までのすべての生徒を対象とした“Science for All”を具体化し、中等学校第4学年および第5学年では全授業時間数の20%は、理科に割かれなければならないと勧告し、早い年齢段階での諸科目の選択制は弊害であるときびしく非難した¹⁹⁾。そして、物理、化学、生物を主体とした理科を考へており、地質学や天文学といった他領域を含む統合理科 (integrated science) については否定的な見解を示したが、整合理科 (coordinated science) の構想に関しては肯定的な見解を示した²⁰⁾。

委員会はこの勧告を具体化するため、1986年に『16歳までの整合理科カリキュラムの内容精選についての提言 (A proposal of reduced content for a coordinated science curriculum to age 16)』²¹⁾を作成した。これは、先の『サイエンス5-16』の理念を踏まえた全カリキュラムの20%の範囲内で実施できる整合理科の教授要目である。この整合理科は、生物、化学、物理および固体地球科学 (solid-Earth sciences) の4領域から構成されている。地学の学習時間数は、他の3領域の半分ではあるが、ここにおいて、地学は、理科を構成する重要な一分野として認識されたと考えても間違いではないであろう。教育委員会の地学に対する以下の見解からもそれが裏付けられる。

「地学 (Earth sciences) を理科教育課程に含むことに、反対する意見がある。しかしながら、地学に含まれる地質学、自然地理学、気象学、天文学、農学等の領域は、生徒と教師の両方に非常に価値あるものである。それ故、幅広く、調和のとれたいかなる教育課程においても地学は、しっかりと位置づけられなければならない。」²²⁾

そして、教育委員会は地学の専門的教育を経験した理科教師が少ない現在の学校の実状を考慮して、そうした教師用に地学的内容についての詳細な説明を行った『補足』を特別に作成している²³⁾。

以下は、教育委員会が示した地学の学習内容である。なお、そこでは地質学的、自然地理学的内容が中心にな

- | | | |
|-----------------|------------|------------|
| 1 : 鉱物 | 2 : 岩石 | 3 : 過去の生命体 |
| 4 : 地質年代 | 5 : 岩石のひずみ | 6 : 衝撃波 |
| 7 : プレート・テクトニクス | 8 : 地質学的探究 | |

っており、それが地学の学習時間数の60%を占めるが、残りの40%は他の地学領域の学習に割り当てることができるようになっている。

また、地学の野外科学的性格が重視され、フィールド・ワークは最低でも2半日行い、野帳を保存しておくことが勧告されている²⁴⁾。

(3) 中等理科カリキュラム再検討委員会の場合

1981年に理科教育協会や教育科学省等の出資により中等理科カリキュラム再検討委員会 (Secondary Science Curriculum Review) が設置された。この委員会は、幾度となく理科教育に関する提言を行っているが、1987年に刊行した『望ましい理科 (Better Science)』は、全12巻からなるカリキュラム・ガイドで、今後のイギリスの中等理科教育のあるべき姿が示され注目されている。

この中の第1巻『提言の理念 (key proposals)』では、“Science for All”の立場から、地学教育について次のように示されている。

「現在行われている理科学習は、天文学、生物、化学、コンピュータ科学、地学 (earth science)、電子工学、物理および技術を含んだ、幅広いものとならなければならない。」²⁵⁾

また、第2巻『内容の選択 (Choosing content)』では、内容精選という点から地学教育について次のように述べられている。

「現在、ごく限られた数の生徒のみが、地学 (earth sciences)、天文学、マイクロエレクトロニクスや、天気、環境保全、技術に関するトピックを学習しているに過ぎない。…従って、少なくとも伝統的に教えられている内容の半分以上を削減し、上に述べたような領域を理科に含むことが必要である。」²⁶⁾

中等理科カリキュラム再検討委員会のこうした提言は、地質学という用語ではなく地学という用語を用いている点、また伝統的3教科の内容を削除してでもこうした領域の学習が行われるべきであると勧告している点で、たいへん注目される点である。

(4) その他

組織的活動に関しては次の2つが注目される。

その一つは、1979年には地質学教師協会と理科教育協会合同で地学作業部会 (Earth Sciences Working Group) が設置され定期的会合が持たれるようになったことである。

他の一つは、1989年に、学校教育における地学教育の援助を目的として、地学の学術専門機関など広い範囲から組織された「地学 (Earth Science) 教育フォーラム」が設置されたことである。

学校現場での新しい動向についてみると、地学教師協会カリキュラム検討委員会部会長であるキング(C. King)らの1988年の調査によれば、地学(Earth Science)カリキュラム開発は、初等教育段階では3つのプロジェクトが、前期中等学校レベルでは6つのプロジェクトが、公には発行されていないが GCSE 試験を対象にしたものは8つのプロジェクトが、後期中等学校レベルでは4つのプロジェクトが、また、現職教師教育用に2つのプロジェクトが開発されている²⁷⁾。

学術・教育界における地学教育普及・振興のための活動は、カリキュラム開発時代では地質学教師協会や地質学専門学会が中心であったが、教育改革時代にはそれが理科教育界のレベルにまで次第に広がりを見せることとなった。

これまで述べてきたように、1980年代の教育改革時代、とりわけ第2次サッチャー内閣時代以降は、行政面における学校教育全体の改革と学術・教育界の理科教育刷新の試みが相俟って進められ、地学教育にも大きな改革が、次々と起こされていった。

II 学外試験制度と GCSE 試験

本論文では、サッチャー内閣時代の教育改革の大きな柱の一つである試験制度の改革について考察するが、イギリスの試験制度は、わが国の大学入学試験とはことなつた特色を持ち合わせているため、ここではまず、イギリスの学外試験(external examinations)制度についての概略を見ていくことにする。

1 GCSE 試験導入までの学外試験制度の概略

イギリスでは、13世紀に大学が設立されて以来、口頭で議論を行う試験が実施されてきた。18世紀になると、それに代わり、成績を与えるための筆記試験が始められるようになった。ケンブリッジ大学(University of Cambridge)は、18世紀の中ごろは数学の成績を見るために筆記試験を導入した。一方、オックスフォード大学(University of Oxford)も1800年には、独自の試験方法を定め、試験制度を発展させていった。19世紀中葉になると、筆記試験は個人の能力や優秀さを調べるにあたってその有用性が認められるようになり、急速に広がることとなった²⁸⁾。

同じ頃、グラマースクール(Grammar School)の教育の改善や大学入学者の門戸の解放などについて論議され始めた。これを受けてオックスフォード大学は、1858年に試験を開始することとなった。ケンブリッジ大学や他の大学も同様に試験を行うことになり、この試験は、「地方試験(Local Examination)」として定着していっ

た²⁹⁾ ³⁰⁾。この「地方試験」の広がりにともない、8つの大学に試験を運営するための委員会が設置された。試験は、教育水準の向上と幅広い教育課程をもたらす結果となったが、一方で、各々の試験委員会が独立して試験を行ったために、試験の運営や利用方法などに混乱をもたらす結果ともなった。こうした混乱を避けるために各試験委員会は協同して試験を行うことの必要性を認め、新しい学外試験制度の導入へと動き始めた³¹⁾。

政府は、1917年に中等学校試験審議会(Secondary School Examination Council)を設置し、中等学校修了資格を与えるための新しい2つのレベルの学外試験の導入を決定した。一つは、前期中等学校修了者を対象とした学校修了資格証書(School Certificate:以下SCと略記)試験で、他の一つは、後期中等学校修了者を対象とした上級学校修了資格証書(Higher School Certificate:以下HSCと略記)試験である。ここに、国家レベルでの試験制度の基礎ができたのである。やがてこのSC・HSC試験は、大学入学資格試験としての性格を持つ一方で、就職の際の重要な参考資料となり、就職試験としての性格も持つようになった。そして、中等学校もこの2つのレベルの試験に対応したカリキュラムを編成するようになり、この試験は、中等学校のカリキュラムを規定し、教育水準を維持する結果をもたらした³²⁾。

この試験も、中等学校のカリキュラムが高度に学問的になり、多くの生徒に適さなくなる結果となった。1947年に中等学校試験審議会は、1943年に報告された『中等学校におけるカリキュラムと試験(Curriculum and Examinations in Secondary Schools):通称ノーウッド報告書』の勧告³³⁾を受け、SC・HSC試験の代わりに、GCE試験の導入を決定した。このGCE試験は、1951年度から実施され、前期中等学校修了者を対象としたOレベル試験と、後期中等学校修了者を対象としたAレベル試験の2つのレベルに分けられた。

試験は、以下の8つの試験委員会により、運営・管理された。また、この試験委員会は、大学関係者や中等学校の教師を中心に構成された。

AEB: Associated Examining Board

JMB: Joint Matriculation Board

OCSEB: Oxford and Cambridge Schools Examination Board

SUJBSE: Southern Universities' Joint Board for School Examinations

UCLES: University of Cambridge Local Examinations Syndicate

ULSEB: University of London School Examinations

Board

UODLE: University of Oxford Delegacy of Local Examinations

WJEC: Welsh Joint Education Committee

これらのうち AEB を除く7つの試験委員会は、いくつかの大学と関連して設置されており、一般的で学術的な試験科目を設置していたが、AEB だけは関連した大学を持っておらず、一般的で学術的な試験科目以外にも工学、工業製図、商業などの科目を設置していた。

GCE 試験はその後発展していったが、その過程でさまざまな問題点を提議することとなった。とりわけ、GCE—O レベル試験は、能力が上位20%の生徒を対象としたものであるため、それ以下の生徒を対象とした試験の導入が求められることとなった。

政府はペロー委員会 (Beloe Committee) を組織し、新しい学外試験制度の検討を諮問した。政府はこの委員会の勧告を受けて、1962年に GCE—O レベル試験以下の生徒を対象とした CSE 試験の導入を決定した。

この試験は、GCE 試験とは異なり、試験を運営・管理する試験委員会は大学との関連を持たず、大半が中等学校の教師から構成されていた。また、GCE 試験が大学進学を希望する生徒の学術的な科目の学力を見ることをねらいとしているのに対し、CSE 試験は、就職を希望する生徒の実践的な知識や技能を見ることをねらいとしていた。また、試験様式も3つの様式がとられ、学校や教師の創意工夫が反映されるように措置がとられた。ちなみに、後の GCSE 試験では、この CSE 試験の様式が採用されている³⁴⁾。

このように、全国一律的な教育課程を持たないイギリスでは、中等学校修了時に資格を得るための学外試験が、中等学校における学習内容等に少なからず影響を及ぼしていた。このイギリスの学外試験制度において注目すべきことは、その試験はわが国の大学入学試験のように選抜試験ではなく、資格証書 (Certificate) を与えるための試験であること、さらに政府は試験実施に対して、例えば試験のための基準を作成するなど、直接的な関与はせず、各試験委員会の主体性を認めていたことであろう。また、GCE 試験や CSE 試験においては、累積加算制が導入されており、取得した資格証書は、次年度以降も有効であることも注目される。

しかしながら、GCE 試験と CSE 試験の2本立ての試験制度は次第に弊害をもたらす結果となり、サッチャー内閣時代にその改革が行われることとなった。

2 GCSE 試験の成立と特色

(1) GCSE 試験の成立経緯

1965年に GCE—O レベル試験に加えて CSE 試験が導入されることにより、前期中等教育の修了者に対する学外試験は二重の試験制度となった。しかし、1960年代後半から早くも、この二重の試験制度に対して、学校や教師、生徒の側からさまざまな問題が指摘され始めた。それは、開設科目数の多さや同一科目名の教授要目の多様さ、2つの試験に対処しなければならないことによる教育課程への重圧や過度の選択履修による教育課程の不均衡、進学を主目的とした GCE—O レベル試験の偏重などであった。一方、親や雇用者の側からは、これらの試験が資格試験としての性格を十分に発揮しておらず、2つの学外試験の成績に対する関係が不明確であるため生徒の成績の優劣が判断できない、などの不満が出されるようになった³⁵⁾³⁶⁾³⁷⁾。また、理科教育に関しても、受験の準備のため中等学校第3学年以降の理科諸科目の選択履修者が少ないという問題点が指摘されたり³⁸⁾、試験内容の精選とその現代化、実践的な内容の重視、能力に応じた複数の試験問題の開発、といった要望が出された³⁹⁾。さらに、試験だけでなく、教育課程全体にわたる教師による生徒の実践的な能力の評価の要求が高まっていた⁴⁰⁾。

1978年に、時の教育科学大臣であったウィリアムス (S. Williams) は、ワッデル委員会 (Waddel Committee) を組織し、単一の学外試験制度の実施にともなう問題を検討させた⁴¹⁾。1982年に政府は、『16+試験：政策声明 (Examinations at 16-plus: A statement of policy)』を公表し、「望ましい試験へ向かうための最初の段階として、教授要目と評価方法についての全国基準を完成する必要がある⁴²⁾と、全国基準の作成を表明した。この全国基準作成を目指して、各試験委員会合同の評議会が設置された。そして特定科目の基準設定について20科目の分科会が組織されその作業にあたった。理科に関しては、生物、化学、物理の分科会が設置されたが、地学に関する分科会は設置されなかった。

幾度かの協議、公聴会を経て1985年に、教育科学省は『GCSE：全国基準』を発表した。そして、この基準にしたがった第1回目の GCSE 試験が1988年に実施された。

なお、後期中等教育修了者を対象としていた GCE—A レベル試験は、そのまま継続・実施されている。

(2) 試験委員会と試験方法

これまでの学外試験は、イングランドおよびウェールズをいくつかの地域に分け、それぞれに設置された試験委員会が主体的に行ってきたが、GCSE 試験では、試験委員会は以下の5つのグループに統合された⁴³⁾。

LEAG : London and East Anglian Group

MEG : Midland Examining Group

NEA : Northern Examining Association

SEG : Southern Examining Group

WJEC : Welsh Joint Education Committee

試験は、次の3つの様式に従って行われる⁴⁴⁾。

〔様式1〕試験委員会によって教授要目が作成され、試験委員会によって試験が行われる。

〔様式2〕試験委員会によって認可された学校によって教授要目が作成され、試験委員会によって試験が行われる。

〔様式3〕試験委員会が認可した学校によって教授要目が作成され、その学校が試験を行うが、試験委員会の調整を受ける。

(3) GCSE 試験の特色

ここでは、GCSE 試験以前の試験に対して批判されていた事柄について、どのように改善されたかを検討し、その特色を明らかにする。

1985年、教育科学省は GCSE 試験のための全国基準を設けた。これに対して、いろいろな立場から、教育の中央集権化であり、生徒の選別につながるのと批判が出された。しかしながら、GCSE 試験は、すべての生徒が自分の知っていること、理解していること、できることを示す機会を与えることを目的としており、生徒の能力を積極的に評価するなどの点で、これらに対応していった。また、理科諸科目の試験用紙は共通問題用紙と難易度の異なった選択問題用紙から構成されており、自分の能力にあった問題が選択できることや、さらに、コース・ワーク (Course work) による評価を取り入れるなど、多様な評価方法を導入するなど試験方法にも積極的に取り組んでいる。このコース・ワークは、平常点としての意味をなすものであり、実際的な活動を通して教師によって評価が行われるため、より直接的に生徒の能力をとらえることができ、学習の動機付けや実際的な技能・能力を発展させる機会を提供するものと重視されている⁴⁵⁾⁴⁶⁾⁴⁷⁾。

III GCSE 試験と地学教育

1 GCSE 試験における地学関係諸科目の開設状況

次の表1は、1988年度の GCSE 試験様式1の地学関係諸科目の開設状況を示したものである⁴⁸⁾。

1988年度の GCSE 試験様式1では、科目「地質学 (Geology)」がすべての試験委員会で開設されているが、「地学 (Earth Science)」は、まったく開設されていない。また、「気象学」、「天文学」、「気象学/海洋学」は開設されているものの、それは一つの試験委員会の

表1 地学関係諸科目開設状況

試験委員会 \ 科目	LEAG	MEG	NEA	SEG	WJEC
天文学	○				
地質学	○	○	○	○	○
気象学	○				
気象学/海洋学				○	

みである。このような状況の中で、Stoke-on-Trent Sixth Form College (以下 SSFC と略記) は、1987年に MEG の認可を受けて初めて様式3における試験科目「地学 (Earth Science)」の教授要目を、試案的に作成した。なお、筆者が1990年11月に同校を訪れたとき、この教授要目による授業を2年間行ったけれども、現在は「地質学」に名称を変更している旨の説明を聞いた。しかしながら、この時期に、「地学」という名称の教授要目が作成され、実施されたのは、特筆に値する。

2 GCSE 試験における地学教育の特色

(1) 試験構成

表2 GCSE 試験試験構成⁴⁹⁾⁵⁰⁾⁵¹⁾⁵²⁾⁵³⁾⁵⁴⁾

試験委員会 \ 構成	筆記試験			コース・ワーク	等級
	理論	実技	選択		
LEAG	25 25	30 30	25 —	20 20	A—C C—G
MEG	50	30	※1	20	A, B C—G
NEA	27 45	30 30	18 —	25	A, B C—G
SEG	25 45	25 35	30 —	20 20	A, B C—G
WJEC	30	40	※2	30	A—D C—G
SSFC	40	25	※3	35	A, B C—G

(註) 数値は百分率。Gは最低水準。SSFCは、様式3「地学」教授要目を示す。
 ※1: 等級A, Bは選択問題が課されているが、配点比率は不明。
 ※2: 等級A—DとC—Gでは、理論試験のみ別試験用紙となっている。
 ※3: 等級A, BとC—Gでは理論試験のみ別試験用紙となっている。

このように、試験は筆記試験とコース・ワークに分けられる。前者はさらに、理論試験と地質図解釈や鉱物・岩石・化石の簡単な鑑定を含む実技(筆記形式)試験とがある。

次に、コース・ワークにおけるフィールド・ワークと野帳の配点比率を以下に示す⁵⁵⁾。

表3からわかるように、「地質学」のコース・ワークで

表3 コース・ワークにおける配点比率(%)

試験委員会	フィールド・ワーク	野帳
LEAG	50	50
MEG	※	90
NEA	※	50
SEG	※	10~40
WJEC	約77	15以上

※：フィールド・ワークと実験室での作業と組み合わせられて評価される。

は、フィールドワークがたいへん重視されており、また野帳もその評価対象となっている。

試験構成から評価方法の特徴は次のようにまとめられる。

- ・多面的にわたる評価を行う。
- ・野外科学としての特性が強い地学の性格を十分考慮した評価が行われる。
- ・単に生徒の知識・理解力のみを評価するのではなく、生徒の技能・能力も評価される。

(2) 目的および評価目標

下に示した教授要目「地質学」と「地学」の目的は、おおむね教育科学省の『GCSE：全国基準；理科』に従ったものである。それ以外にも地学に固有の概念、事柄に関する目的が複数の試験委員会で取り上げられている。

- ・地学（地質学）教育を通して市民のための教育経験の機会を提供する。
- ・地学（地質学）における概念、理論、原理並びに法則等の理解と、科目の特質についての基本的な認識を培う。
- ・実際の作業の技能と能力を伸長する。
- ・地学（地質学）と社会及び環境に対する相互の関係を認識させる。

なお、様式3「地学」では、地学の必要性について以下のようなことが述べられている。

「先進国の工業経済および文明は、さまざまな物質を、生産・加工する能力に関わっている。それ故、急速に発展している地学に関する知識と理解はますます必要となり、それへの関心も不可欠となっている。」⁵⁶⁾

次に、評価目標であるが、目的と同様におおむね全国基準に従ったものとなっている。ところが、全国基準や試験委員会発行の教授要目「地質学」、「地学」では、知識・理解と能力・技能に関するもののみ示されているだけで、態度に関する評価目標については示されていない。これは、態度に関する評価は、生徒についての情報

を一番得易い教師がコース・ワークにおいて行うものと考えられているからである。この評価目標では、抽象的な表現が避けられ、探究の過程や科学の方法の習得が重視されているが、これはイギリスの地学教育を見るとき忘れてはならないところである。

(3) 学習内容

様式1「地質学」の内容は、地球の構造、地球の歴史や地質環境に対する人間の利用など、地球特に固体地球に関するあらゆる分野が網羅されている。

その中でも特に、1960年代後半から1970年代後半にかけて GCE 試験や CSE 試験の受験者数の増加をもたらした要因とみなされている2つの事柄（プレート・テクトニクス、北海油田）についてみると、海洋底拡大説やプレート・テクトニクス説は、すべての教授要目において扱われている。また、北海油田を代表とする資源を扱う分野に関してもすべての教授要目で扱われている。例えば WJEC では、全授業時間数の20.3%をこの分野に割り当てており⁵⁷⁾、この分野が重視されていることが窺える。

一方、様式3「地学」の内容は、以下のようにになっている⁵⁸⁾。

単元1	惑星としての地球 (17)
単元2	絶えず変動する地球 (5)
単元3	地球を構成する物質 (32)
単元4	地球の資源—利用と問題点 (5)
単元5	地殻の構造の地図化 (4)
括弧内は、実際の作業の課題数を示す	

この単元構成の特徴は、広大な空間である宇宙全体の中における惑星としての地球の位置を把握することから始まり、人類の活動の場である地球を動的にとらえ、さらにその地球を構成する物質の特徴の把握へ、と巨視的な視点から順に微視的な視点で地球を認識できるように構成されている点である。

一般に地学では、空間概念および時間概念が重視され、地学の基本概念の大きな柱とされている。様式1「地質学」が進化や地球の歴史を視点とする時間概念を重視し、地層の連続性という視点で空間概念をとらえているのに対し、様式3「地学」では同様な視点で時間概念をとらえ、加えて上述のように巨視的な視点から微視的な視点へと連続的に、かつより広汎な視点にたつて空間概念をとらえることを重視した内容となっている。

また、「単元2：絶えず変化する地球」では、プレート・テクトニクスが中心に扱われ、「項目：プレート・テクトニクスと人間」に見られるように、プレート・テクトニクスの理論だけではなく、人間生活との関わりをも扱っている。さらに、「単元4：地球の資源」では、

単に資源の利用に関する内容のみではなく、さらに資源管理にまで言及し、資源が地学の研究ばかりではなく人間生活ひいては経済、環境に深く関わっていることを認識させ、個人の意志決定に役立てようと考えられている。

このように、様式3「地学」では、単に地学の概念、原理並びに法則等を学習するのではなく、それを人間生活と結びつけているところが注目される。

(4) 教育方法

理科教育において観察・実験など生徒の自己活動の重要性は常に強調されることである。特に自然の事物・現象を主たる対象とする地学教育においては、これは必要不可欠な要素となる。

一般にイギリスの学校教育においては、フィールド・ワークは「すべての段階で地質学習に不可欠な構成要素」⁵⁹⁾とされ、「生徒が地質調査を自分自身でできるようにすること」⁶⁰⁾が目標とされている。そのため、GCSE試験においても各試験委員会はこのフィールド・ワークを必修とし、LEAG, MEG, NEA, SSFC では最低3日間、SEG は最低15時間、WJEC では24時間(室内実験と併せて)がそれに当てられており、その結果はコース・ワークの一部として評価さたる仕組みとなっている。その中で、SSFC では3日間のうち1日を、社会問題や環境問題に関連した内容の取り扱いに当てられているが、これは注目されなければならないであろう。

様式1「地質学」では、フィールド・ワーク以外の実際の作業は鉱物・岩石・化石の性質、分類、同定に関する実験や堆積モデルを使った実験、地質図作業(作図と解釈)が行われることになっているが、それはあくまでもフィールド・ワークを念頭においたものである。それに対して、様式3「地学」ではこれと同じ内容の実際の作業が必修として課せられているだけでなく、さらに、地球の概観、惑星としての地球を把握するために科学的取り扱いの実験や野外観察・観測等の結果のデータ処理(コンピュータ処理も含む)といった実験室で行う実際の作業も必修として課せられている。

このように、イギリスの地学教育においては、実際の作業がことさら重視され、それが学習の基礎・基本に据えられているのであるが、これは、科学的能力・態度の育成、科学の方法の習得にあたって実際の作業が不可欠な要素と考えられているからである。

3 具体的事例

これまで、各試験委員会が発行した教授要目を中心に、GCSE試験における地学教育について考察してきたが、ここでは、地学(地質学)教育の実際を理解するために、イギリスの中等学校での具体的事例を見ていくこ

とにする。

(1) カリキュラム構成の特色⁶¹⁾

カリキュラム構成の特色として、NEA 試験委員会管轄下の Ashton Sixth Form College(後期中等学校レベル)の1か年課程用「地質学」の授業を例にとって見てみよう。

授業は、NEA 発行の教授要目の基準に基づいて行われるが、学習項目は、この学校の方針、つまり教師の方針に従って順序が決められる。

全39週のうち、第35週から第39週までが、GCSE試験となっている。第1週では、地質学への入門と題した授業で、議論、一般的な常識に関する作業が行われる。その後は、鉱物学、地殻変動、地質図作業、火成作用と火成岩、時間と地質学、堆積作用と堆積岩、化石、変成作用と変成岩、環境、経済地質学といった項目の学習がなされる。こうした学習のほかに、各学期(Term)終了後には、報告書の作成、ワークシート作業、議論等が行われ、次週には必ずそのフォロー・アップが行われるように工夫されており、GCSE 模擬試験、GCSE 試験のための準備期間が2週間用意されている。

この1年間の中に、教師によるコース・ワークの評価が行われる。まず、第25週では、ダービー州におけるフィールド・ワークの評価をする授業が、第28週には、マンチェスターの建築物の素材を認識させて評価する授業が設定されている。なお、第24週には、フィールド・ワークの技能・テクニックのための事前授業が行われる。

この学校の年間スケジュールで最も注目されるのは、実際の作業(Practical Work)の多さである。ほとんどの授業で、なんらかの実際の作業が課されている。それは、鉱物、岩石、化石の同定、鑑定のための実験、堆積実験、地質図学のための作業、フィールド・ワークに関する実習等、幅広い内容となっている。

なお、この学校はGCE-A レベル試験の「地質学」が開設されており、GCSE 試験用の授業よりもより詳細な学習が行われているが、GCSE 試験用の授業と同様に実際の作業が数多く行われている。また、コンピュータを利用した学習も行われている。

(2) 探究活動の重視

Stoke-on-Trent Sixth Form College の1か年課程用の授業の場合についてのべると、Ashton Sixth Form College と同様に実際の作業が重視されている。学習にあたっては、教師は最初に作業の概略と安全面について述べるのみで、実験中は助言者の役割をするだけである。生徒は、参考図書を用いて、自分で実験計画を立て、安全面に注意を払いながら、探究的な実験を行い、

得られた結論をまとめていく。つまり、教科書を中心とした講義ではなく、探究的実験を中心とした学習が徹底して行われている。

(3) コース・ワークの評価方法⁶²⁾

次に、コース・ワークにおけるフィールド・ワークの評価方法の具体例を述べてみたい。以下の事例は、1987年10月に実際行われたものを、1990年度の地学教師協会年会のプログラムの GCSE 試験のためのフィールド・エクササイズにおいて再現されたものである。場所は、オックスフォードの北部、Woodeaton 採石場である。

このフィールド・ワークでは、9項目の作業が行われた。

- | | |
|------|--|
| 第1項目 | 略地図上で Loc. AからFの位置を確認する。 |
| 第2項目 | コンパスを用いて北の位置を確認し、略地図上に記入する。 |
| 第3項目 | 採石場の第一印象を詳細に記述する。 |
| 第4項目 | Loc. A (崖) のスケッチを行う。その際地層面、地層の数、摂理面等を詳細に記入する。 |
| 第5項目 | Loc. B (崖) の地層の厚さを、目測と実測の両方を測る。次に、この Loc. B の崖では、なぜ走向が計測しにくいかを答える。 |
| 第6項目 | Loc. C の地層面の走向を計測する演示を見て、それについて議論した後、質問に答え、実際に測定をする。また、もっとも新しい地層はどれかを答え、適切な方法で2種類の地層から岩石資料を採集する。 |
| 第7項目 | Loc. D のスケッチと仮説テスト。その際スケッチの方向とスケールを記入する。仮説「灰色の地層は、北方向へ連続している」は、正しいかどうか証拠を集める。 |
| 第8項目 | Loc. E は、AからHの地層からなっている。各地層を構成する岩石(リストにして生徒に配布されている)の同定。C, D, Fの地層の厚さを測る。 |
| 第9項目 | 化石の収集。学校での実験で用いるために、適切な方法で化石を収集、保存する。 |
| その他 | 採石場の経済地質学、採石場の環境面。 |

以上のようなフィールド・ワークの後、学校においては、このフィールド・ワークに関する授業が行われ、その後1週間以内に報告書の提出が義務づけられていた。さらに、このフィールド・ワークで採集した化石のクリーニング、石灰岩の特徴を調べる実験等の室内実験が行われるようになっていた。

このように、GCSE 試験における「地質学」の授業では、フィールド・ワークが必修として課され、終了後はそれについてのフォロー・アップも必ず行われる仕組みになっている。もちろん、これらは GCSE 試験のコース・ワークとして評価される。

以上の具体的事例からも明らかのように、イギリスの

中等学校の地質学の授業は、知識の伝達に重点が置かれているのではなく、技能・能力の育成に重点が置かれている。そのため、生徒による探究活動を重視した実際の作業が徹底して行われる。そして、その中でもフィールド・ワークは必修として課せられており、非常に重視されている。加えて、そのフィールド・ワーク後のフォロー・アップも必ず行われ、生徒の理解を増進するように図られている。

イギリスにおいて近代的地質学が確立されたとき、その背景には、産業革命による石炭を中心とした資源採掘や、その運搬に必要な運河の整備によって大規模な露頭観察が可能であったことがあげられている。つまり、近代的地質学は、野外や実験室での観察・実験によって得られた事実に基づいて構築されていった。このような近代的地質学の発展を支えた地質学研究のあり方、つまり、フィールド・ワークは、現在の地学教育の最も重要なものとして位置づけられているのである。

4 総合理科における地学的内容

表4は、キング(C. King)が1988年度版 GCSE 試験用総合理科諸科目の教授要目における地学的内容を分析したものである⁶³⁾。

表4 総合理科における地学的内容

試験委員会と総合理科諸科目	含有率
LEAG : Science	1%
SEG : Science	4%
SEG : Integrated Science	5%
NEA : Science (Dual Award)	6%
LEAG : Integrated Science(App. & Pri.)	9%
LEAG : Science (Syllabus N)	Single 14%
	Dual 15%
MEG : Science Syllabuses	Single 13%
	Dual 11%
WJEC : GCSE Science	Single 1%
	Dual 4%
LEAG : Science (Syllabus M)	Single 18%
	Dual 9%
NEA : Science (Modular)	Single 22%
	Dual 10%

表には示さなかったが彼の分析によると、地学の学習内容は、鉱物、岩石、古生物を含む地質分野が中心で、天文、気象、海洋分野はそれに比べて含まれる率が低くなっているが、エネルギーを含む資源分野が多くの教授要目で扱われていることは注目されなければならない。なお、上表の総合理科において地質、天文、気象、海洋、資源分野すべてが網羅されているのは、LEAG「理科(教授要目N)」だけである。

次に、なぜ地学的内容が総合理科においてこのような扱いとなっているのかを検討してみたい。

まず、地学的内容が全体の10%以下の場合についてであるが、これらの教授要目では、物理、化学、生物が中

心に扱われている。例えば、WJEC「GCSE 理科」は、物理、化学、生物のモジュールからのみ構成されているし、また、LEAG「理科」では、「この教授要目は、生物、化学、物理の主要な領域の学習に対する基礎を提供する」⁶⁴⁾と記されているように、地学の独自性については認識されていない。

次に、地学的内容が全体の20%以下の場合について見ると、例えば、LEAG「理科(教授要目M)」では、「教授要目の基本となるのは、個人的そして日常的に必要とされることや、生徒の経験そして興味に関する科学である」⁶⁵⁾とされている。つまり、生活の科学という視点で理科がとらえられているのである。そのため、その中の地学的内容は、生活との関わりや環境との関わりをもった内容が中心となっている。

以上のように、総合理科における地学的内容の扱いは、生物、化学、物理の学究的色彩を強調した場合は、全体の10%以下であるが、生活の科学という視点でみた理科では、地学的内容がより多く扱われ、それは生活との関わりや自然環境やエネルギーを含む資源に関する分野の内容が中心となる傾向が強い。

おわりに

1980年代の教育改革において、地学教育もまた転換期を迎えることとなった。

本論文では、教育改革の大きな柱の一つである GCSE 試験に着目し、イギリスの学校における具体的事例を加味しながら、地学教育の特色を考察した。

GCSE 試験からみたイギリスの地学教育の特色は、地球をわれわれ人類の生活している惑星としてとらえ、そこでの自然の事物・現象を理解する総合的な科学に関する教科の教育であり、決して単に地球に関する専門の諸科学を総合したものではないという点から地学教育を考えていることである。そして、その目的・評価目標に合致した教育を行うための教材を選定し、生徒自らが直接自然に接することを通してそれを学習していくこと、つまり実際の作業を学習の核に位置づけているところにその大きな特色を見いだすことができるように思われる。

しかしながら、この GCSE 試験も、全国共通カリキュラムとのかねあひから早くもそのあり方が問われようとしている。

(以下、その2：全国共通カリキュラムに続く)

謝 辞

本論文を書くにあたり、キール大学上級講師ディビット・トンプソン氏には、イギリス滞在中公私にわたりご

指導をいただいた。また、キール大学研究開発部長フィリップ・ボードン (Philip K. Boden) 氏、バース大学教授ジェフト・トンプソン (Jeff J. Thompson) 氏、オックスフォード大学講師テリー・オールソップ (Terry Allsop) 氏には貴重な文献を供与していただいた。さらに、Ashton Sixth Form College, City of Stoke-on-Trent Sixth Form College の地質学科の先生には快く授業参観を認めていただいた。広島大学教育学部寺川智祐教授には、イギリス理科教育史に関して有益なる示唆をいただいた。ここに記して、これらの方々には深く感謝致したい。

なお、本研究の一部に、財団法人日本科学協会平成2年度笹川科学研究奨励助成金を用いたことも記して謝意を表したい。

註及び文献

- 1) A. Hartnett and M. Naish, "The sleep of reason breeds monster: the birth of a statutory curriculum in England and Wales", *Journal of Curriculum Studies*, 1990, Vol. 22, No. 1, pp. 1-16.
- 2) Department of Education and Science and the Welsh Office (DES/WO), "The School Curriculum", Her Majesty's Stationery Office (HMSO), London, 1981.
- 3) DES/WO, "Science Education in Schools: a consultative document", HMSO, London, 1982.
- 4) DES/WO, "Science 5-16: A statement of policy", HMSO, London, 1985.
- 5) The Association of Teachers of Geology, "HMI Report on state of education system", *GEOLOGY teaching*, Vol. 6, No. 1 1981, pp. 2-3.
- 6) ブライアン・サイモン, 堀尾輝久, 『現代の教育改革—イギリスと日本—』, エイデル研究所, 東京, 1987, p. 151.
- 7) 同上書, p. 152.
- 8) 上掲書, 4), p. 12, para. 37.
- 9) 同上書, pp. 12-13, para. 39.
- 10) DES/WO, "GCSE: The National Criteria; General Criteria", HMSO, London, 1985.
- 11) DES/WO, "GCSE: The National Criteria; Science" HMSO, London, 1985, pp. 19-22.
- 12) DES/WO, "The National Curriculum 5~16: a consultation document", DES/WO, 1987.
- 13) *The Times Educational Supplement*, 16 October 1987, p. 12.

- 14) K. Baker, "Science and the National Curriculum in England and Wales", *Physics Education*, Vol. 24, No. 3, 1989, p. 117.
- 15) 同上書
- 16) DES, "Education Reform Act 1988", HMSO, London, 1989.
- 17) 各単元は、Teacher sheet と Student sheet から構成されており、単元によっては、Data sheet が加えられている。もともと、この教材は、地質学教師協会（現、地学教師協会）を中心に作成されていたが、地質学者協会（Geologists' Association）、環境保全審議会（Natural Conservancy Council）の推薦、協賛を得ている。
- 18) D.B. Thompson, 私信による, 1990.
これは、トンプソン氏が個人的にまとめられた資料の一部（同封物E）で、未公開のものである。1988年3月8日（火曜日）に英国学士院において、地質学教師協会と英国学士院の共同で開催された“Project Earth”の配布資料である。
- 19) The Royal Society, "Science Education 11-18 in England and Wales : The Report of a Study Group", The Royal Society, London, 1982, p. 71.
- 20) 同上書, p. 35.
- 21) The Royal Society, "A proposal of reduced content for a coordinated science curriculum to age 16: A working paper prepared by the Royal Society's Education Committee and sanctioned by the Council of the Royal Society", The Royal Society, London, 1986.
- 22) 同上書, pp. 34-35.
- 23) 同上書, Appendixes A and B.
- 24) The Royal Society, "A reduced-content 16+ syllabus in solid-Earth sciences : A working paper of the Solid-Earth Sciences Education Committee of the Royal Society, Geological Society of London, the Institution of Geologists, and the Institution of Mining and Metallurgy", The Royal Society, London, 1986, p. 4.
- 25) Secondary Science Curriculum Review, "Better Science: Key proposals", Heinemann Educational Books, London, 1987, p. 4.
- 26) Secondary Science Curriculum Review, "Better Science: Choosing content", Heinemann Educational Books, London, 1987, p. 4.
- 27) M. Fry and C. King, "Earth Science Curriculum Initiative- a partial survey", *Geology Teaching*, Vol. 13, No. 4, 1988, pp. 175-177.
- 28) R. D' Aeth, "The influence on schools of examinations selecting students for admission to universities in England and Wales", 早稲田教育評論, 第1巻第1号, 1987, p. 126.
- 29) 同上書, pp. 126-127.
- 30) W. H. Brock, "School Science Examinations : Sacrifice or Stimulus?", MacLeod edited, "Days of Judgement", Nafferton Books, Humberside, 1982, p. 172.
オックスフォード大学の場合、地方試験のために常任委員会が設置され、全国11地区で開催された。「下級」試験の場合は15歳以下で、最初に、読み方、書き方、文法、作文、算数、地理、歴史の予備試験に合格しなければならない。本試験では、宗教、ラテン語、ギリシア語、フランス語、ドイツ語、数学、力学、化学の8教科から2教科を選択する。また、音楽、図画も課された。「上級」試験は18歳以下で、下級試験と同一教科の予備試験に合格した後、①宗教、②イギリスの文法、法、歴史、地理、③ラテン語、ギリシア語、フランス語、ドイツ語、④数学、力学、流体静力学、⑤実験物理、化学、生理学、地質学、以上の5群から2群を選択し、各群の1教科に合格すればよい。これらの試験は通常9日間行われる。
トーマス・ヒル・グリーン著、松井一麿他訳、『イギリス教育制度論』、御茶の水書房、東京、1983、p.151
- 31) K. Evan, "The Development and Structure of the English School System", Hodder and Stoughton, London, 1985, pp. 148-149.
- 32) P. Gosden, "The Education System since 1944", Martin Robertson and Company Ltd., Oxford, 1983, p. 55.
- 33) Board of Education, "Curriculum and Examinations in Secondary Schools: Report of the Committee of the Secondary School Examinations Council Appointed by the President of the Board of Education in 1941", HMSO, London, 1943.
例えば、生徒は科目群ごとに受験するのではなく、1科目ごとの受験ができるようにすべきこと。
- 34) K. Selkirk, "Assessment at 16", Routledge, London, 1988, pp. 13-15.
- 35) W. Roy, "The New Examination System-GCSE", Croom Helm Ltd., London, 1986, pp. 6-10.

- 36) 上掲書, 34), pp. 16-20.
- 37) DES/WO, "The educational system of England and Wales", DES/WO, 1985, p. 32.
- 38) DES, "Aspects of secondary education in schools: A survey by HM Inspectors of schools", HMSO, London, 1979, pp. 164-174.
- 39) 上掲書, 3), pp. 3-7.
- 40) P. Biggs, "16+ Practical Assessment, Education in Science", No. 97, 1982, p. 43
- 41) M. Kingdon and G. Stobart, "GCSE Examined", The Falmer Press, London, 1988, pp. 40-41.
- 42) DES/WO, "Examinations at 16-plus: A statement of policy", HMSO, London, 1982, p. 1.
- 43) 上掲書, 10), pp. 15-16.
- 44) 同上書, p. 23.
- 45) A. Matton, "GCSE: A Parent's Guide", Norhcote House, Plymouth, 1988, pp. 37-46.
- 46) Secondary Examinations Council in Collaboration with the Open University, "Science: GCSE; A Guide for Teachers", The Open University Press, Milton Keynes, 1986, pp. 52-78.
- 47) Di Bentley, "GCSE coursework: Science; A Teachers' guide to organization and assessment", Macmillan Education, London, 1989.
- 48) The Universities Central Council on Admissions(UCCA), "Examination and grades: Notes for University selections 1988-9", UCCA, 1988, pp. 19-22.
- 49) London and East Anglian Group for GCSE (LEAG), "GEOLOGY GCSE Examination 1988", LEAG, 1986, pp. 1-13.
- 50) Midland Examining Group (MEG), "geology GCSE Examination Syllabuses 1988", MEG, 1986, pp. 1-14.
- 51) Northern Examining Association(NEA), "GC SE GEOLOGY Syllabus for the 1988 Examination", NEA, 1986, pp. 1-14.
- 52) Southern Examining Group(SEG), "GEOLOGY June 1988", SEG, 1986, pp. 1-19.
- 53) Welsh Joint Education Committee(WJEC), "GEOLOGY", WJEC, 1986, pp. 9-25.
- 54) City of Stoke-on-Trent Sixth Form College (SSFC), "Draft Syllabus Mode 3 for GCSE (M) Certification in Earth Science", SSFC, Stoke-on-Trent, 1987, pp. 1-23.
- 55) B. Groves "Fieldwork and its assessment in GCSE geology", Geology Teaching, Vol. 13, No. 4, 1988, p. 172, Table 1, より一部抜粋。
- 56) 上掲書, 54), p. 1.
- 57) 上掲書, 53)。
- 58) 上掲書, 54), contents.
- 59) Schools Council Geology Curriculum Review Group, "Schools Council Working Paper 58: Geology in the school curriculum", Evans/Methuen Educational, London, 1977, p. 62.
- 60) 同上書。
- 61) Ashton Sixth Form College GEOLOGY Department Scheme of Work and Year Plan 1990-91. G. C. S. E. Geology より抜粋。
- 62) Woodeaton Fieldtrip October 1987: Information for Staff and Accompanying Parents, pp. 1-5 and Geology Workbook, pp. 1-18.
- 63) C. King, "A comparison of GCSE Science syllabuses for their Earth Science content", GEOLOGY teaching, Vol. 11, No. 2, 1986, pp. 54-55.
- 64) LEAG, "GCSE Regulation and Syllabuses part 1", LEAG, 1986, p. 393.
- 65) 同上書, p. 443.

磯崎哲夫：イギリスにおける地学教育成立過程に関する研究(IV)—教育改革時代(その1)：GCSE 試験—地学教育 45巻, 3号, 99~112, 1992.

〔キーワード〕 イギリス, 教育改革時代, GCSE 試験, 地学教育

〔要 旨〕 1980年代のサッチャー保守党内閣による教育改革における地学教育について, 行政レベルと学術・教育界の動向を明らかにした。

また, GCSE 試験における地学教育の特色について考察をした。その結果, 学習においては, フィールド・ワークを含む実際の作業が, 大変重視されていることが明かとなった。

Tetsuo ISOZAKI: A study of the developmental processes of Earth Science Education in the United Kingdom (IV): The Education Reform Era since 1980 (part 1); *Earth Science Education in the GCSE Examination; *Educator Earth Sci.*, 45 (3) 99~112, 1992.*

〔Keywords〕 The United Kingdom, Education Reform Era, GCSE Examination, Earth Science Education

〔Summary〕 In this paper, the author firstly described the outline of the new trends of U.K. 's Earth Science(s) or Geology Education since 1980. Secondly, it considered how Earth Science(s) or Geology Education is being treated in the General Certificate of Secondary Education (GCSE) examination system which is closely related to secondary school curriculum. Finally, it also clarified its actual condition and nature of the said system.

The author made the conclusion that the practical work activities, which includes the utilization of field work and laboratory experimentation, can be considered as the core of Earth Science(s) or Geology Education in the United Kingdom.

最近の山梨県内で発生した山地災害の特徴とその防災について*

西宮克彦**

1 はじめに

地学教育においては、現在既成学問である地形学、地質学、鉱物・岩石学、古生物学、地史学、地球物理学、地球化学、気象学、天文学、土木工学などにより、児童・生徒・学生・社会人の発達段階に応じて、災害発生原因や現象の解明、さらにはその対策をも併せて総合的に考察することのできる思考力を養成していく責任が我々に課せられている。即ち、21世紀に向かって人類が生活する為には、環境変化の激しい地球の保全・改善にできる限り努力し、また、必要な資源の適正な開発などを実施しつつ、生態系(他の生物)と如何にすれば調和よく共存共栄がはかれるのかの理想と哲学とを樹立して行動

していかねばならない時代であると言える。

さて、地震・台風・豪雨・火山噴火などの特異な自然現象、または火事などの人為ミスによって発生する社会生活における人間の生命・財産の損失を一般的に「災害」というが、それには河川災害、海岸災害、都市災害、地盤災害、農地災害、山地災害などがある。

ここでは山梨県内で発生した山崩れ、地べすり、土石流などの山地災害について考察してみたい。

(20万分の1「山梨県防災地質図」を参照されたい)

山梨県は本州中央高地の南東部に位置し、県総面積は4,464km²、四周高山に囲まれ、その77%ほどが山岳地である。複雑な地質条件(図一1)と急峻な山容は古代から幾回となく山地災害を発生させてきた。今回は、過去32年前からの災害例とそれに伴った人的被害をたどってみる。

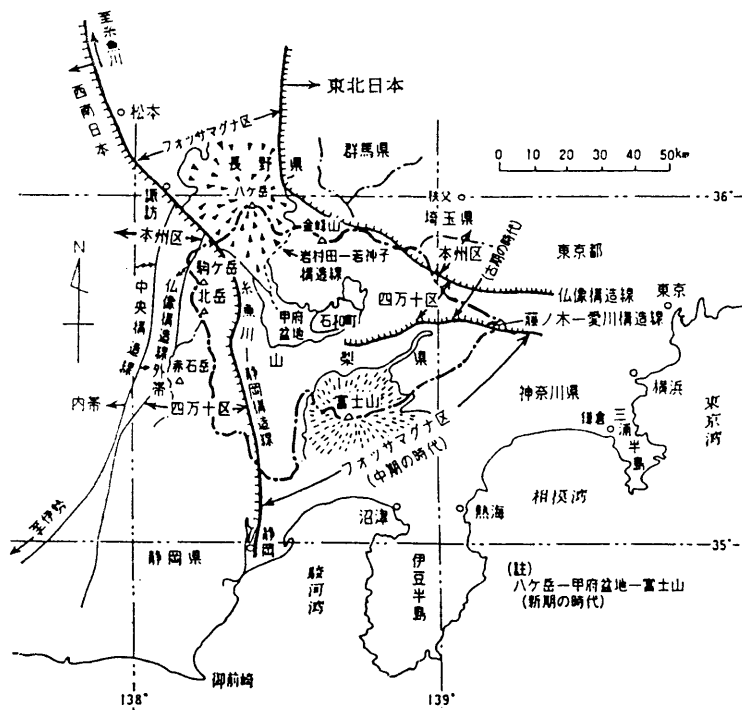
なお、以下に示す災害例のうち、②以降は演者が調査して事故解析・研究を行った事例で、このうち最近の事例については、「4. 最近の地べすり例」の項で詳細に検討する。

① 昭和34年8月12日~14日の7号台風と同年9月24日~27日の15号台風による災害

大武川・小武川の上流域をはじめ、随所に山崩れや土石流が発生。建設省甲府工事事務所や34年災害土木災害記録集によれば、死者32名、負傷者144名、行方不明者74名。全壊・半壊・流出家屋は2,766戸。山地崩壊・田畑被害は約6,500haに達し、河川・砂防設備・道路・林道・公共施設等にも大被害を及ぼした。

② 昭和41年9月25日の26号台風による災害

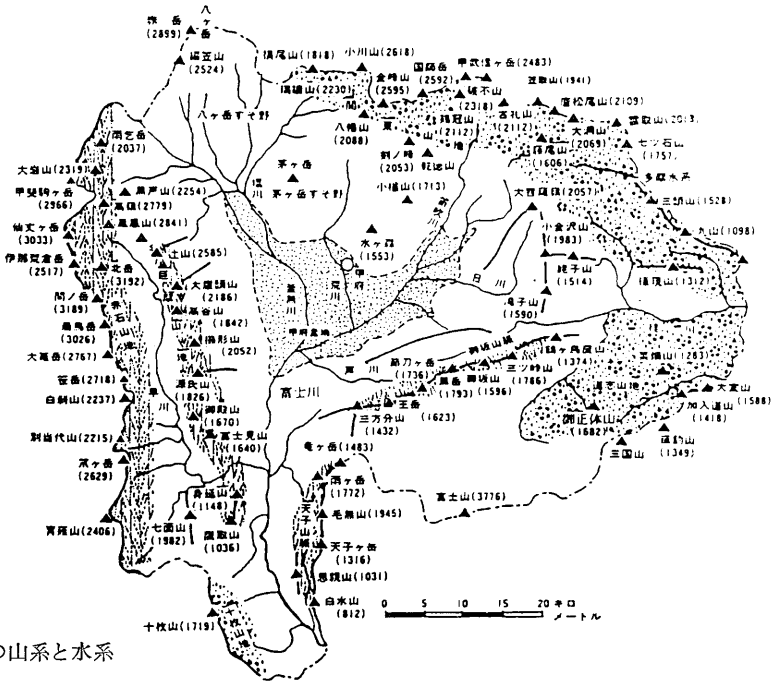
集中豪雨と強風のため、御



図一1 山梨県の地質区と主な地質構造線

*平成4年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第45回全国大会における記念講演である。

**山梨大学教育学部 1991年10月25日受付 11月8日受理



図一 山梨県の山系と水系

坂山地東南部一帯では山崩れ、山津波、鉄砲水等による被害が続出し、県内での死傷者は244名（県警本部発表）と多く、特に南都留郡足和田村の西湖・根場両集落では死者83名、行方不明者93名を出し、一村としては県災害史上最大の被害を被った。

- ③ 昭和45年、須玉町比志の地べすり災害
地べすりにより、4名が死亡する事故となった。
- ④ 昭和47年、牧丘町の真砂土崩壊事故
牧丘町の珪石鉱山坑内の真砂土が崩壊し、4名が死亡する事故となった。
- ⑤ 昭和49年、昇仙峡の落石事故
甲府市の昇仙峡で落石事故があり、1名が死亡した。
- ⑥ 昭和49年、野呂川林道の地べすり事故
芦安村野呂川林道に地べすりが発生し、ミネバりが倒木して1名が死亡した。
- ⑦ 昭和50年、早川町の落石事故
早川町宮坂地内で落石事故があり、1名が死亡した。
- ⑧ 昭和51年、泉水谷林道の地べすり事故
塩山市泉水谷林道に地べすりが発生し、2名が死亡する事故となった。
- ⑨ 昭和52年、道路改良工事現場で発生した地べすり災害
大月市七保町林97番地先市道奈良子1号線道路改良

工事現場で地べすりが発生し、5名が死亡する災害となった。

- ⑩ 昭和53年、三ツ峠の落石事故
南都留郡西桂町三ツ峠屏風岩一般ルート登山道・ロッククライミング練習場のクロアール地点で落石事故があり、1名が死亡した。
- ⑪ 昭和57年、中央自動車道法面の円弧地べすり災害
上野原町鶴川字奥大和田1,394番地、中央自動車道の法面で大規模な円弧地べすりが発生し、1名が死亡。中央自動車道が全面通行止めになるほどの大きな災害となった。
- ⑫ 昭和58年、道路改良工事現場で発生した斜面崩壊事故
南巨摩郡富沢町福土字池の山道路改良工事現場で斜面崩壊が発生し、2名が死亡する事故となった。
- ⑬ 昭和59年、西川一新倉林道の斜面崩壊事故
南都留郡河口湖町東側の西川一新倉林道で斜面崩壊が発生し、1名が死亡する事故となった。
- ⑭ 昭和59年、治山工事現場の地べすり事故
甲府市御岳町長沢の治山工事山腹法面で地べすりが発生し、1名が死亡する事故となった。
- ⑮ 昭和60年、採石場の地べすり事故
中巨摩郡白根町大字駒場字東山304番地の採石場法面で大規模な地べすり事故が発生し、4名が死亡した。

⑯ 昭和62年, 震引き現象による斜面崩壊事故

南巨摩郡早川町大字湯島字慶雲橋脚根固帯工法面で震引き現象による斜面崩壊事故が発生し, 1名が死亡した。

⑰ 平成元年, ダム工事現場の地べすり事故

南巨摩郡富沢町万沢字白鳥山6,598番地大沢川砂防ダム建設工事現場山腹法面で地べすり事故が発生し, 1名が死亡した。

これら災害の発生要因は極めて多岐にわたっているのと同様には論じ得ないが, 41年の26号台風被害以降の災害については, 広義の地べすりによる災害が目立つので, 以下に地べすりを主体に検討してみる。

2 地すべりの分布状況

平成3年3月31日までに地べすりを起こしたと推定できる場所を建設省および山梨県土木部・林務部・農務部警察本部などの資料を参考にして, 県下の地域別地べすりの分布面積を算出すると表一1の如くである。

表一1 地域別地すべり分布面積表

地域	面積 (ha)
西八代郡	約 750 ha
南巨摩郡	約 433 ha
北都留郡	約 95 ha
大月市	約 82 ha
南都留郡	約 26 ha
甲府市・その他	約 15 ha
計	約 1,401 ha

3 地形・地質と地すべりとの関連

地べすり発生地域の地形は, 主として丘陵地および山岳地形を呈しているが, なかでも富士川流域に沿った丘陵地と山岳地に地べすりが最も多く, 次に鶴川流域の丘陵地または山岳地と, 桂川流域に沿った丘陵地の斜面崩壊が目立つ。

富士川流域の丘陵地における地質は, 主として富士川層群および御坂層群から構成されており, 岩相は前者が泥岩・砂岩・礫岩の有律互層をなすことが多く, 後者は玄武岩や安山岩などの溶岩および火砕岩などからなることが一般的であり, それらの岩石の一部は変質を受けている。

これに対し, 山岳地の地形は高峻であり, 岩相は主として四万十統の千枚岩・粘板岩や砂岩である。

地質構造は山岳地・丘陵地ともに極めて複雑である

が, 概説すると富士川の西側では, 糸魚川—静岡構造線をはじめとする南北方向の断層と褶曲構造が卓越するのに対し, 東側では東北東から西南西の一般走向をもつ褶曲・断層系が普遍的である。

この地域に降雨が継続し, その後に豪雨があった場合, 惹起される地べすりにはこれらの断層などに起因する深層地べすりが多い。逆に異常降雨がなく, しかも未風化のように見える碎屑岩類でも, 節理の発達やスレーキング等による現象で円弧すべりを発生させるが, この場合には小崩壊型の表層地べすりが多く見られる。

次に, 鶴川流域を中心とする北都留郡一帯の地形は, 地質構造と差別侵食とに支配されて形成された構造地形の特色をもっている。岩相は, 四万十統の主として粘板岩や砂岩などであり, ときに節理が発達している場所もある。

鶴川には, ほぼ川に沿って鶴川大破砕帯が存在し, 破砕帯の幅は広いところでは100m前後の断層粘土をもち, 台風はじめ梅雨期等にはこれらの断層粘土がすべり面となるような深層地べすりが発生し易い。

初狩地区は桂川谷と御坂山地との境に位置し, 藤野木—愛川構造線を切る断層が新第三系内に延び, そのうえ小仏層群が新第三系に突っ込んでいる。真木地区では小仏層群と岩殿山礫岩層とが一部サンドイッチ様構造をなし, 藤野木—愛川構造線の衝上面の走向は北東—南西, 北東 30° ~ 45° と低角度である。また両地区の小仏層群の粘板岩・千枚岩・砂岩等は幅約50mにわたって破碎されており, 10m前後の断層粘土をもっている。この断層粘土がすべり面となるような深層地べすりが多い。

なお, 本地域における新第三系の泥岩・シルト岩・凝灰岩等は, 富士川流域と同様, 節理の発達やスレーキング現象が顕著であり, 特に, 人為施行法面で崩壊型の表層地すべりが多くみられるので, 掘削後はなるべく早急に防護工を施工することが必要である。

一方, 甲府市など花崗岩類の分布する地域で真砂土化が進行している場所では, 崩壊の発生する危険勾配は, ほぼ 30° ~ 45° の範囲内にあることが多い。

真砂土は本来砂質土であって, 剪断強度の大部分が摩擦力によって担われているにも拘らず, 崩壊を左右するのは僅かに存在する粘着力成分であり, 降雨の浸透によって, この成分が急激に減少するのが, 崩壊の直接的な原因と考えられる。

4 最近の地すべり例

地べすり研究の手法としては,

- 1) 山地斜面発達過程中での判断

2) 詳細な地層の構成とその方向性の把握

3) 地質構造の解明

などを基本とし、その上で、

4) 土質工学や岩石力学の手段によって得られた静力学解析結果

5) 気象現象や透水係数

6) 地震発生の有無

などの条件等を組み合わせて解析することである。

以下に、この手法によって解析した最近の10年間に発生した Mass Movement あるいは広義の Landslide の数例を示し、それぞれの事例について1)その崩壊原因2)そこで施工された効果的な防災対策工の概要等をスライドを併用して検討してみることにする。

事例1：昭和57年8月2日午前0時15分頃、上野原町鶴川宇奥大和田1394の5中央自動車道法面で発生した崩壊例

<崩壊原因>

本件は、下高井戸起点52.8キロポスト付近の中央自動車道の側壁法面が大崩壊した事故で、崩落土砂量が約5,200 m^3 と多く、人身事故並びに物件損傷被害も甚大であった。

この原因を調査した結果を要約すると次の①～⑩のようになる。

① 本現場の土工事前の昭和41年6月に実施した演者による地質調査の結果と、本工事に伴って施工されたK株式会社(昭和39年6月)によるボーリング資料の土質試験結果等を検討した結果、中央自動車道建設前の地山は図-3のような状況であった。

② 図-3に示したように、当該箇所の土工事施工によって、本現場の軟弱特殊土である立川ローム層はほぼ切土され、武蔵野ローム層および多摩ローム層が露出していた。

③ 崩落土砂の大部分は武蔵野ロームで、山梨大学工学部教授 村上幸利博士による剪断試験並びに土質試験結果等から、強度定数は表-3に示した如くである。

なお、試料Aは近似的に事故発生当時(昭和57年8月3日採取)の土質を表し、試料Bは平常時(同8月28日採取)の土質を表すものと考えてよい。

④ Bishop 法により、崩壊法面のはほぼ平均的な横断面について、次の2つのケースの場合の安定計算を行ってみた。

(ア) 平常時の場合

通常の天候の場合では、土の単位重量 $\gamma = 1.39\text{t}/\text{m}^3$ 、間隙水圧はなく、 $c = 3\text{t}/\text{m}^2$ 、 $\phi = 32.5^\circ$ として F_s を求めると $F_s = 1.79 \sim 1.85$ 。

(イ) 豪雨時の場合

豪雨でしかもすべり面より上部に浸透水があり、間隙水圧が想定される場合、土の単位重量 $\gamma = 1.44\text{t}/\text{m}^3$ 、 $c = 3\text{t}/\text{m}^2$ 、 $\phi = 32.5^\circ$ として F_s を求めると、 $F_s = 0.997 \sim 1.05$ となるが、大雨でも浸透水がない場合には $F_s = 1.55 \sim 1.59$ となる。

⑤ 本現場の斜面崩壊の直接要因は、台風10号による強風と、降雨量が2日間で409mm、3日間で503mmという超異常降雨量とによる。

⑥ 台風10号による強風(8月1日の午後11時頃から1時間程は40~50m/sの風速であったという)によって、崩落頂面周辺に自立していた12年生のアカンヤの樹木が極度に揺れ動いた結果、斜面内のローム層中に裂け目が発生し、雨水が直接侵入した。

⑦ 特に武蔵野ローム層は縦(鉛直)方向に裂け目が発生しやすい特性がある。

⑧ 超異常降雨量では土の単位重量(γ)が、採取試料の工学試験より決定した $\gamma = 1.44\text{t}/\text{m}^3$ 以上になる可能性があり、裂け目に浸透した水の浸透力をさらに増大させ、斜面内に多量の浸透水が生じた。

⑨ ⑧の結果、 F_s が1以下となり、斜面崩壊が発生したとみられる。

⑩ 武蔵野ローム層と下位の多摩ローム層との境界には、不透水性の灰白色~白色含軽石粘土層が存在し、この粘土層が今回の地すべりのすべり面となったのである。

以上の条件が複合して斜面崩壊を発生させたが、特に超異常降雨と強風とが事故に直接結び付く結果となったと言える。

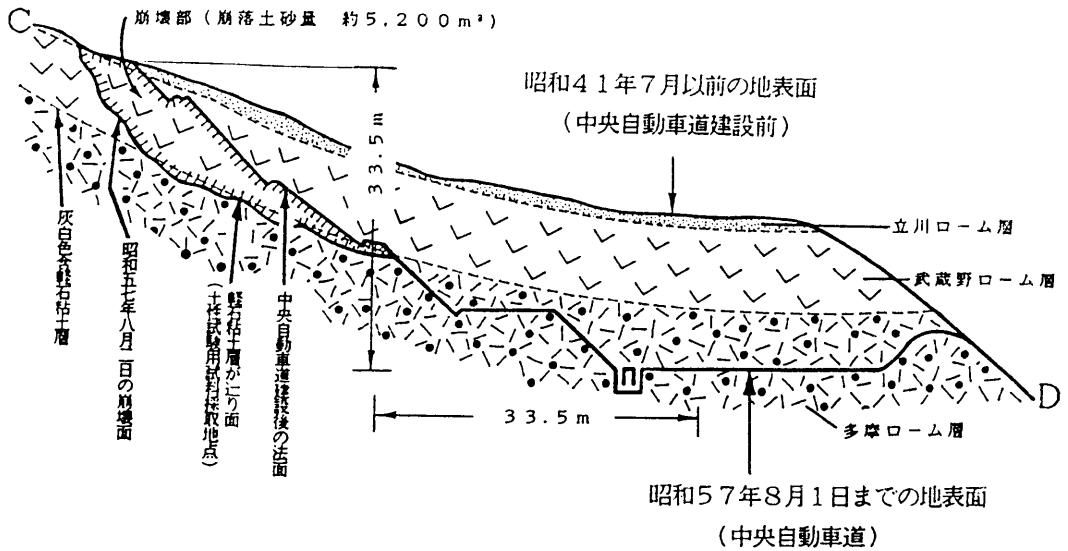
なお、当日は本地域周辺で同様な斜面崩壊が26箇所が発生した。

<法面保護工>

本崩落現場の大部分は切土面であるが、特にローム層の切土面は膨潤する性質がある。また、崩落斜面の後背地には昭和51年に開発された民家と、その民家の農作物育成用温室を含む比較的広域な台地があり、この台地上の排水路は極めて貧弱なものである。この2要素も考慮して検討した結果、以下に示すような法面保護工が適切であると判断し、昭和62年10月に保護工が施工された。

① 法面上部の広域な台地に表流水を十分処理できる規模の排水路を設置する。

② 地下に浸透している地下水は、強制排水させるために水平ボーリングを施工する。



図一三 中央自動車道工事前の地質断面図

表一2 土性一覧表「試料B」について

試料名		崩落したローム土 X ₁) 上層ローム	すべり面の粘土(軽石) X ₂) ホワイトパーミス	多摩ローム層 X ₃) 下層ローム
単位重量	γ	1.437 g/cm ³	1.557 g/cm ³	1.466 g/cm ³
土粒子比重	G_s	2.767	2.682	2.655
自然含水比	w_n	118.0 %	74.4 %	87.6 %
コンシ シ ス	液性限界 w_L	99.50 %	65.45 %	84.30 %
	塑性限界 w_p	66.14 %	42.86 %	58.05 %
	塑性指数 I_p	33.36	22.59	26.25
粒 度 分 布	砂 分	35 %	39 %	25 %
	シルト分	27 %	18 %	33 %
	粘土分	38 %	43 %	42 %
三角座標に よる土の分類		粘 土	粘 土	粘 土

備考：崩落したローム土(上層ローム)は典型的な武蔵野ローム土の土性を示す。

強度定数要素	試料 A	試料 B
c (kg/cm ²)	0.3	0.3
ϕ (度)	26.0	32.5

<現時点での調査結果>

- ① 昭和63年8月の調査によれば、当該法面には変状は認められない。
- ② 水抜きボーリングは12m×6孔を掘削され、その合計は13t/dayの湧水があり、水質はpH=7.4で良質の地下水であった。
- ③ 現在は約9t/dayの湧水量であり、完全に排水できないためか所々に湧水箇所が認められる。
- ④ 湧水量が5t/day以下になれば、ローム土の膨潤の性質を配慮してボーリング孔の洗浄が必要であると考えられる。
- ⑤ 現場打法枠工は、幅1mの法枠を1700㎡施行し、長さ3mのアース

- ③ 法面は法枠工コンクリートブロック張工などの構築物による保護工とする。
- ④ 法面の最下部はフーチングを設けた擁壁工とする。

ンカーと0.5mの補助アンカーにより地山と緊結しており、更に法枠内は植生されているため安定度が増し、景観上も良好であると考えられる。

<参考文献>

- 1) Nishimiya, K.: Neogene Biochronology of the South fossa magoa, Central Japan (II), 山梨大学教育学部研究報告書, No. 20, pp. 254~261, 1969
- 2) 関東ローマ研究グループ・小林国夫他: 関東ローマ—その起源と性状—, 築地書館, 1965.
- 3) 日本材料学会土質安定材料委員会: 斜面安定工法, 鹿島出版会, 1966.
- 4) Nishimiya, K. and Yamagiwa, N.: Coral fossils from the Kosode formation, Yamanashi Prefecture, Trans, Proc. Palaeont Soc. Japan. N. S. No. 89, pp. 15~23, 1973.
- 5) 西宮克彦: 山梨県小菅村の小仏層群よりイノセラムスを発見, 地質学雑誌, 第82巻, 第12号, pp. 795~796, 1976.
- 6) 西宮克彦, 上田修, 中川吉洋, 他: 中央自動車道・大月~勝沼間工事技術資料—山岳ハイウェイの自然条件と技術的対応例—, 日本道路公団東京第二建設局発行, pp. 1~20, pp. 33~60, 1978.
- 7) 西宮克彦: 山梨県下の斜面崩壊による事故死鑑定, 関東鑑識研究会研究報告書, 第18号, pp. 1~14, 1979.
- 8) 西宮克彦: 地這りの研究—山梨県北都留郡上野原町で発生した地這りについての応用地質学的研究— 山梨大学教育学部研究報告書, No. 34, pp. 99~105, 1983.

事例: 2 昭和58年11月1日午後3時30分頃, 富沢町富士宇池の山地区の道路改良工事現場で発生した斜面崩壊例<崩壊原因>

本件は, 国道52号線沿いの富士道路工事中に斜面崩壊が発生し, 死傷者が出た事故である。法面勾配は1:0.4の法面が高さ8m, 幅15mにわたって崩壊した円弧状の断面形をした地すべりであり, この原因を調査した結果を要約すると①~④のようになる。

- ① 山梨県韮崎—静岡県興津を富士川に沿ってほぼ南北に結ぶ国道52号線沿いの丘陵地は, 中期中新世から前期鮮新世の富士川層群が分布し, 岩相は主として泥岩・砂岩・礫岩からなり, 凝灰角礫岩をはさむ。
- ② 事故現場の泥岩の物性は表—3の如くであり, 液性限界・塑性限界値は低く, 自然含水比も低い。ただ, 単位体積当たりの重量は通常の土よりもやや大きく1.76kgf/m³。粘着力・内部摩擦角も各々 C=0.56 kg f/cm², φ=41.6° と大である。
- ③ Bishop 法により安定計算を行った結果, 安全率

表—3 土性一覧表

単位体積量	γ	gf/cm ³	1.76
自然含水比	w_n	%	30.9
液性限界	w_L	%	61.5
塑性限界	w_p	%	37.6
塑性指数	I_p		23.9
日本統一土質分類(細粒分混じり礫)			MH
粘着力	c	Kgf/cm ²	0.56
内部摩擦角	ϕ	度	41.6

Fs が4に近いので, 常識的には崩壊の発生は考えにくい, 次の要因が重複して土砂崩壊を促したとみることができる。

(ア) 長雨など, 気象の影響による地山の強度低下

(イ) 泥岩の吸水膨張やスレーキング現象

(ウ) 泥岩層の層理面にほぼ平行な節理面の存在

(エ) 節理面の傾斜角と法面勾配が一致する

(オ) 亀裂面相互のインターロッキングの減少

- ④ 本現場の泥岩はスレーキング現象が著しく, 節理面および層理面が法面勾配と一致しており, 人為的掘削の際, 泥岩層中からその小岩片が引き抜かれたため岩盤がほぐれるようにゆるみ, 周辺に拡大してインターロッキングが開放され地すべりが発生したもので, 施工が直接の要因になったと考えられる。

<法面保護工>

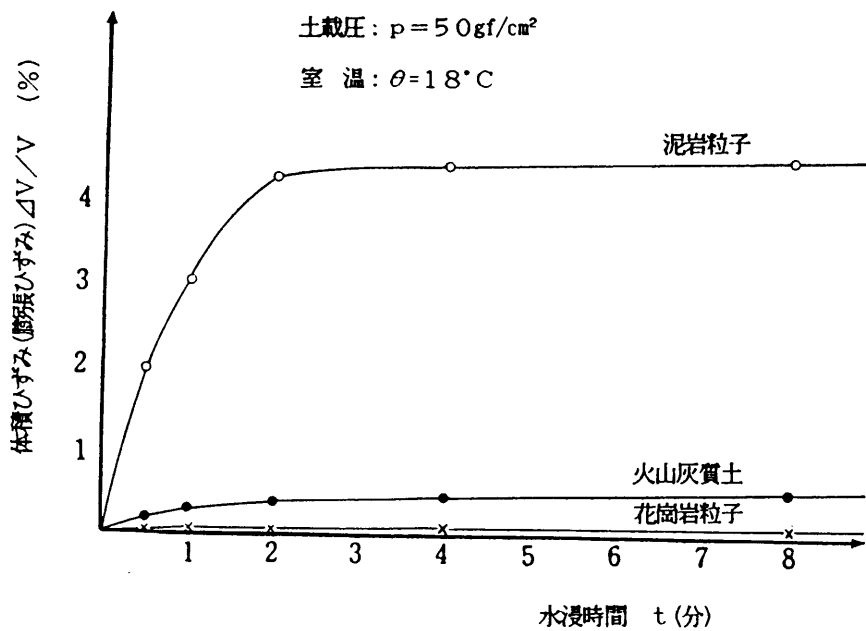
スレーキング現象や節理面が主な要因の場合, これらの影響を除くためには, 次のような法面保護工が適切であると判断し, 昭和59年12月に施工された。

- ① 長大な切り取りを一度にしない。
- ② 適当な区間を設け, 掘削後なるべく早く擁壁やコンクリート打設といった防護工を施工する。
- ③ 岩盤のゆるみがある場合は, 蛇籠式擁壁の設置が望ましい。
- ④ 強制排水用ボーリングの施工

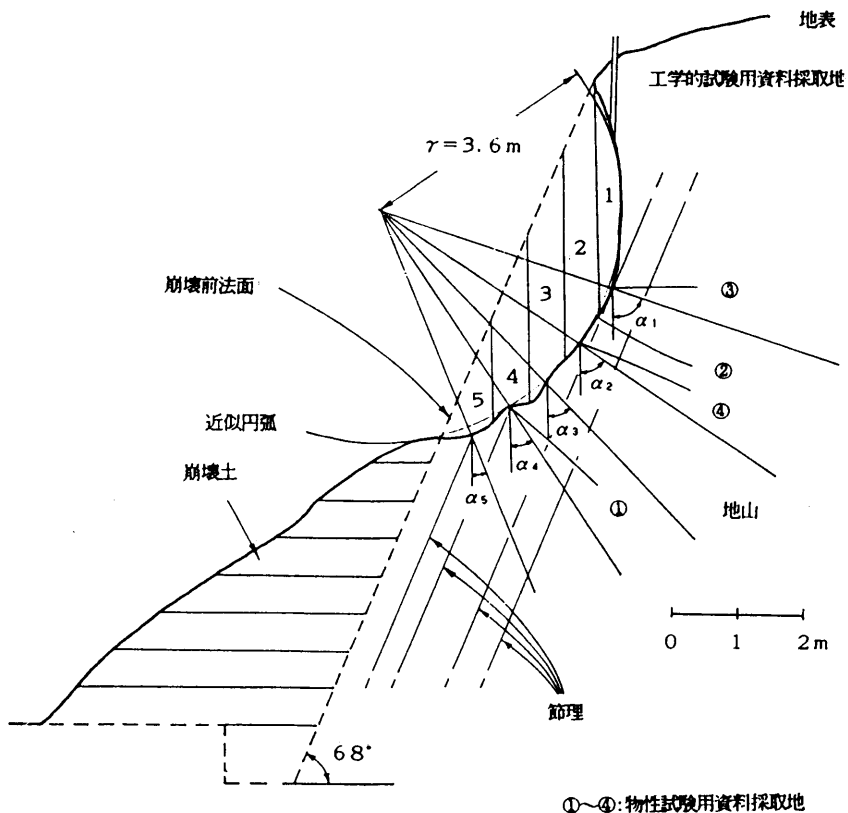
<現時点での調査結果>

- ① 昭和63年9月の調査によれば, 当該法面は安定しており, 全く異常は認められない。
- ② 掘削後, 早期にコンクリート吹付工を施工されたため, 当該法面における雨水の浸透防止と, 風化の進行が抑制されている。
- ③ 当該法面の左側約10mの位置に小沢が存在するが, この沢に排水溝を施工, 更に土留擁壁5基が設置され, 地山も安定化している。

<参考文献>



図一4 三試料の吸水膨張性図



図一5 崩壊法面の断面図および崩壊部5分割図

表一 Bishop 法に用いる諸元

細片	幅(b)	α	重量(W)	過剰水圧
1	0.43 m	70度	1.74t/m ³	0 t/m ³
2	0.5 m	55度	2.94t/m ³	0 t/m ³
3	0.5 m	42度	2.38t/m ³	0 t/m ³
4	0.5 m	32度	2.09t/m ³	0 t/m ³
5	0.7 m	21度	0.86t/m ³	0 t/m ³

- 1) 西宮克彦：地べすりの研究—山梨県峡南地域の丘陵で発生した地べすりについての応用地質学的研究—山梨大学教育部研究報告書, No. 35, pp. 88~94, 1984.
- 2) 西宮克彦：山梨県峡南地域の丘陵地における地べすりの特性について, 日本地質学会第91年学術大会講演要旨集, p. 492, 1984.
- 3) 西宮克彦：土木地質・国道52号線ぞい, 日本の地質4・中部地方I, 共立出版. pp. 244~249, 1988.

事例3：昭和59年9月22日午後3時15分頃, 御岳町字長坂沢治山工事山腹法面で発生した崩壊例

<崩壊原因>

本件は真砂土が崩壊し, 人身事故並びに物件損傷被害をおこした事故で, この原因を調査した結果を要約すると①~⑧のようになる。

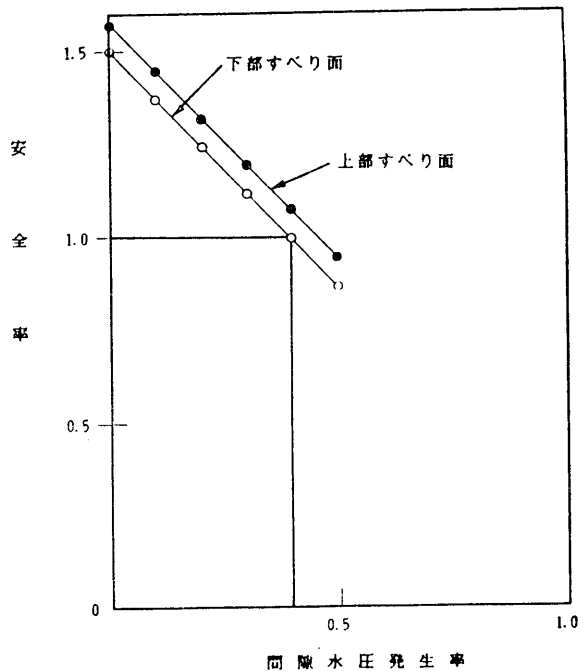
- ① 事故発生当日の13時15分から, 14時15分の1時間に22mmの豪雨があり, その後約1時間で崩壊が発生した。
- ② 現場一帯は約27m(電探で確認)の真砂土帯で, 広範囲に斜面崩壊が進行しており, この種の崩壊並びに地べすりについては
 - (ア) 地山が長期にわたって気象の影響を受けたことによる強度低下
 - (イ) 真砂土内に発達する節理状面の斜面角と法面勾配角とが一致する。
- ③ 不透水粘土層と砂粒層があり, 崩落土には砂層の方が量的に多く存在するため, 引張強度は全くもたず, また, 透水係数がかなり大きいことから, 斜面が浸透水の影響によって安定性を失い, 強度低下をきたしていた地山を崩壊させた。
- ④ 強度定数は粘着力が $c = 0$, 内部摩擦角 $\phi = 47.2^\circ$ であり, 土粒子比重は2.65, 土の単位体

積重量は2.075gf/cm³, 飽和時体積含水比は36.7%などの土性である。

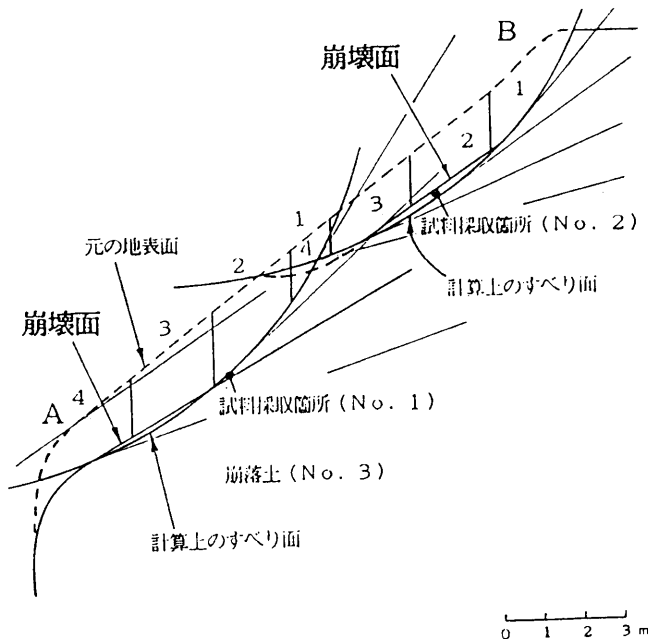
- ⑤ 間隙水圧が発生すると安全率は著しく低下する。
発生間隙水圧と法面安全率の関係図を作成し(図-6, 7) 地表面とすべり面の中央の深さまで間隙自由水がある場合を例にして, Bishop 法により安定解析を行ってみた。
- ⑥ ⑤の結果, 下部のすべりの安全率は $F_s = 0.87$, 上部のすべりの安全率は $F_s = 0.93$ となるので法面は完全に崩壊することとなる。
- ⑦ 現場の真砂土には $N15^\circ E$ の走向で, $45^\circ W$ の傾斜を持つ平行割れ目(流れ目節理面)の発達が顕著であり, 今回の崩壊法面で確認した破壊面の粘土状真砂土面の走向・傾斜とも一致した。
- ⑧ ⑦の粘土状真砂土面が豪雨により直接, 地すべり面の形成に結び付いた。

以上の条件が複合して斜面崩壊を発生させた。特に真砂土は本来砂質土であって, 剪断強度の大部分が摩擦力によって担われているにも拘らず, 崩壊を左右するのは僅かに存在する粘着力成分であり, 1時間に22mmという豪雨の浸透によってこの成分が急激に減少したことが, 事故に直接的に結び付く結果となったといえる。

<法面保護工>



図一六 発生間隙水圧と法面安全率の関係例



図一七 崩壊法面の断面図例

本崩壊現場はいずれも急傾斜地であり、崩落土は真砂土が主体であるため、昭和59年10月に次のような保護工が施工された。

- ① 山腹に小段を設置
- ② 斜面尻にブロック積工を施工
- ③ 崩落地の法面安定並びに張芝植樹を助成する目的で、土留擁壁を設置
- ④ 長坂沢に沿岸崩落防止・土砂流出防止等の治水を目的とした砂防堰堤を設置
- ⑤ 排水溝の整備

<現時点での調査結果>

- ① 昭和63年11月までの調査によれば、長坂沢における土留擁壁設置により、沿岸崩落防止並びに土砂流出防止等の治水目的は十分機能を果たしている。
- ② 最も崩落の顕著であった斜面は全般的に安定しており、降雨時における表流水の排水状況は極めて良好である。
- ③ 針葉樹以外に、広葉樹をはじめ、根が深くはるような樹木の植栽を行うよう希望する。

<参考文献>

- 1) 西宮克彦：地質学による犯罪鑑識手法とその実践鑑定事例，関東鑑識研究会研究報告書，第28号 pp. 1～24, 1988.

事例4 昭和60年10月4日午後3時20分頃、白根町大字駒場宇東山304採石法面で発生した崩壊例

<崩壊原因>

本件は、土石掘削採取中主滑落崖の長さが約200m、側滑落崖の長さ120m、すべり面の深さ15～20m、崩落土石量約10m³という滑落崩壊が発生し、死者4名並びに重機等に多大の物的被害を与えた事故で、この原因を調査した結果を要約すると①～⑦のようになる。図一八～図一11。

- ① 本採石場斜面の形状をみると、崩壊源域、移動域、堆積域の変動地形区分域に分類され、しかも三区区分域の遷急点が極めて明確である。
- ② 地質は中新世の楯形山果層、岩質は普通輝石玄武岩・同質凝灰角礫岩・塩基性緑色凝灰岩および泥岩等と、第四紀の砂礫土・ローム土・崖錐堆積物等であり、後者が崩壊発生の主な対象層となった。

- ③ 基盤岩類の一般走向は北東から南西方向であり、傾斜は北西に40°～50°である。この基盤岩の傾斜にはほぼ沿って急傾斜山腹斜面が形成されている。
- ④ 基盤岩類と被覆層との間の不整合面では、浸透水により泥岩・凝灰岩等がスレーキングをおこして軟弱化し、鏡肌をもつ粘土層があり、それが主すべり面を形成している。
- ⑤ 採石の主対象となる崖錐堆積物の礫含有率は40～60%と極めて大である。また、土の真比重は2.75と一般的な値であるが、単位体積重量は含水比の程度によって1.7～2.1tf/m³と比較的大きく変化する。
- ⑥ 主すべり面粘土の強度定数は、 $c=0.14\text{kgf/cm}^2$ 、 $\phi=28.0$ 度と低く、崩壊発生の5日前の降雨による間隙水圧上昇の影響があり、安定解析の結果も安全率Fsが1.0以下であった。さらに、重機で一部「すかし掘り」工による掘削切土工も付加されたため、斜面崩壊が発生したとみられる。

<法面保護工>

以上の主要因を再検討し、再三繰り返して発生していた本採石場の地すべりを終息させ、更に、昭和63年10月から採石業を再開させるための主な手法を次のように考案した。

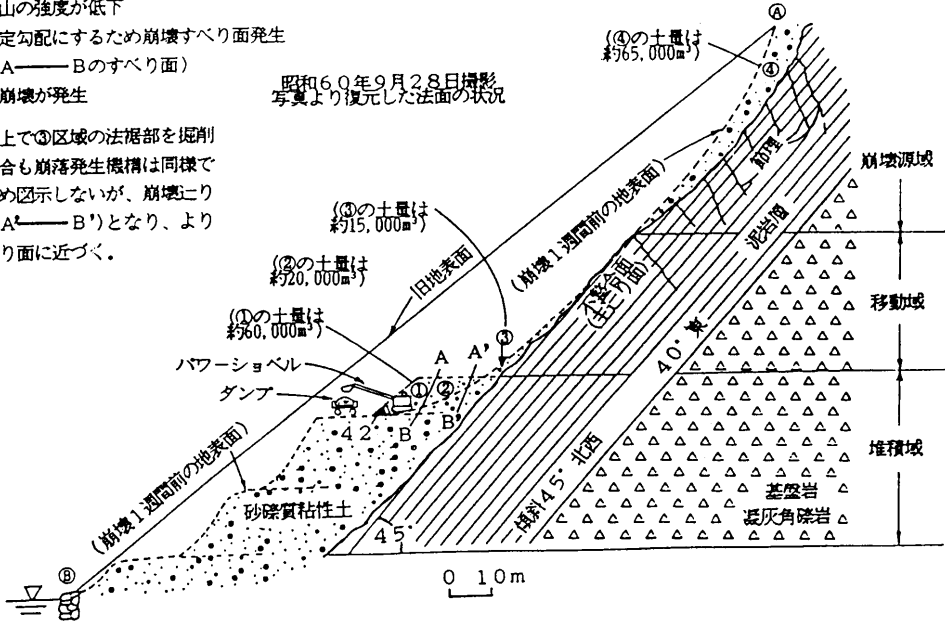
- ① 電探を実施し、岩相分布および地質断面図を作成

土砂崩落発生機構

第一段階

- 1) ①区域を掘削
- 2) ①の堆積土山の安定勾配は42°前後
- 3) 側方圧減少し、主動状態が生じ、地山の強度が低下
- 4) 安定勾配にするため崩壊すべり面発生 (A—Bのすべり面)
- 5) 小崩壊が発生

備考：②区域上で③区域の法裾部を掘削した場合も崩落発生機構は同様であるため図示しないが、崩壊すべり面は(A'—B')となり、より主すべり面に近づく。

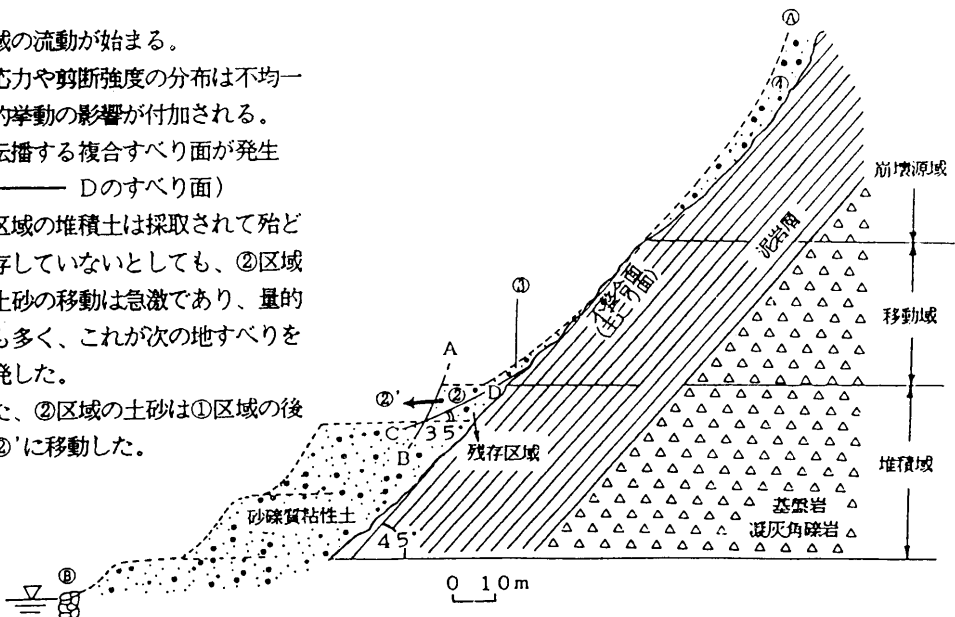


図—8-1 地すべり発生機構概念断面図

第二段階

- 1) ②区域の流動が始まる。
- 2) 剪断応力や剪断強度の分布は不均一
- 3) 粘弾的挙動の影響が付加される。
- 4) 他に伝播する複合すべり面が発生 (C—Dのすべり面)

備考：①区域の堆積土は採取されて殆ど残存していないとしても、②区域の土砂の移動は急激であり、量的にも多く、これが次の地すべりを誘発した。
また、②区域の土砂は①区域の後の②'に移動した。



図—8-2 地すべり発生機構概念断面図

第三段階

- 1) ③区域上部の崩落(移動)が始まる。
- 2) ③区域の土砂の一部は②区域及び①区域
即ち、③'及び②'の位置に移動する。
- 3) 進行性破壊が伝播し、急速に④区域から
③区域、即ち④から④'にと土砂の崩落
が始まり、この崩壊は流れ盤構造の基盤
岩まで達した。
- 4) 基盤岩は不整合面であり、これが大局的
な地すべり面となった。

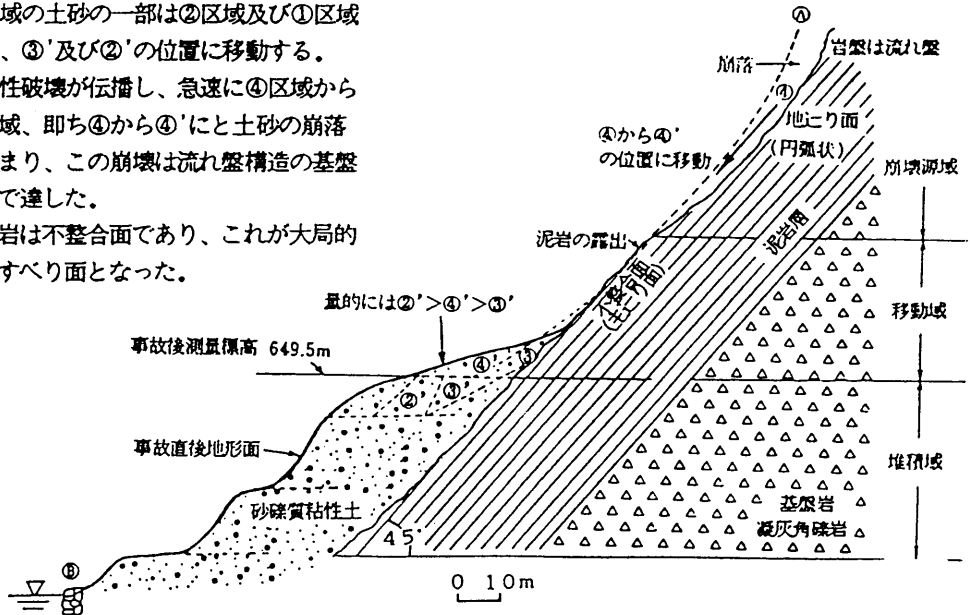


図-8-3 地すべり発生機構概念断面図

し、2社で採石している本採石場の山頂部に厚く堆積するローム土(層厚約22m)を除去する(除去後ベンチの標高は830m)。図-10。

- ② 深度12~25mに分布する地すべり粘土層を含む幾つかの円弧すべり面を仮定し、それぞれの安全率をBishop法から求め、その中の最小値をその断面の安全率とした。図-11。
- ③ 除去後に更に斜面勾配が緩くなるようにサイドビル式ベンチカット法で整形し、豪雨時でも安全率が1.29、地震時(水平震度0.3)でも1.13以上が保てる設計とした。表-6~表-7。
- ④ 重機道、排水溝の増設および整備、7段のベンチの拡大、斜面内の縦排水溝新設、斜面下部のタカリ土は押え盛土効果のある土留擁壁とする。その内側に排水用暗渠を設置する等、総合的な対策工を実施した。
- ⑤ 昭和63年10月から採石業は再開されたが、現在まで安全操業で進行し、採石跡地は杉・松等の樹木によって緑化されつつある。

<参考文献>

- 1) 西宮克彦, 植田良夫: 山梨県の新第三系について,

地質学会地質学論集, No. 12, pp. 349~366, 1976.

- 2) 西宮克彦, 木下新一, 村上幸利: 巨摩山地東斜面の地すべりとその防災対策工, 日本地質学会第97年学術大会講演要旨集 p. 539, 1990.

事例5 昭和62年2月26日午後3時頃、南巨摩郡早川町大字湯島宇慶雲橋橋脚根固帯工法面で発生した崩壊例 <崩壊原因>

本件は、橋梁災害復旧工施行中、堰堤右岸法面の千枚岩の大岩塊が崩落して1名が死亡し、更に物件損傷被害を起こした事故で、この原因を調査した結果を要約すると①~⑥のようになる。図-12~図14。

- ① 本崩落現場は、大断層である「糸魚川-静岡構造線」の断層破砕帯に属し、法裳部の掘削前においても斜面崩壊の危険性は極めて高く、千枚岩の片理の傾斜が逆目(差し目)であっても地層面の上部が屈曲してひび割れが生じ、地すべりを発生させる所謂『震引き(なえびき)』という現象を内蔵している地域である。
- ② 千枚岩は吸水率が1.67から6.65%と低く、不透水性層である上に走向節理と交差節理の2方向の節理

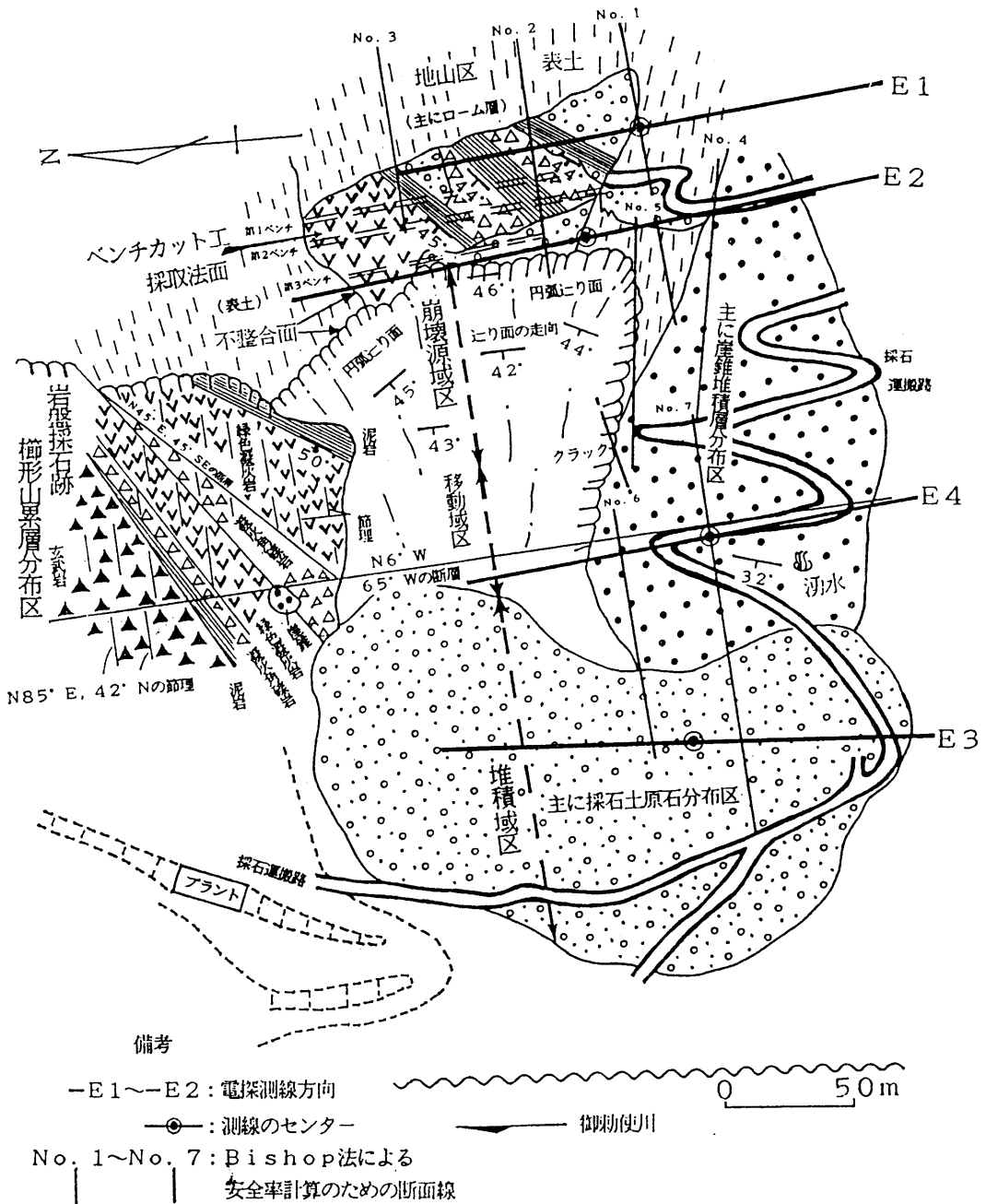


図-9 東山304採石場崩壊現場の見取図

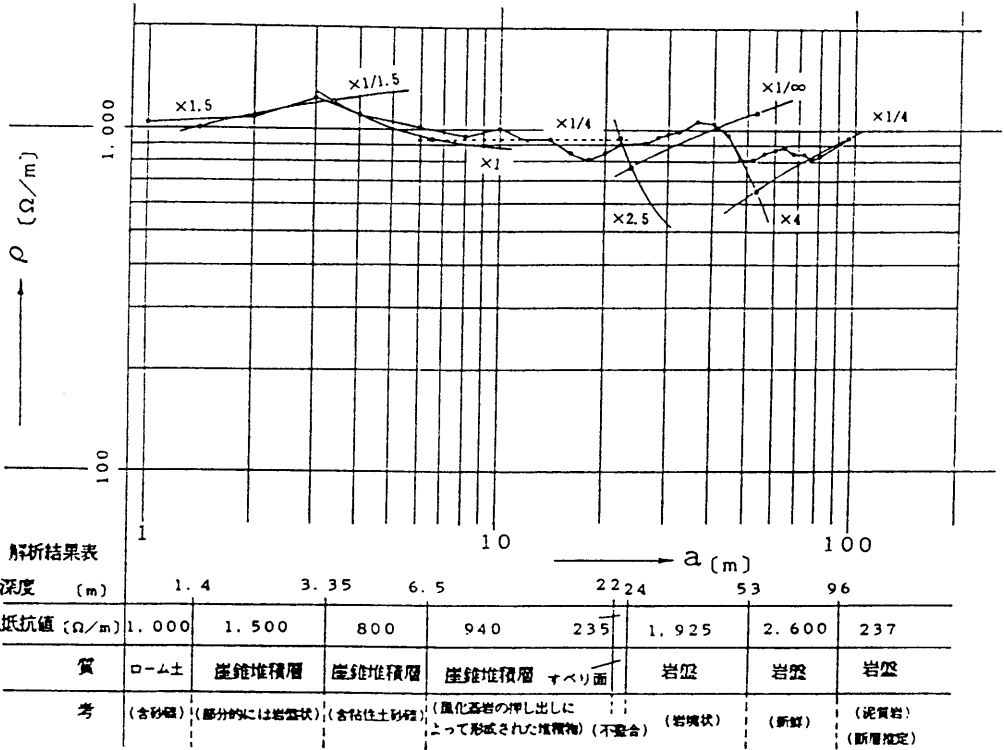
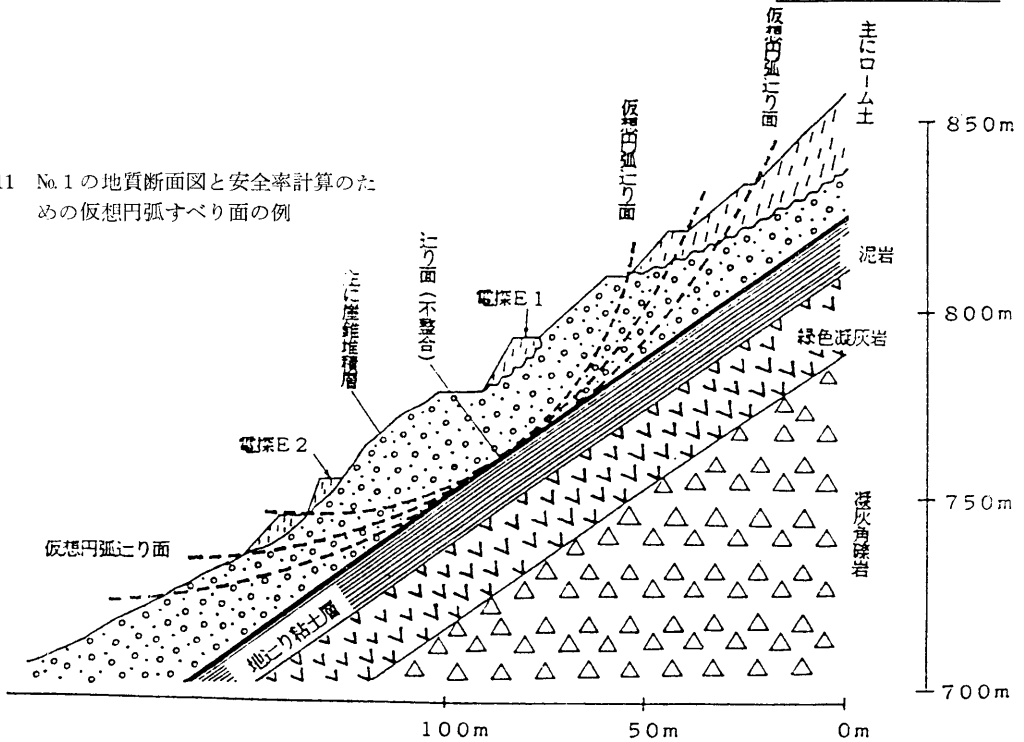


図-10 E-1: ρ-a 曲線図

測定・解析: 西宮・松田

図-11 No. 1の地質断面図と安全率計算のための仮想円弧すべり面の例



表一五 ビショップ法の電算機プログラ例

*LIST

```

005c PROGRAM OF "BISHOP'S METHOD"
010 DIMENSION ALPHA (7),B (7),ALPHA1 (7),U (7),W (7)
014c NN : ブンカツスウ
015 READ (5,*) NN
019c W (I) : ブンカツ サイヘン I ノ ジュウリョウ
020 READ (5,*) (W (I), I=1, NN)
029c ALPHA (I) : ブンカツ サイヘン I ヲ トオル スペリセン ノ コウバイ
030 READ (5,*) (ALPHA (I), I=1, NN)
039c B (I) : ブンカツ サイヘン I ノ ハバ
040 READ (5,*) (B (I), I=1, NN)
049c U (I) : ブンカツ サイヘン I ニ ハッセイスル カジョウカンゲキスイアツ
050 READ (5,*) (U (I), I=1, NN)
059c FAI : センダンテイコウカク, C : ネンチャクリョク, FS : アンゼンリツ カリスウ
060 READ (5,*) FAI, C, FS
064c AI : カジョウスイアツ ノ ハッセイ ドアイ
065 READ (5,*) AI
066 DO 5 III=1, NN
067 5 U (III) =U (III) *AI
070 DO 1 I=1, NN
080 1 ALPHA1 (I) =ALPHA (I) *3. 141592/180. 0
100 FAI1=FAI*3. 141592/180. 0
110 DO 2 I=1, NN
120 WRITE (6, 100) ALPHA (I), B (I), W (I), U (I)
130 100 FORMAT (1H, 6HALPHA=, F10. 5, 5X, 2HB=, F10. 5, 5X,
140 & 7HWEIGHT=, F10. 5, 5X, 14HPORE PRESSURE=, F10. 5)
150 2 CONTINUE
160 WRITE (6, 200) FAI, FS, AI
170 200 FORMAT (1H, 10X, 3F10. 5)
180 20 S=0. 0
190 T=0. 0
200 DO 3 I=1, NN
210 S=S+W (I) *SIN (ALPHA1 (I))
220 3 T=T+ (C*B (I)+TAN (FAI1) * (W (I)-U (I)*B (I))) / (COS
230 & (ALPHA1 (I)) + (TAN (FAI1) *SIN (ALPHA1 (I)) /FS))
240 FS0=T/S
250 F=ABS (FS-FS0)
260 IF (F. LE. 0. 001) GO TO 15
270 FS=FS0
280 GO TO 20
290 15 WRITE (6, 300) FS0
300 300 FORMAT (1H, 14HSAFETY FACTOR=, F10. 5)
310 STOP
320 END
    
```

表一六 安定計算の結果

断面番号	平常時	豪雨時	地震時
No. 1	1.48	1.12	0.93
No. 2	1.44	1.04	0.95
No. 3	1.44	1.05	0.92
No. 7 (危険側)	1.10	0.74	****
No. 7 (安全側)	1.66	1.12	1.13

が発達しており、前者の目は1mmから5mmと開き、後者の目が閉じているので水頭勾配は急となり易く、浸透流の過渡期(非常流時)には、岩盤に局部的剪断力が働く要素を持っている。

③ 本現場における節理的剪断応力や剪断強度の分布

表一七 No. 1 断面を例とした場合の

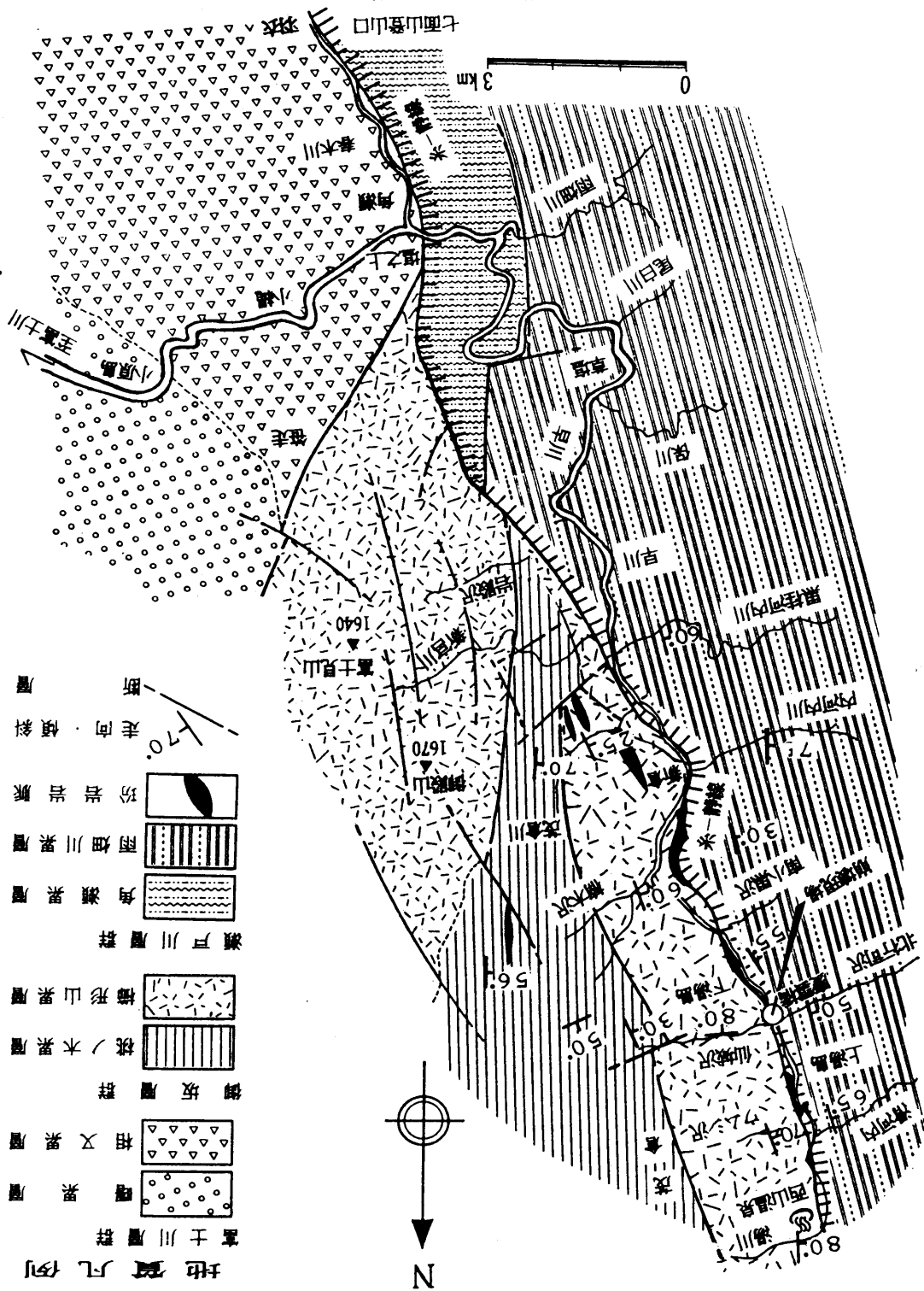
カット前後における安全率の変化

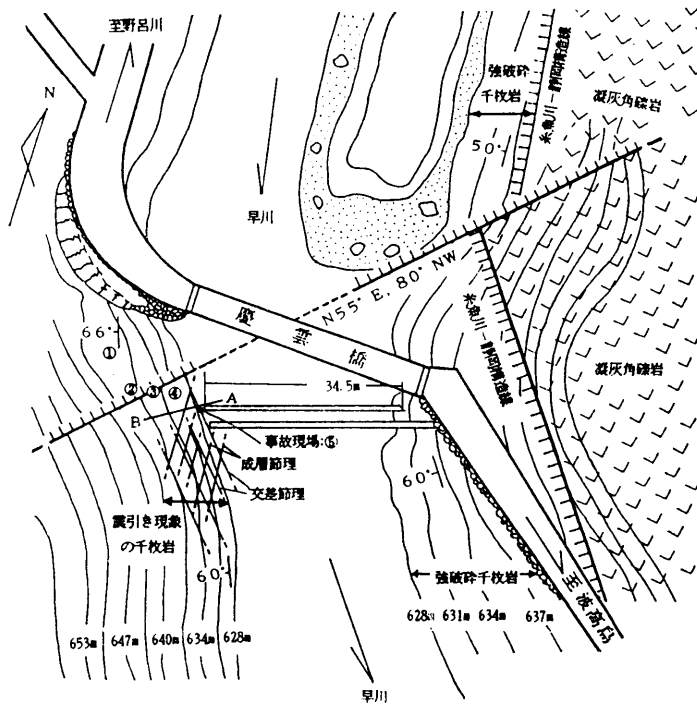
	平常時	豪雨時	地震時
現状(カット前)	1.48	1.12	0.39
将来(カット後)	1.64	1.29	1.13

は不均等で、三次元的にランダムに変化し、粘弾性の挙動の影響も加わり、時間的にも変化する。

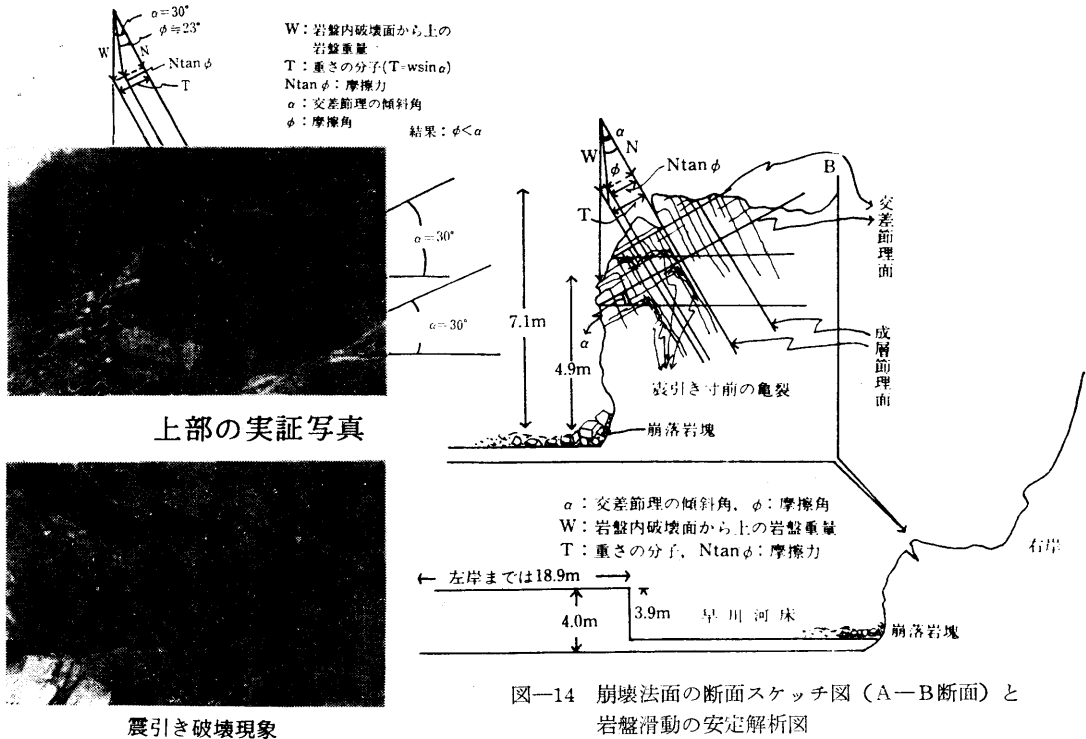
- ④ ③のような地山に対して、特にブレーカーやバックホーを利用して地山を掘削すると掘削施工中の振動は相当の遠隔点まで伝わり、その結果として千枚岩に発達する節理の目を拡大させ、岩盤の剪断破壊の要素を強めることになる。
- ⑤ 掘削に際し、岩盤の実質部の剪断破壊と共にロックエレメントが引き抜かれることもある。このため

図-12 崩壊現場周辺の地質図





図一13 崩壊現場の見取図と資料採取地点図



図一14 崩壊法面の断面スケッチ図 (A-B断面) と岩盤滑動の安定解析図

岩盤はほぐれるように弛み、時間の経過につれ弛みは周辺にも転移し、インターロックが解放され、岩滑動が発生する。

⑥ ⑤の傾向は応力の集中する法節部に著しく、長期間にはマスキングの促進につながるものである。

以上の条件が複合して斜面崩壊を発生させた。しかし、現場責任者等は本現場の千枚岩を堅岩とみなし、小段を設けることなく長大な切取斜面をブレイカーを主としたショベル系建設機械で掘削し、しかもその振動の影響も配慮せず、更に

上部の実証写真

震引き破壊現象

切取斜面の後背地の安定度を日々点検することも不十分であり、これらが事故に直接結び付く要因になった。

<法面保護工>

崩落要因の④～⑥の影響を緩和させるためには、切取斜面に小段を設けることが有効であり、昭和62年4月に次のような保護工が施工された。

- ① 小段の設置
- ② 斜面尻の護岸工

<現時点での調査結果>

- ① 平成2年7月までの調査によれば、小段の設置により斜面の形状は安定化している。
- ② 小段の切取斜面には崩落時にみられたような震引き現象はみられず、法面は安定している。
- ③ 本現場以外の南小黒沢や内河内川等でも震引き現象がみられ、表層（崩土）部は円弧状に、岩盤部では走向節理と交差節理で画された階段状をなしており、マクロ的には、岩体が法裾部を通る平面的な斜面を滑動したように見え、上端部には鉛直面が残存していることもある。
- ④ 早川は本邦屈指の構造谷であり、夜叉神峠から春木川にかけては早川にほぼ沿って「糸魚川—静岡構造線」が走り、断層付近は著しく風化・侵食を受け、斜面には狭長な凹地が形成され、それに崩落土などが堆積している。また小断層や節理が発達し、層面すべりなどの現象も各所で観察することができるので、今後とも防災には十分配慮されるよう希望しておきたい。

5 あとがき

本稿では、山地災害に関連する地質特性の例として、

- ① 断層

- ② 節理が発達する千枚岩や粘板岩
- ③ スレーキングを起こしやすい泥岩や凝灰角礫岩
- ④ 比較的厚い真砂土
- ⑤ 斜面上のローム土や崖堆積層

などを取り上げた。

また、本県で発生した斜面崩壊や地すべりの直接誘因を大別すると、

- ① 降雨が継続し、その後に豪雨があった場合と、逆に
- ② 異常降雨がなく、しかも未風化のように見える碎屑岩類でも、地層の傾斜方向や節理の発達状況並びにスレーキグン等による現象で発生する場合とに分類することができる。

前者の条件時に惹起される地すべりには、断層などによる深層地すべりと、崩壊型の表層地すべりとが多く、後者の場合は特に人為施工法面に多くみられ、しかもこの種の地すべりが最近とみに多く発生している。

もともと山地斜面上に構造物等を建設する場合、本県がもつ複雑な地形・地質のなかに設定されることが多いため、地質調査の度合は通常以上に綿密を要する必要がある、その中でも特に、「法面安定とその対策のための調査」は最も重視すべきことである。

その上にたつて、『自然の営力の認識と地球環境の有限性を自覚させること』が我々地学教育に携わる者に課せられた責務であるといえるのではないだろうか。

謝 辞

本講演の資料をまとめるにあたり、作成に御協力頂いた山梨大学工学部土木環境工学科教授 村上幸利工学博士、並びに、山梨県警科学捜査研究所 木下新一研究員の両氏に対し、ここに深甚の謝意を表する次第である。

西宮克彦：最近の山梨県内で発生した山地災害の特徴とその防災について 地学教育 45巻, 3号, 113～129, 1992.

〔キーワード〕 山梨県, 山地災害, 災害事例, 防災工事

〔要旨〕 山梨県は、四周高山に囲まれ、複雑な地質条件のため、古代からいくたびも山地災害が発生した。本論文では、過去32年間の災害事例とそれに伴って起った人的被害を紹介した。山地災害に関連する地質特性および災害発生の直接誘因となる現象について述べた。「自然の営力の認識と地球環境の有限性を自覚させること」がわれわれ地学教育に携わる者に課せられた責務である。

Katsuhiko NISHIMIYA: Characteristics of Mountainland disaster in Yamanashi Prefecture and their Stabilization works. *Educat. Earth Sci.*, 45(3), 113～129, 1992.

日本学術会議だより №.24

第15期特別委員会の活動始まる

平成4年3月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議では、昨年10月の総会において設置された第15期の各特別委員会が活動を始めましたが、今回の日本学術会議だよりでは、これらの特別委員会に加えて、日本学術会議主催 IGBP シンポジウム等についてお知らせいたします。

第15期の特別委員会

昨年10月の第113回総会で決定された、日本学術会議の第15期活動計画では、活動の重点目標として、①人類の福祉・平和・地球環境の重視、②基礎研究の重視、③学術研究の国際貢献の重視、の3本の柱を掲げるとともに、これらの重点目標を踏まえて、多方面の科学者によって構成される日本学術会議にふさわしく各分野にわたって広く対応し、かつ第15期中に適切な形で報告・提言に取りまとめるべき具体的課題として14の課題を選定している。

具体的課題のうち、今期中に一応の結論を出すことが望ましい臨時的な7つの課題については、それぞれ特別委員会を設置し、審議を開始した。

各特別委員会の名称及び任務等は次のとおりである。

- ◆文化としての学術
委員長：宅間 宏（第4部会員）
（任務）学術は、人類発展の基礎である。学術研究の意義についての社会的認識を深めるため、文化としての学術の在り方を検討する。
- ◆平和と安全
委員長：香西 茂（策2部会員）
（任務）平和と安全の確保や国際摩擦の解消等に関する研究推進の在り方及び研究体制等について検討する。
- ◆死と医療
委員長：小坂二度見（第7部会員）
（任務）医療技術の急速な進展は、自然科学の分野だけでなく、人文・社会科学の領域にも種々の問題を提起している。終末医療における尊厳死、安楽死や医療経済の問題、さらに説明と同意などの社会的側面等人の死と医療の在り方について検討する。
- ◆生命科学と社会的諸問題
委員長：山科郁男（第7部会員）
（任務）生命科学とその応用の急速な進展に伴い、倫理的、社会的諸問題並びに規制の在り方等について検討する。その際、我が国における生命科学の研究体制の在り方にも留意する。
- ◆人口・食糧・土地利用
委員長：梶井 功（第6部会員）
（任務）世界人口の増加や地球環境変化による食糧需給の不安定化問題と、これらに伴う土地利用変化の諸影響等を総合的に検討して、人間活動の在り方を探る。また、一極集中の激しい我が国の現状を勘案し、今後の国土利用の在り方についても検討する。

◆資源・エネルギーと地球環境

委員長：吉野正敏（第4部会員）

（任務）資源・エネルギーの開発と利用に伴う自然及び人間社会への影響を研究し、「持続可能な発展」のための諸方策と環境教育の在り方等について検討する。

◆巨大システムと人間

委員長：内山喜久雄（第1部会員）

（任務）技術革新・システムの巨大化が人間に及ぼす影響について、安全性確保と人間性尊重の立場から検討する。

これらの各特別委員会は、発足以来現在までに各々2～3回の会議を開催して、それぞれの任務に添った具体的な審議課題や今後の審議計画等について熱心に審議を進めている。今後の審議の成果が大いに期待されているところであり、今後、審議成果が発表され次第紹介していく予定である。

公開講演会の開催状況

第15期に入って、初めて開催された日本学術会議主催公開講演会は、「文明の選択—都市と農業・農村の共存を目指して—」と題して、平成4年1月27日(月)13時30分～16時30分に、福岡明治生命ホール(福岡市)で開催され、水間会員(第6部)、北村会員(第6部)及び利谷会員(第2部)の講演が行われ、多数の聴講者があった。

ついで、「子どもの人権を考える」と題して、平成4年3月7日(土)13時30分～16時30分に、日本学術会議講堂で開催され、堀尾会員(第1部)、永井会員(第2部)及び馬場会員(第7部)の講演の後、熱心な質問が続出した。

地球圏—生物圏国際協同研究計画(IGBP)シンポジウム

日本学術会議主催の地球圏—生物圏国際協同研究計画(IGBP)シンポジウム「日本のIGBP研究の現状と将来」が去る2月4日(火)、5日(水)の両日、日本学術会議を会場として開催された。

日本学術会議においては、平成2年4月の総会において、「地球圏—生物圏国際協同研究計画(IGBP)の実施について(勧告)」を採択し、政府に対し研究の積極的な推進を求めたところであるが、IGBPについて国内の各研究者、研究機関において実施される研究の促進を図るとも

に、この研究が極めて多くの分野にわたり、また多数の研究機関が関与していることから、この研究の連絡、調整を図る場として、本シンポジウムを開催することとしたものである。また、我が国のIGBPの研究が、広義のモンスーン・アジア地域、西太平洋地域、極域を中心に行われることから、これらの地域の研究者を置きそれぞれの国の研究の状況の紹介、意見交換を行った。

本シンポジウムの内容は次のとおりである。

[1日目]

講演 IGBPについて

第1領域～大気微量成分の変動と生物圏

- (1) 地球大気化学国際協同研究計画 (IGAC)
- (2) IGACの東アジアにおける展開 (APARE)

第2領域～海洋における炭素循環

- (3) 海洋における炭素循環

第3領域～地球変化に係わる生態系及び水循環

- (4) 炭酸ガス変動が炭素循環に及ぼす影響
- (5) 水循環と生態系 (BAHC)

第4領域～地球圏-生物圏の相互作用を考慮したモデリング

- (6) 気候モデルおよび大気化学モデル
- (7) 局地気候・環境モデリングの立場から
- (8) 生態系モデリングの立場から

第5領域～IGBPにおける地球観測衛星の整合性と問題点

- (9) 気象衛星データの現状と将来
- (10) 地球観測衛星データの現状と将来
- (11) NASA EOS と ASTER

第6領域～古環境変化の原因と応答

- (12) PAGESについて
- (13) 南極氷床ドーム深層掘削観測計画
- (14) 温暖化と沿岸環境

第7領域～農林水産活動の地球環境への影響

- (15) 農業生態系に関する地球環境研究-メタンと温暖化-
- (16) 森林・林業に関する地球環境研究-炭素収支と温暖化の抑制

[2日目]

特別講演～ナショナルプロジェクト紹介～

オーストラリア、中国、フィリピン、タイ及び日本

領域別個別討議

第1領域から第7領域まで

各領域からの報告

総合討論

当日は2日間にわたるシンポジウムであったが300人を超える参加者があり、盛況のうちに終了した。

本シンポジウムの成果は、報告書として取りまとめ、今後の研究の参考資料として関係機関・研究者等に配布することとしている。

なお、平成4年度にも引き続き本シンポジウムを開催する予定である。

二国間学術交流事業

日本学術会議では、二国間学術交流事業として毎年代表団を海外に派遣し、訪問国の科学者等と学術上の諸問題について意見交換を行って、相互理解の促進を図る事業を行っている。

この事業は、昭和58年度から実施されており、これまでにアメリカ合衆国、連合王国、オーストラリア、中華人民共和国等19か国に代表団を派遣してきた。

平成3年度は、11月4日から14日までの11日間の日程で、ベルギー王国及びオーストリア共和国へ、川田侃副会長を団長とする計10名（うち随行事務官2名）から成る代表団を派遣した。

ベルギー王国では、科学技術担当省、科学、文学及び芸術に関する王立アカデミー、ブリュッセル自由大学、EC本部教育関係機関、EC本部環境総局などを、また、オーストリア共和国では、科学研究省、オーストリア科学アカデミー、ウィーン大学、ドナウ河畔の国連都市にある国際原子力機関 (IAEA)、国連工業開発機関 (UNIDO) などを訪問した。

各訪問先では、関係者との間で、それぞれの国の学術研究体制や科学技術政策などをめぐって活発な意見交換が行われた。

特に印象的だったものとして、まずベルギー王国では、ECが推進しているERASMUS計画、これはEC Action Scheme for the Mobility of University Studentsの略で、EC12か国の大学生を域内各国へ相互留学させて、専門科目や語学の能力向上あるいは風俗習慣の理解をはかろうとするもので、ECの将来に大きく貢献するものと思われる。また、ベルギー王国は、長い歴史の流れの中で、フランス語とオランダ語の2か国語が話されてきたため、この言語間の対立が、政治・経済の発展はもとより、学問の分野にも非常に複雑な影響を与えていることであった。今回訪問した科学、文学及び芸術に関する王立アカデミーやブリュッセル自由大学もまったく同名のアカデミーと大学がフランス語系 (フロン系) とオランダ語系 (フラマン系) とに分かれて存在しており、我々の代表団も、同編成を2班に分けてこれらの機関を訪問することになったことは、非常に印象的であった。

オーストリア共和国では、650年の伝統をほこるウィーン大学やオーストリア科学アカデミーの建物の重厚さに目を見はり、またドナウ河畔に作られた国連都市にIAEAとUNIDOの2つの国連機関を訪問した際には、IAEAのチェルノブイリ原発事故以後の核問題への積極的な取り組みやUNIDOの開発途上諸国における工業発展に対する貢献度の大きさに団員一同大いに感激するとともに、D. L. Siason Jr. UNIDO事務局長の流暢な日本語には、だれもがびっくりさせられた。

近年、学術、特に基礎研究における我が国の国際貢献の重要さがウェイトを増す中で、この種の学術交流事業は益々強化されるべきものであることを、派遣代表団員全員が強く認識させられた今回の渡欧であった。

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 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 45, NO. 3.

MAY, 1992

CONTENTS

Original articles :

- Chronological changes of tree-ring width of the Ryuko-ji
pine and Solar activity.....Jun KUBOTA and Miyoshi SUZUKI...87~97
- A Study of the developmental process of Earth Science Education in the
United Kingdom (IV) : The Education Reform Era since 1980 (Part 1) ;
Earth Science Education in the GCSE Examination.....Tetsuo ISOZAKI...99~112
- Characteristics of Mountainland disaster in Yamanashi Prefecture
and Their Stabilization worksKatsuhiko NISHIMIYA...113~129
- Proceedings of the Society (ii) Book Review (98) News (130)
Program : Proceedings of the 46th Annual Meeting of the Society

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