

地質調査・岩石研究のための新しいデジタル機器とソフトの応用

鬼村雅和*・林 武広**・今岡照喜*

はじめに

地質学は、野外で得られる科学的情報に基礎を置く学問分野であり、第一級の制約条件を野外に求めているといえる。ある時は汗だくになって、ある時は美しい景色に感動しながら山野や海岸をくまなく歩きまわって自然を観察するが、草木が生い茂り、道路沿いの露頭は片っ端からコンクリートを捲かれ、露頭状況は必ずしも良くない。とりわけ地質図作製のためのフィールドワークは容易ではない。長年にわたる豊富な地質調査の経験と、多くの学生に地質調査法を指導してこられた原 郁夫先生(1990)は「日本の山で地質調査をするためには、蔦、葛、シダ、茨と遊ぶくらいの気持ちがなくは……」と述べられている。これは地質調査に対する原先生の精神論で、その一節に勇気となぐさめと共感を覚えるのは筆者らだけではなかろう。一方で、物質的には科学技術の進歩による豊かな物質が巷には溢れ、アウトドアブームの中で、地質調査に役立つと思われる様々なグッズが出現してきた。例えば、RVの開発は地質調査を便利にしたし、外からの雨を弾き、内からの汗を発散するゴアテックスは地質調査のためのウェアとして有用である。また、パソコンが普及し、その名のおりコンピューターはオフィスだけにあるのではなくて個人が所有する時代となってきている。これらの便利なものを調査・研究に取り入れられない手はない。

この小論においては筆者らが体験的に使用し、地質調査に威力を発揮すると考えるいくつかの地質調査のための機器やマッキントッシュ上でデジタル画像編集プログラム「フォトショップ」(Adobe

System社)を用いて岩石のモード測定を迅速に行う方法を開発したので会員の皆さんに紹介したい。

GPSとアルティメーターの利用

野外で地質調査を行う場合、地形図を正確に読みとりながら調査を進めなければならない。しかし調査をかなり経験した者であっても地形的に単調な沢の調査などでは、地形図上での位置の特定を誤ってしてしまう場合もある。筆者らもこのような苦い経験をしたことがある。しかし最近では、前述のようにアウトドアブームにより地質調査に適した新しい機器が格安で手に入るようになってきた。今回はそれらの中でもGPS(全地球位置把握システム)を利用したGPS38(GARMIN社製)、アルティメーターC040(シチズン社製)、フライテック3020(フライテック社製)を利用した調査方法を紹介する。

GPS38は地球を回っている衛星からの電波を受信し、現在位置および高度を瞬時に把握することができる。GPS38は複数の衛星からの電波を受信し、交差法で位置および高度を測定するためその精度は極めて高く、位置は東経 $X^{\circ}X'X''XX$ 、北緯 $X^{\circ}X'X''XX$ まで計測可能であり、高度も1m単位で表示することが可能である。衛星からの電波受信であるため誤差は極めて少ない。その利用方法であるが、このGPS38はポイントを記憶させることが可能であるため、あらかじめ目的地を設定しておけばその目的地への誘導も行ってくれる。そのため山中で迷うこともないし、自分の歩いたルート記憶してくれるためルートマップの作成も自動でできる。また山中でルートが分からなくなったときも尾根に出て位置を確認すれば自分の歩いたルートを確認でき、後から修正が可能である。

GPS38は電波を利用しているため、高い木々の生い茂った場所や谷底などでは使用不可能な所が

* 山口大学理学部地球科学教室
** 広島大学学校教育学部地学研究室
1997年7月12日受理

ある。そのような所ではアルティメーターC040、フライテック3020が有効である。両者は共に気圧の変化を利用し、高度を測定するものである。アルティメーターC040は圧力センサーで検出した外気圧を国際標準大気モデルの高度と気圧の関係にあてはめ算出した相対高度を示すものである。そのためアルティメーターC040による高度の測定・表示間隔は多少時間を必要とする。またそれとは対称的なフライテック3020はハングライダーやパラグライダーで使用される瞬時に高度を測定する機器であり、絶対高度および相対高度を表示することが可能である。フライテック3020は高度の平均上昇率を音で知らせてくれる機能もある。この2つはGPS38の使用不可能地域で高度を算出し、地形図と照らし合わせ位置を特定することが可能である。アルティメーターC040、フライテック3020の高度算出方法は互いに異なるが、我々のテストの結果、両者の高度は良く一致した。以上のような機器を有効利用すれば地質調査を正確に行うことができる。

マッキントッシュで行うモード測定法

偏光顕微鏡や実体顕微鏡を使った花崗岩や砂岩のモード測定は眼が痛くなるような作業である。しかしそんな事は昔の話。コンピュータを活用し、岩石スラブで行うモード測定は迅速かつ正確である。しかも粗粒で不均質な花崗岩のモード測定には薄片よりも岩石スラブを利用の方がカリ長石、石英および斜長石のモードは正確に測定できる。そこで今回はマッキントッシュ上でフォトショップを利用した新しい測定法を紹介する。この方法は、画像全体のピクセル数（モニタ上に画像を表示するために使用されている画像の最小構成単位数）と目的とする鉱物のピクセル数の比を使って算出するものである。

1. 準備するもの

モード測定用の岩石スラブ、マッキントッシュ、アドビ社製のアドビフォトショップ、スキャナー。

岩石スラブは大きな面積を測定対象とするために、大きくかつ四角いものが良い。カリ長石と斜長石が肉眼で区別できない試料については、カリ長石を黄色に染色する必要がある。染色の方法については今岡（1996）を参照されたい。

2. 方法

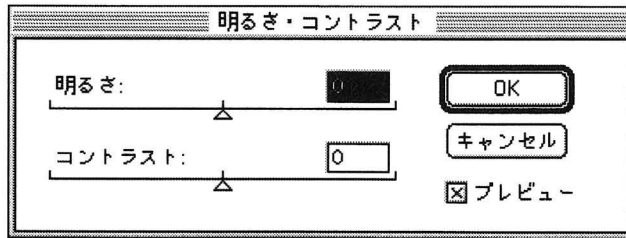
a. 画像の取り込み

まず、アドビフォトショップを起動し、スキャナーで岩石スラブのイメージ画像を取り込む。スキャナーのガラス面を傷つけないように注意して岩石スラブをスキャナー上に置く。我々はガラス上にOHPシートを置き、ガラス面を傷めないようにしている。岩石スラブは厚みがあるのでスキャナーの蓋ができない。そこで、白い布で岩石を覆い、スキャナーのガラス面全面にかける。プレビューを行い、なるべく広範囲になるように取り込む範囲を決定し、その画像を取り込む。そして取り込む時の環境設定は、256色カラー、解像度は72~144dpiで十分である。すると岩石のイメージ画像がモニタ上に表われる。ここから大切な事柄である。スキャナーで取り込んだばかりの画像は人間の眼で見たものとは多少ことなる色をしている事に気付くはずである。ここでフォトショップの威力が発揮されるのである。

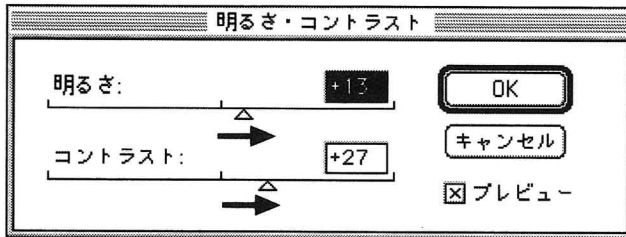
b. 色調補正

次のステップは色の調整〔色調補正〕である。メニューバーから〔イメージ〕をプルダウンメニューで〔色調補正〕を選択し、〔明るさ・コントラスト〕を選択する。すると第1図の様な画面が表われる。〔明るさ・コントラスト〕のメニューの下にある三角マークをポインターで+のほうへ移動させる（第2図）。移動させると共に花崗岩の色が見やすく変化するはずである。最も自分の眼で見やすくなったと思ったらOKボタンをクリックする。これで明るさとコントラストの修正は終了である。

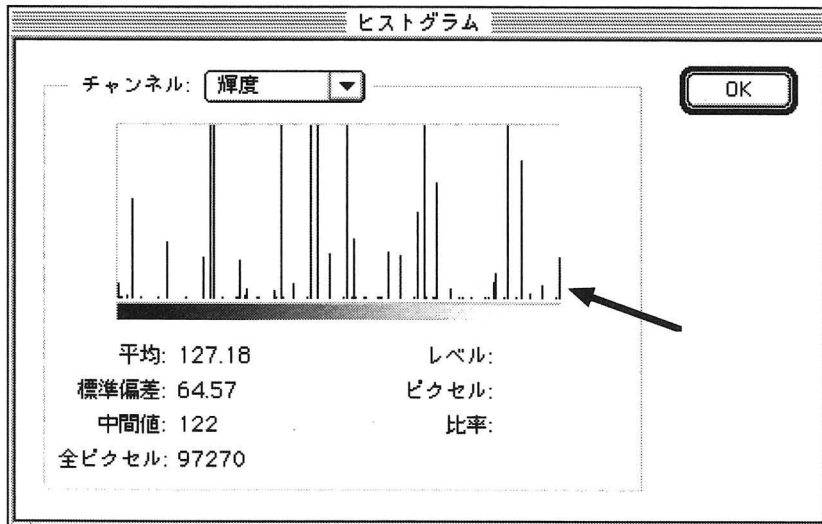
次にメニューバーから〔イメージ〕を再び選択し、プルダウンメニューの〔ヒストグラム〕を選択すると第3図の画面が表われる。ここで注意してもらいたい。矢印の所に上に向かって一本細い線が伸びているのが確認できる。この線の長さは、取り込んだ花崗岩のイメージの中にどれだけ白色の部分があるか（白色のピクセル数）を示してある。理由は後述するが、これでは都合が悪いのでこれも補正を行う。メニューバーより〔イメージ〕を選択し〔色調補正〕の中から〔レベル補正〕を選択する。すると第4図の画面が表われるので矢印で示した三角マークを左方向へと少し移動してやる。全体的に暗くなれば良い。ただし上の図で



第1図 明るさ・コントラストボックス。



第2図 明るさ・コントラストの修正。



第3図 ヒストグラムボックス。

一番右端に一本線が伸びてなければこの補正は不要である。

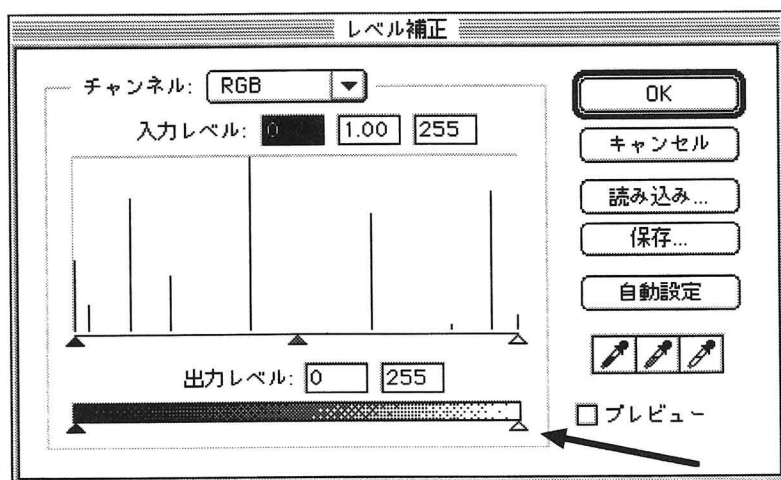
さて補正が終わったらもう一度ヒストグラムを見てもらいたい。先程あった一本の細い線が左に移動しているのが確認できれば補正は完了である(第5図)。

c. 輪郭補正

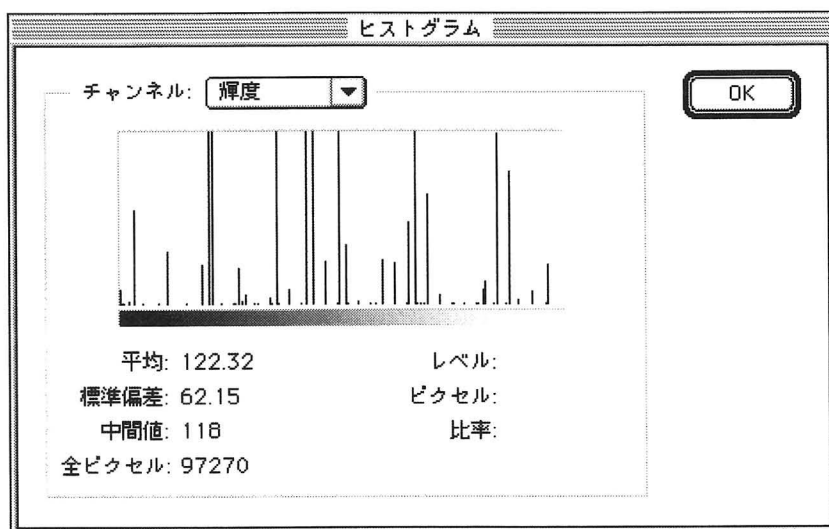
次に、鉋物の輪郭を分かりやすくするための補

正を行う。

メニューバーの [フィルタ] から [シャープ] / [シャープ (輪郭のみ)] を選択する。かなり輪郭がはっきりしてくる。(第6, 7図)。この操作を何度か繰り返して行う。画面がギラつくようになれば, [編集] / [取り消し] を選び, 元にもどす。この後, 再び [色調補正] を行っても良い。



第4図 レベルの補正.



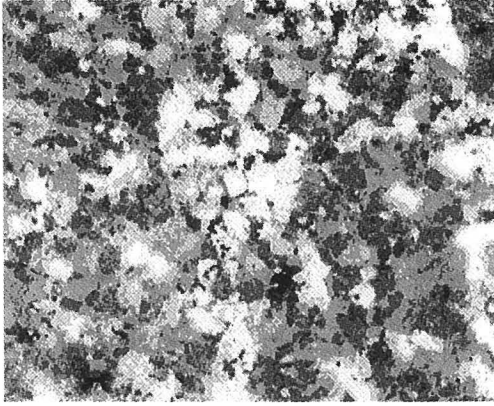
第5図 ヒストグラムの修正済.

d. 背景色の決定と同鉱物の選択

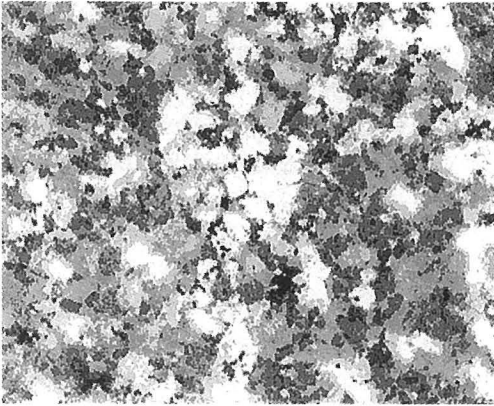
次に背景色の決定をおこなう。ツールバーの下の方にある背景色アイコン（第8図）をクリックする。第9図の画面になったら矢印のところのRGB（Red, Green, Blue）の数字を全て255にしてOKボタンをクリックする。ここで全てを255にするのは光の三原色を混ぜ合わせて背景色を白にするためである。255というのは白の番号である。ここで簡単にこの測定法の説明をおこなう。先ほどレベル補正を行い、細い線が左に移動し画面が多少暗

くなった。その補正は花崗岩のイメージの中から本当の真白（色番号255）を除去するという補正であった。この補正により花崗岩のイメージ画像中から完全に白は消えた事になる。そしてたった今、背景色を白と決定したことにより花崗岩のイメージ画像の下に真っ白な紙を敷いたのと同じ状態になったわけである。

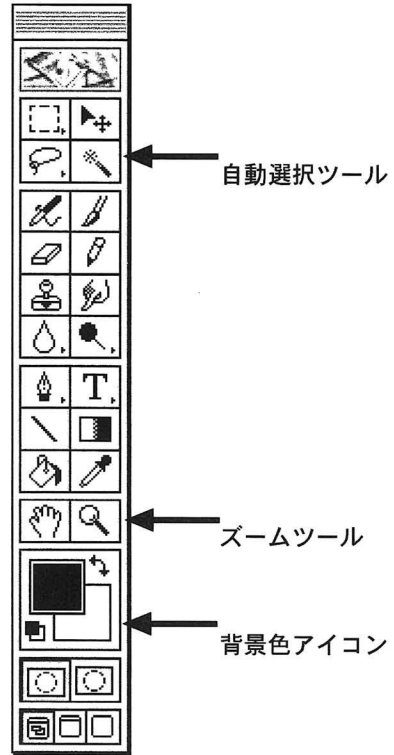
その次に各鉱物を（例えばカリ長石の黄色の部分）をカットして取り除いてやればその部分に真っ白な紙が姿を表わす事になる。既述のように花



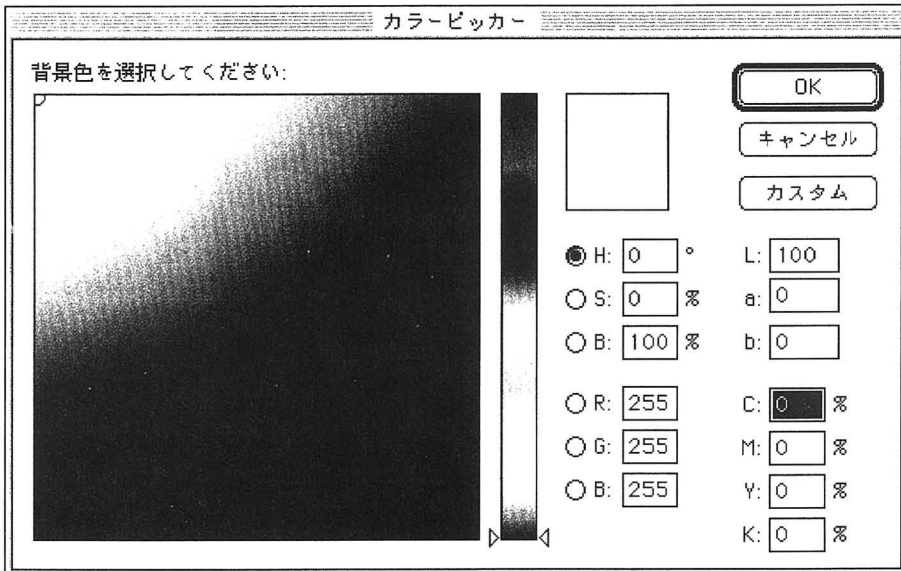
第6図 シャープの修正前.



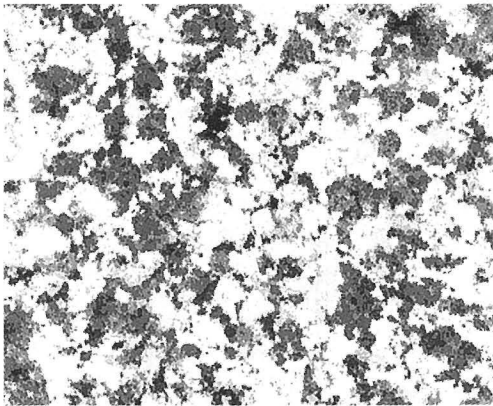
第7図 シャープ（輪郭のみ）修正後.



第8図 ツールバー.



第9図 背景色の決定.



第10図 カリ長石除去後。

崗岩のイメージ画像の中には真白という色はないように設定した。その中に白の部分が表われれば花崗岩のイメージ画像の何%が白なのかという事が分かる。ということは花崗岩に含有される鉱物の量が簡単にまた正確に把握できるのである。では次に各鉱物の除去の方法を説明する。

普通ならば同じ様な色の所を1ポイントしか選択できないが、シフトキーを押しながら[自動選択]ツール(第8図)で選択すれば何ポイントも選択が可能になる。

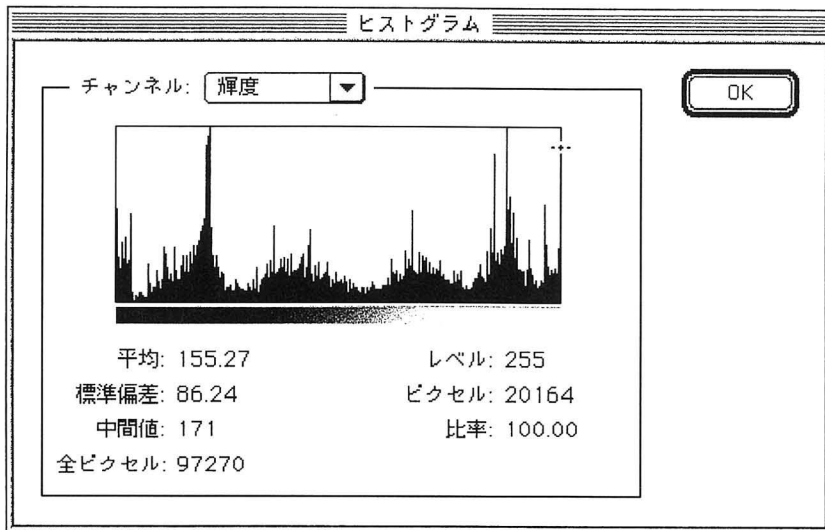
この作業を行うにあたって、通常の100パーセン

トの表示では細かい点が把握しにくいいため、倍率をあげて作業を行うと鉱物の選択が行い易い。拡大を行うにはツールバーの「ズーム」ツール(第8図)を選択して拡大したい部分をクリックするか、メニューバーの中の「ウィンドウ」から「ズームイン」を選択する。もとに戻りたいときは「ズームアウト」を選択するか、optionキーを押しながら再び「ズーム」ツールで花崗岩の部分をクリックする。

もし間違えて違う部分を選択したら、慌てずにコマンドキーを押しながらZキーを押すとキャンセルされる。ほとんどの同じ鉱物の部分を選択し終えたらdeleteキーを押す。選択した鉱物の部分が消えて、先ほど選択した真っ白な背景色が覗いているはずである(第10図)。まだ色が残っていたら更に選択して除去する。除去が完了したら、仕上げにはいる。

e. ヒストグラムからモード比の算出

再びメニューバーより「イメージ」を選択し「ヒストグラム」画面を出す(第11図)。これで結果は出た。「ヒストグラム」の一番右端に再び細い一本の線が表われているはずである。ここにマウスポインターを合わせる。レベル255のところではピクセル数を確認する。そしてこのピクセル数が全ピクセル数の何%にあたるかを計算すれば花崗岩に含



第11図 産出結果。

まれた鉱物の割合を測定できる。今回の場合は約20.7パーセントのカリ長石が含まれていることになる。以上の作業を各鉱物について行えばいいわけである。

また精度を上げるためにもなるべく大きな範囲を取り込んで測定を行うのが良い。

ツールバーの〔自動選択〕 ツールの部分をダブルクリックすれば〔自動選択〕の細かい設定を行うことも可能である。

3. 応 用

今回は花崗岩スラブについてのモード測定法について述べたが、試料は岩石スラブでなくて顕微鏡写真を用いても良い。操作する人が鉱物の鑑定が正確にできれば良い。フィルムスキャナーがあればフィルムからも読み込める。花崗岩に限らず、砂岩でも変成岩でも良い。また、色塗りされた地質図の各地質体の面積比を計算することも可能であろう。要するに色分けされたものの分布面積比の算出が可能である。

お わ り に

通常、筆者らはモード測定にあたって3,000~5,000ポイントを計測してきた。本報告の方法では例えばピクセル数は90,000以上におよぶ。このことは約20倍以上のきめ細かさでモードを測定したことになる。モード測定という根気のいる、そして目の疲れる作業も、この方法で行えば、迅速にかつ正確に測定できる。ただしこれは初版で、まだまだ改良の余地はあるものと思われる。例え

ば、複輝石斑れい岩に適用するためには鏡下でステージを回転させずに単斜輝石か斜方輝石を判定しなければならない。より良い方法を発見された方は是非お教え願いたい。

昭和30年に卒業論文を書かれた松里英男さんは、それまで先輩がモード測定を正の字を書きながら行われていたのをご覧になって、なんとか良い方法はないかと考えられた。当時国鉄の駅で数取器が使用されているのを見られて、それを下関機関区資材部から安価で取り寄せられ、板に造岩鉱物の数だけ固定してポイントカウンターを製作された。故村上允英先生との共同製作であったとのことである。それはその後約40年の長きにわたって使用された。筆者のひとり今岡も卒論ではそのお世話になった。まさに「デジタル化」の草分けであろう。末筆ながら、山口大学理学部4年の山道彩さんにはアルティメーターC040とフライテック3020のテストにあたり、御協力を頂いたことを記して感謝の意を表します。

文 献

- 原 郁夫, 1990, 日本の地質学の将来と学会の役割を考える—壮年は何を残すか。添田 晶先生退官記念論文集「鉱床学 Pro Memoria」, 144—148.
- 今岡照喜, 1995, 岩石の染色による造岩鉱物の観察—カリ長石の染色とモード測定法—。山口地学会誌, no. 35, 11—15.