

高知城周辺における地学フィールドワーク教材の開発と実践

A development and practice for earthsciences fieldwork materials
around the Kochi castle

南 寿宏* ,
村田 守**, 小澤 大成**, 香西 武**,
西村 宏***

* 772-8502 鳴門市鳴門町鳴門教育大学大学院学校教育研究科

** 772-8502 鳴門市鳴門町鳴門教育大学学校教育学部・自然系(理科)教育講座

*** 772-8502 鳴門市鳴門町鳴門教育大学学校教育学部・総合学習開発講座

Toshihiro MINAMI *

Mamoru MURATA **, Hiroaki OZAWA **, Takeshi KOZAI **,

and Hiroshi NISHIMURA ***

* Graduate School, Naruto University of Education,
Naruto, Tokushima 772-8502, Japan

** Natural Science Education(Science), Naruto University of Education,
Naruto, Tokushima 772-8502, Japan

*** Basic Human Science for Integrated Studies, Naruto University of Education,
Naruto, Tokushima 772-8502, Japan

抄録：高知県高知市の高知城において、地学の自然観察ルートを開発した。高知城は、4億年前の大陸地殻である黒瀬川帯を基盤とし、角閃石片麻岩や蛇紋岩、フズリナ石灰岩が観察できる。また、周辺の建物には、古生代、中生代および新生代の時代の異なる石灰岩や、花崗岩、流紋岩などの火成岩、高知県内の代表的な堆積岩が石材として使われていて、いろいろな地学現象を学習することが可能である。本教材は、高等学校の地学履修生を対象に開発したものであるが、小・中学校生にも充分対応できる。

キーワード：地球科学、フィールドワーク、高知城

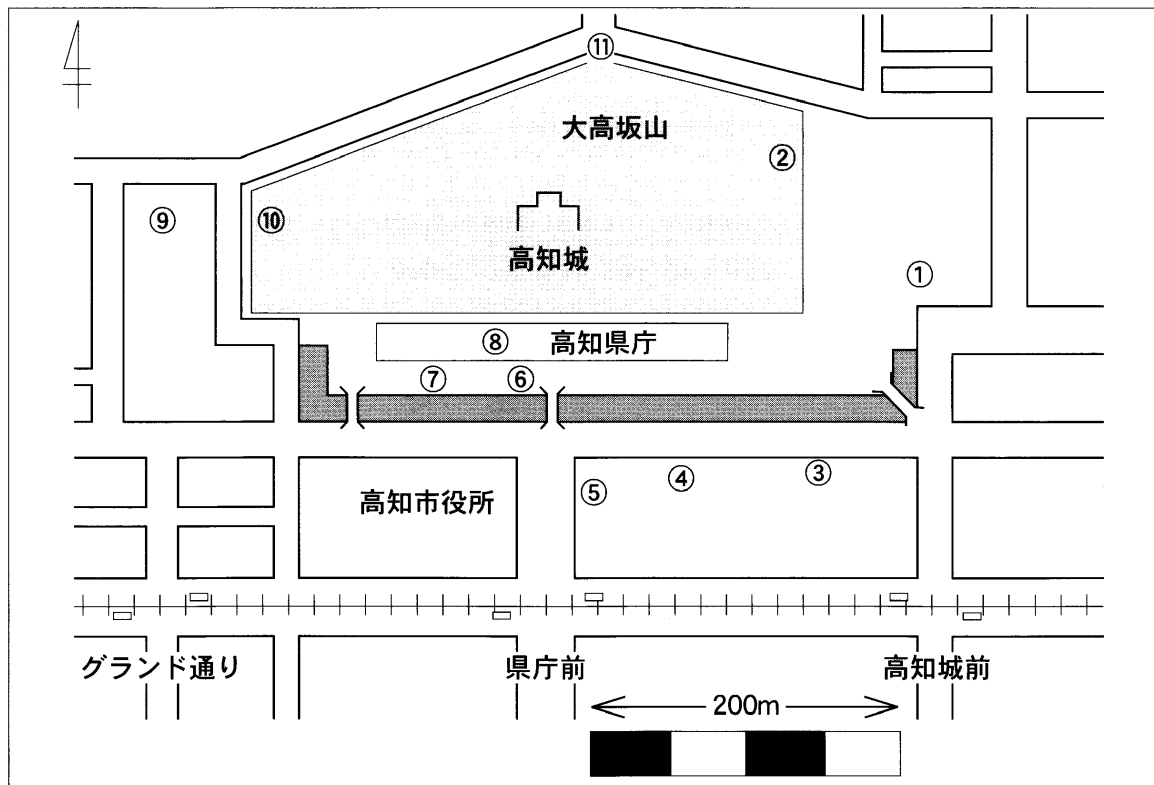
Abstract : A fieldwork route around the Kochi castle was developed. The castle is on the Mt. Odakasaka, where gneiss, serpentinite and fusulina limestone can be observed. As the limestone, dolomite, rhyolite and green tuff were used as construction materials on the field work route, sedimentary, igneous and metamorphic rocks can be observed within 90-minutes walk. The guide is suited for high school students, but would be applicable to primary and junior high school students.

Keywords : earthsciences, fieldwork, Kochi castle

1 はじめに

高等学校における「地学 I」の目標は、次のとおりである。「地学的な事物・現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め、地学的に探究する能力と態度を育てるとともに基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な自然観を育成する（文部省、1999）。」つまり、地学的な事物・現象についての観察、実験を行うこととされている。しかし、地学現象は、列島の形成過程を反映しているの、日本列島においてすべて同じ現象が認められるものではない。また、学校の

立地条件に大きく影響され、特に、自然が少ない都会の学校においては、周囲に適当な露頭がないため、特に地質に関する十分な自然観察を行うことができないことも多い。ところが、都会の学校でも、探せば、周辺に何らかの地学教材の観察が可能である。また、都会であることを逆に利用し、各建築物に使われている石材の中から豊富な情報を見つけることができる。したがって、教員が学校周辺をこまめに取材して地学的事象を探し出し、適当な観察ルートを設定すれば、そのルートに従って野外観察を行い、地学的に探究する能力・態度や科学的な自然観を育成することが十分可能である。



第1図 高知城一周コース

- | | | | |
|---------|---------|------------|------------|
| ①ドロマイト | ②角閃石片麻岩 | ③琉球石灰岩 | ④アンモナイト石灰岩 |
| ⑤緑色凝灰岩 | ⑥一等水準点 | ⑦高知県庁駐車場石庭 | ⑧流紋岩 |
| ⑨横倉山石灰岩 | ⑩蛇紋岩 | ⑪フズリナ石灰岩 | |

2 自然観察ルートの開発

高知小津高等学校は、高知市の中心部に位置し、周囲を官公庁や人家に取り囲まれているので、周辺には自然の露頭はない。同校から最も近くにある地学観察ポイントは、南東1kmにある高知城である。これは、標高39.8m、直径200mほどの大高坂山の山頂に建築されている。この大高坂山は、沖積平野に露出した古生代の基盤岩からなる。この大高坂山を観察しながら一周するのに、1～2時間を要する。また、この周辺は、高知県庁をはじめとする官公庁街になっており、県内外の主要な岩石が石材として使用されているので、併せて見学することができる。

地学野外観察コースを第1図に示した。以下に観察ポイントを示す。これらの番号は第1図にも記した。

本ルートは、1時間30分を要する。時間が比較的小さいので、周辺の高等学校で2時間続きの授業を利用して実施することができる。また、遠足等の野外活動でも利用できる。

また、本ルートでは、火成岩(⑦⑧⑩)、堆積岩(①③④⑤⑦⑨⑪)、変成岩(②⑦)を学習することができる。また、地震学習(⑥)にも適応している。

①ドロマイト(写真1)

高知城の追手門をくぐると、高知県立図書館の建物がある。その壁面には、ピンク色の岩石が塗り込められて

いる。この岩石がドロマイトである。この岩石は、鉱物のドロマイト(苦灰石)と混同されやすいので、白雲岩とも呼ばれる。主要構成鉱物はドロマイトである。炭酸カルシウムと固溶体をなし、 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ で表される。Mgの一部がFeによって置換されていることが多い(都城・久城, 1972)。

高知県には、秩父北帯にドロマイト鉱床が数箇所分布しており、高知市赤良木峠の赤良木鉱山からは中期石炭紀のコノドントが産出している(須槍ら, 1980)が、いずれも小規模で、このドロマイトが赤良木鉱山のものかどうかは不明。

②角閃石片麻岩(写真2)

大高坂山の基盤岩のほとんど大部分をしめて本岩が露出する。本岩は細粒～中粒で、主に斜長石・石英・角閃石からなり、斜長石と石英が優勢な優白色部と角閃石が多い優黒色部が片麻状を呈する(甲藤・吉倉, 1977)。これは、黒瀬川構造帯に属する。黒瀬川構造帯は、秩父帯北帯南縁から中帯北半にかけて、4億年の放射年代をもつ三滝火成岩類、寺野変成岩類、非～弱変成のシルル～デボン系などのレンズ状の岩体が東西方向にならんで点在する岩体の総称である(須槍ら, 1991)。生成当時、超大陸ゴンドワナの一部分が分離・北上し、アジア大陸に衝突したものと考えられる(平, 1990)。

本岩は緑レン石角閃岩相～角閃岩相の変成作用を受けた後、圧砕作用およびより低度の変成・変質作用をう

むったもので、寺野変成岩類に相当する変成岩であると考えられている(甲藤・吉倉, 1977)。

③琉球石灰岩(写真3)

丸ノ内ビルの正面階段に使われている石灰岩が琉球石灰岩である。これは、沖縄本島や宮古島などに広く分布している。サンゴ礁自体、もしくはサンゴの破片が堆積したものと考えられる。新生代第四紀更新世(数十万年前)という若い年代に形成されたので、岩石中に空隙が残っている(南, 1998)。脆弱だが密度が比較的小さいので、建築資材に多く用いられる。

④アンモナイト石灰岩(写真4)

こうち勤労センター1階廊下の床や壁にはピンク色をした石灰岩が使われている。床にはベレムナイトの、壁にはアンモナイトの化石断面が見られる。これらの化石から、中生代白亜紀(1億4000万年~6500万年前)ものと考えられる。ベレムナイトやアンモナイトは表面に殻を持つが、貝ではなく、イカやタコの仲間(頭足類)である。この種の岩石はイタリア産のものが多く輸入されているが、この石材の産地は不明である。

⑤緑色凝灰岩(写真5)

J A高知ビルの前の花壇には、凝灰岩が使われている。この岩石は、2000万年前に日本海が開き始め、日本列島が大陸から分離したときに噴出した火山灰が海底に堆積固化したもので、緑色に変質しているため、緑色凝灰岩(グリーンタフ)と呼ばれる。日本海沿岸に広く分布するが、栃木県大谷地方に産するものが有名で、大谷石と呼ばれ、石材として塀や壁などに使用される。岩石中の軽石の部分を変質して暗緑色~暗褐色の粘土鉱物(モンモリロナイト)となり、抜け落ちて空孔となることが多い。

⑥一等水準点(写真6)

水準測量の基準として、全国の主要国道沿いに2km間隔で設置されている標石もしくは金属票。測量の精度を高めるため、定期的に精密に測量されている。測量によって得られた隆起・沈降のパターンは、その土地の地殻変動を表しており、そのパターンを解析して過去のデータと照らし合わせることによって、地震の予知につなげることができる。

⑦高知県庁駐車場石庭(写真7)

高知県庁本庁舎前には、県内の代表的な岩石が置かれていて、ミニ博物館として地質の勉強が可能である。

黒色の岩石は玄武岩で、pillow(枕)という特殊な形状を示す部分が認められることから枕状溶岩と呼ばれている。枕状溶岩は、玄武岩溶岩が海底で噴出し、海水と接した部分は急冷され固まるが、未固結の部分が流れ出て急冷され固結することを繰り返すことで、枕状(俵状)の部分が集まっているのが見られる。この岩石の表面には、気泡が発泡したあとが多く見られる。マグマが深海底で噴出すると、水圧で発泡を押さえ込むので、この岩石は、水圧の低い、比較的浅い海底で噴出したものと考えられる。

赤色の岩石がチャートである。チャートは二酸化ケイ素の殻を持つ放散虫や珪藻が深海底で1000年に1mmというゆっくりとした速度で堆積・固結したもので、岩石中に陸源屑砕物を含まないことから、大陸から3000km以上離れた場所でできたものと考えられる。この岩石が鮮やかな赤色をしているのは不純物として酸化鉄を含んでいるためである。このことから、当時の底層水は、充分酸素を含んでいたことが分かる。

この庭園には、3種類の砂岩が展示されている。硬砂岩は、文字どおり、とても固い砂岩で、高知県に最も多く存在する岩石である。中村油石といわれる岩石は、比較的粗粒な砂岩で、この岩石は、弱い熱変成作用を受け、緻密で固いホルンフェルスと化している。どろごめ石は、風化によって穴が多くあいた細粒の砂岩である。足摺地方の国立公園内で見られる。

緑色の縞模様を持った岩石は、緑色片岩と呼ばれ、玄武岩等の塩基性岩石が地下20kmほどの深所で強い圧力による広域変成作用を受け、有色鉱物が緑泥石化したものである。高知県では、大豊町もしくは本山町の吉野川以北に分布する。

⑧流紋岩(写真8)

高知県庁本庁舎に入ると、床や壁に白っぽい石が使われている。床は花こう岩、壁は流紋岩である。花こう岩の産地は不明であるが、流紋岩は高知県北部の、いの町吾北地区の新生代中新世(1400万年前)のものである。この流紋岩は、薄赤い模様の流れが虎に似ているので、「とら石」という愛称がある。

花こう岩と流紋岩は、同じ組成を持つマグマが冷却したもので、長時間かけてゆっくり冷却し、すべて結晶化したものが花こう岩、急速に冷却したためにすべて結晶化せずガラス質が残ったものが流紋岩である。

⑨横倉山石灰岩(写真9)

高知森林管理局玄関には、ピンク色の石灰岩が使われている。高知県越知町横倉山の石灰岩で、古生代シルル・デボン紀の(約4億年前)のものである。この石灰岩は、「とさざくら」という商品名で販売されており、表面にはクサリサンゴやハチノスサンゴを多く含む(写真はクサリサンゴ)。

この石灰岩は、高知市立市民図書館、高知県立高知東高等学校など、多くの建物にも使われている。

⑩蛇紋岩(写真10)

蛇紋岩は四国森林管理局沿いの山腹に露出するが、東側の角閃石片麻岩②とは、走向N20°Wの断層関係である。全般的にかなり変形を受けて、しばしば片状構造を示している(甲藤・吉倉, 1977)。この岩石は、マントル構成物質であるカンラン岩中のカンラン石が熱水と反応し、緑色の蛇紋石に変質したもので、蛇の紋様に似ているので蛇紋岩と呼ばれる。高知市北部に数列、レンズ状に貫入しているが、特に高知市北西部では大規模に分

布しており、肥料や土壌改良剤として採掘・輸出されている。

⑩フズリナ石灰岩（写真11）

高知城北麓のすべり山沿いの歩道上には、約2mの高さでつきだした石灰岩礫岩がある。この岩石は、秩父帯中帯高岡層に属し、高知城基盤岩の角閃石片麻岩とN80°Wの断層で接する。表面に、古生代の最後の紀であるペルム紀に生息していた *Neoschwagerina* や *Fusulinella* などのフズリナを多く含み、高知市保存天然記念物に指定されている（甲藤・吉倉，1977）。フズリナは体長数mm以下の底生有孔虫で、示準化石として有名である。

3 自然観察コースの実践および結果

(1) 実践

本コースの実践は、地学選択生を対象に、岩石分野が終了した段階で行っている。地学選択生は数が少ないので、1名で引率、説明しているが、1クラス全員（40名前後）を指導する場合は、複数教員の引率が望ましい。

教育効果を高めるため、各生徒にA4判の観察ノート（形式は自由）を持たせ、所要所で観察記録させることが必要である。

(2) 結果

理科は、自然の事物・現象について学ぶ教科であり、地学で学ぶ事物・現象は、野外での観察によって習得されるものである。しかし、学校の内部事情等によって、室内の観察で代用されたり、あるいは、ほとんど行われていないのが現実である。

児童・生徒は本来、体を動かして勉強するのが好きであり、また、そのほうがより豊かに習得できると考え、野外活動授業を実践してきた。授業終了後、自由形式でアンケートを行っている。その中から一部紹介する。

2年生女子の感想として、「地学ではビデオを見て勉強したり校舎から出て直接見て歩いて学ぶことができたので普段何気なく通っていた道の横の岩とか城のまわりのところとか、いろいろわかることができました。」というのがあった。この生徒は入学時は必ずしも理科が好きではなかったのだが、野外活動を通じて地学に興味を覚え、地学関係の学科に進学し、高等学校の理科の教師を志望して活動している。この種類の感想は多く、「一番心に残っている授業といたら高知城まで行ったこと（2年生女子）」、「これからもいろいろな所へ行ってほしい（2年生男子）」というのがあった。

本野外活動は2年生の岩石教材として開発したものであるが、3年生も、日本列島の起源を学習する際に、別ルートで野外観察を行っている。3年生女子の感想として、「2年の時は、全く教室から出してもらえず、とても“たいくつ”と“楽しくない”というのが地学の授業の印象でした。が、しかし3年になって、かなり地学が楽し

くなりました。私は、すぐにねむくなる人なのですが、あれほど実験をしてくれるとねむくなりません。」というのがあった。彼女の2年生の時の授業担当者は、教科書中心の授業を行い、あまり観察・実験をしなかった。そこで、3年時に観察・実験をまとめて行ったことに対する感想である。十分な学習効果があったことが読み取れる。

4 おわりに

教科活動において、野外で活動することは、体育や職業教科などの一部の科目を除き、稀である。児童・生徒は、本来、教室でじっとしているよりも、体を動かすことを好むのであるが、野外活動の時間は、学年が進むにつれて減少していき、高等学校では皆無に近くなる。地学は野外現象を扱う学問であり、野外での観察・実験が欠かせない。高校生に適切な野外活動のメニューを準備し、現地で指導を行えば、本来大好きな野外活動であり、その学習効果は高いと言える。

学校周辺で野外開発ルートを開発するというと、大変なように感じるが、学校の立地条件を考慮した観察ルートを作成することで比較的容易である。指導者が地学事象を発見する目を持って丹念に路上を観察すると、意外に多くの事象が目飛び込んでくる。それらをまとめ、教育効果が上がるように再構築すれば完成である。実際、官公庁街に立地し、自然に恵まれていない高知小津高等学校でも、ルートを5種類ほど開発している。

本研究は、高等学校を対象に行ったものであるが、学習目標を合わせることで、小・中学校で行うことも可能である。

本コースの開発にあたって、高知大学の吉倉紳一教授、高知地学研究会の川澤啓三会長、川添晃副会長には、コースの地質に関してご教示いただいた。高知県立高知小津高等学校の先生方には、実習の実施に際して種々ご配慮をしていただいた。厚くお礼申し上げます。

引用・参考文献

- 甲藤次郎，吉倉紳一，1977，高知城の地質．高知大学学術研究報告（自然科学），26，85-90．
- 南 寿宏，1998，第7回野外見学会のご報告．高知地学研究会会報，10，2-6．
- 都城秋穂，久城育夫，1972，岩石学Ⅰ．共立全書，pp.219．
- 文部省，1999，高等学校学習指導要領，pp.405．
- 須槍和巳，桑野幸夫，石田啓祐，1980，御荷鉢緑色岩類およびその周辺の層序と構造—その1．高知県中央部土佐町・本山町地域—．徳島大学教養部紀要（自然科学），13，63-82．
- 須槍和巳，岩崎正夫，鈴木堯士編，1991，日本の地質8 四国地方．共立出版，pp.266．
- 平 朝彦，1990，日本列島の誕生．岩波新書，pp.226．

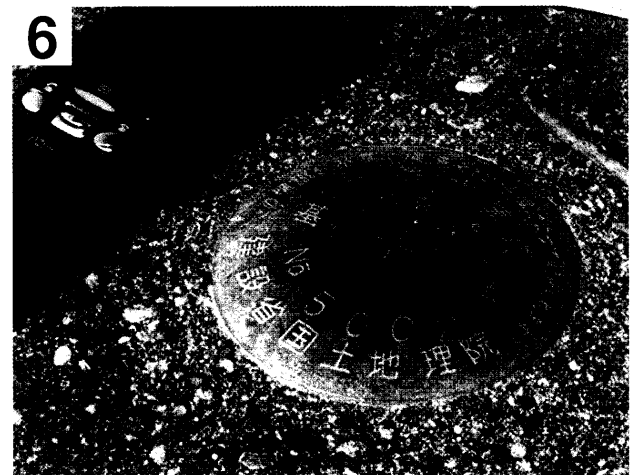
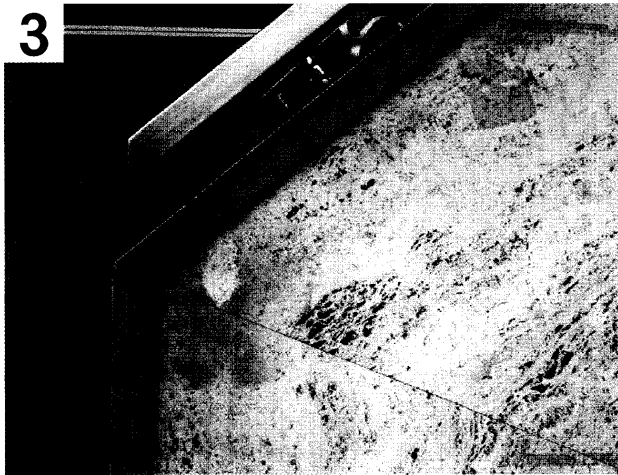
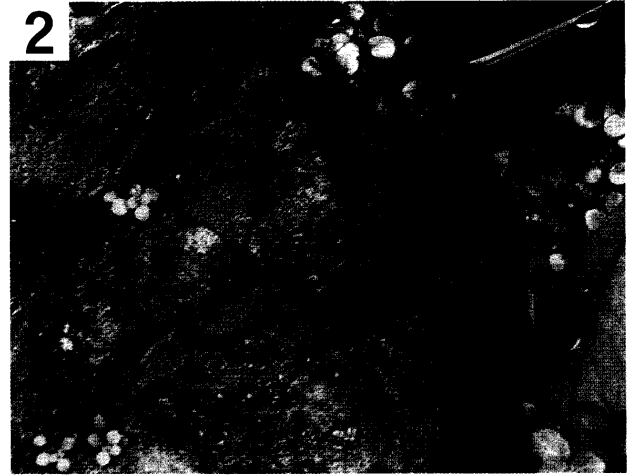
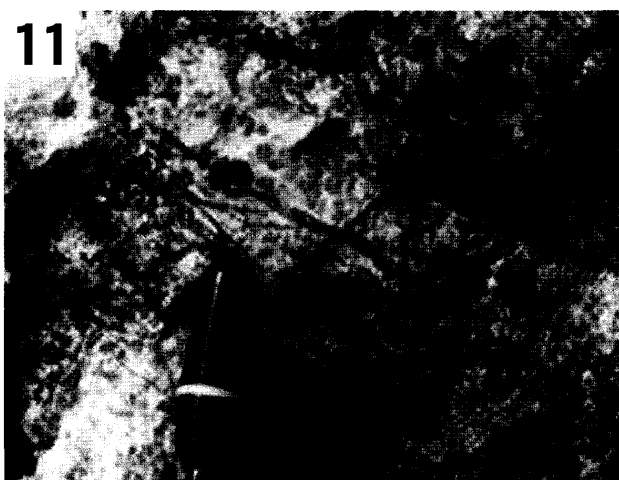
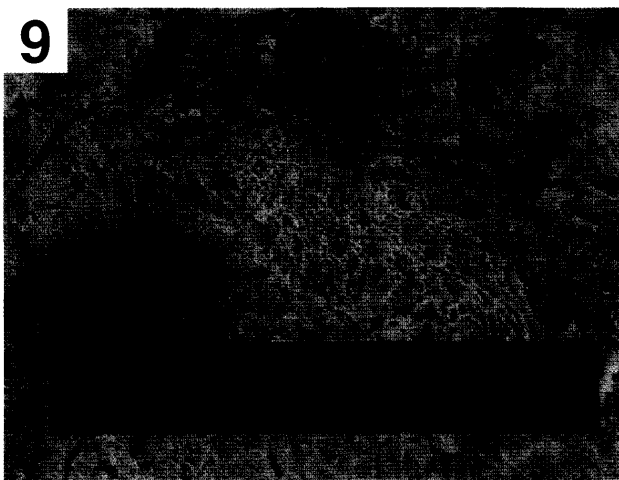
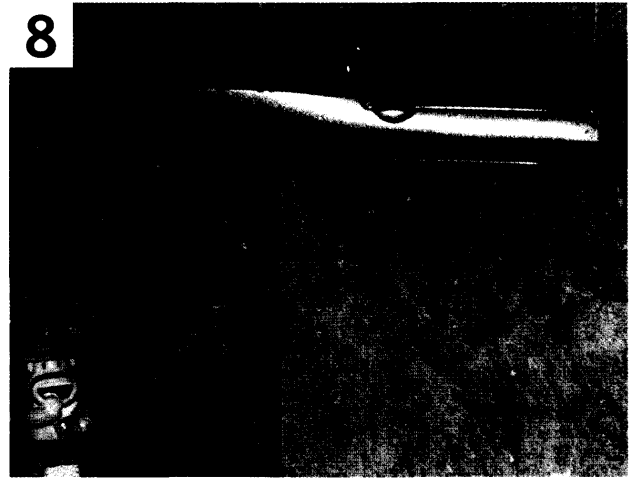
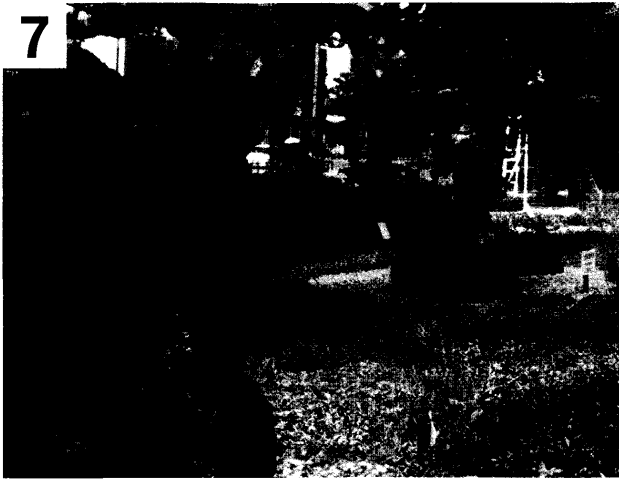


写真 I

- 1, 高知県立図書館のドロマイト；2, 大高坂山の角閃石片麻岩；3, 丸の内ビルの琉球石灰岩；
4, こうち勤労センターのアンモナイト化石；5, JA高知ビル前の緑色凝灰岩；6, 一等水準点



写真のスケール
 携帯電話（長さ 12 cm）
 アンテナ先端（長さ 2 cm）

写真Ⅱ

7, 高知県庁の石庭；8, 高知県庁本庁舎内壁の流紋岩；9, 高知森林管理局玄関の横倉山石灰岩；
 10, 高知森林管理局沿いの山腹の蛇紋岩；11, 高知北麓すべり坂のフズリナ石灰岩