

# 理科学習における地質ボーリング資料の利用

——仙台地域を例とした展開方法——

\*川 村 寿 郎

Utilization of geological boring materials in the school science study:  
Developments in the Sendai area as a model case

KAWAMURA Toshio

## Abstract

Geological boring data including the columnar section and lithological specimens are useful material to learn the geological strata under flat or urban lands. The boring columnar section has been recently available from the geological information on WEB. As the viewpoints of utilizing in elementary and secondary school science, the boring data are effective to teach not only lateral expansion but vertical pile of the strata indicating ancient environment and history based on the law of superposition. Past fan-river plane is reminded from the boring specimens of gravel and sand deposits in the terrace plane area. Also, geohistory of submergence and reclamation through the Holocene post-glacial transgression can be studied from the columnar section and boring specimens of marine or beach sands in the alluvial plane area. These developments in the science classes are predicated on the boring data at several schools in the Sendai area and are furthermore generally applied to many schools located on plane areas in Japan.

**Key words :** geological boring (地質ボーリング)  
columnar section (柱状図)  
boring specimen (ボーリング標本)  
river terrace plane (河岸段丘面)  
coastal alluvial plane (海岸沖積平野)  
school science material (理科教材)

## 1. はじめに

地質ボーリングとは、大きな建造物の地盤地質の調査、あるいは地下の目的物（地下水・温泉・石油など）を得るために、地下深くまで円筒状の孔または井戸を掘る方法（試孔・鑿井）である。地質ボーリングの調査結果は、通常、地下の深度に応じた地層の重なりを

示す柱状図と種々の検査結果が添付された報告書と実際に掘削された地質標本サンプル（試料）からなる資料として保存される（図1）。

学校校舎の建築や増築の際には、必ずボーリング調査が実施されることになっている。また、緊急時避難所となる学校では、水を確保するために井戸ボーリングが掘られることもある。これらのボーリング資料は

---

\* 宮城教育大学理科教育講座



図1 地質ボーリング現場と地質ボーリング資料

A. ボーリングの様子。2012年12月宮城教育大学理科学学生実験棟棟戸掘削工事。B. 地質ボーリング資料の例。報告書（左）と地質サンプル（右）。資料としてボーリング柱状図（右）が添えられる。サンプルは軟弱地盤の場合には管瓶入りとなる。管瓶には番号、採取深度、岩相、採取年月日などを記したラベルが貼付される。地質標本ケースは横幅50cm。管瓶は長さ9cm、外径4cm。宮城教育大学理科学学生実験棟棟戸ボーリング資料。

通常、施工業者から教育委員会や施設管理担当部局に提出された後、各学校に保管される。しかし、建築が古い、あるいは保管が十分でないことなどから、すべての学校でボーリング資料が存在しているとは限らない。さらに、保管されている場合においても、実際に理科の授業で教材として利用している学校や教師はきわめて少ない。その理由として、ボーリング資料の柱状図やサンプルの見方について教師が必ずしも理解していないこと、教材としての利用方法が十分確立しておらず、実践事例も未だに乏しい現状にあること、などがあげられよう。

大きな建築物が集中する都市部は台地や平野低地にあり、建築の際に多くの地質ボーリング調査がなされて資料が蓄積されてきている。近年、これらのボーリング資料は、定型化されてデータベースとして整備されるとともに、地盤地質情報として一般公開されるようになった。高度な地質情報の共有により公共事業の効率化や地域の地盤リスクの回避を図ることを主な目的として、国や各自治体、地質関連の研究機関や学協会などから、全国または各地域のボーリング資料がWEB上で提供されている。仙台地域を例にとると、「みちのくGIDUS - とうほく地盤情報システム」(<https://tkkweb02.tohokuck.jp/>)において、これまで公共建築工事等で得られたボーリング柱状図を閲覧することが可能となっている。すなわち、学校の近隣でのボーリ

ング資料は容易に入手できるようになったことから、それを教育の場でも利用できる状況は十分整いつつある。

本報告は、小学校・中学校での理科学習においてボーリング資料を如何に利用してゆくか、その基本的観点について検討する。ボーリング資料は、平坦な地形の広がる台地や低地、あるいは開発が進んだ市街地などにおいて、近隣に地層の観察適地がない場合に利用されることが多い。本報告では、そうした地形・地勢の状況が広がる仙台地域の実例を基にして、立地条件に応じたボーリング資料の特徴とそれをふまえた学習の展開方法を提示する。

## 2. 小学校・中学校理科における地質ボーリング資料の取扱い

### 1) 学習指導要領解説と教科書の内容

現行の「小学校学習指導要領解説理科編」(文部科学省, 2008a)では、第6学年の学習単元「(4) 土地のつくりと変化」の内容の取扱いとして「土地の構成物を調べる際には、例えば、地質ボーリングの資料を利用することが考えられる」とされている。同じく現行の「中学校学習指導要領解説理科編」(文部科学省, 2008b)では、第2分野の学習単元「(2) 大地の成り立ちと変化 イ 地層の重なりと過去の様子」の内容の

取扱いとして「地層の広がり方の規則性については、離れた地点の地層を対比したり、地域のボーリングについての資料を活用して柱状図を並べて対比したりすることにより見いださせる。」とされている。これに準じて、小学校理科の教科書では、ボーリング資料のサンプルの写真が掲載されて、サンプルを観察して層の積み重なり方や地層の広がりについて調べることが記述されている。また、中学校の教科書では、ボーリングの様子やサンプルの写真とともに、複数のボーリング資料の柱状図が対比されて、地層の広がりを示す図が掲載されている。

## 2) 問題点

教科書中のボーリング資料の取扱いと記述は、小学校と中学校とでは多少異なるものの、地層の重なりが柱状図として示される点では共通する。しかしその重なりに関しては、地層の見方の基本である「地層累重の法則」に基づいた地層の上下関係が新旧関係を表すという時間的な概念が導入されておらず、その概念に基づいて土地の成り立ちの変化（または地史）まで言及されていない。特に中学校理科では、同じ学習単位の中で地質時代を取扱うことから、ボーリング資料を使って時間的な変化を具体的に知るような展開となっていない。一方で、小学校・中学校ともボーリング資料による地下での地層の広がりが強調されているが、複数のボーリング資料が揃って保管されていることは極めてまれであり、また、サンプルに見られる岩相から側方への連続性を類推することは難しいため、実際のボーリング資料の利用としては現実的でないと言える。

## 3. 仙台地域の地質ボーリング資料の例

### 1) 仙台地域の地形と地盤地質の概要

仙台地域は、5万分の1地形図規模の中地形としては、丘陵、台地、低地に大きく区分される（北村ほか、1986）。丘陵は標高60～300mで北西部に広がり、七北田川、広瀬川、名取川で区切られて、北から富谷、七北田、青葉山・茂庭、高館の各丘陵に分けられる。低地は標高20m未満で、仙台湾に面する東西幅30～60kmの海岸平野であり、宮城野平野と呼ばれる。台地は標高20～100mで、丘陵と低地との間にあり、七北田川、広瀬川、名取川の各主要河川に沿った河成段丘を形成してい

る。仙台市街地は台地を中心として、丘陵・低地にも広がる。各地形区分における数十mの深度の地盤は、以下のような地質から構成される（図2）。



図2 仙台地域東部の地質概略図と地質ボーリング資料例の位置  
地質図は（独）産業技術総合研究所地質調査総合センター「日本シームレス地質図」(<https://gbank.gsj.jp/seamless/>)を基にして地質単元を塗色改変。基盤の地形画像はGoogle Earthを使用。

【丘陵】主に新第三紀中期中新世～鮮新世の固結した堆積岩類や火山岩類からなる。青葉山丘陵では中期更新世に形成された河成段丘の未固結堆積物層に覆われる。

【台地】新第三紀後期中新世～鮮新世の半固結～固結の堆積岩類の上位に、中期～後期更新世に形成された河成段丘の未固結堆積物が覆う。段丘は高位より、台の原段丘（約10万年前）、仙台上町段丘（5～6万年前）、仙台中町段丘（約2.6万年前）、仙台下町段丘（約1.9万年前）に区分される（田山、1933；北村ほか、1986）。

【低地】完新世（約1万年前以降）の未固結沖積層からなり、海岸平野では下位より、基底礫層、下部陸成砂礫層、中部泥層（陸成・海成）、上部砂層（海成・風成）、頂部陸成層に区分される（松本、2005）。頂部陸成層は小地形に応じて、主要河川沿いでは自然堤防と後背湿地、臨海部では砂浜と浜堤砂の各堆積物からなる。

### 2) 丘陵・台地における地質ボーリング資料の例

【宮城教育大学】宮城教育大学構内では2012年に理科学学生実験棟井戸で深度250mまで、教育復興支援センターで深度20mまでそれぞれボーリング掘削され、それらの資料が保管されている（図1）。理科学学生実験棟井戸では深度15mまで、中期更新世の河成段丘堆積物である青葉山層であり、その下位には鮮新世向山層

の半固結陸成堆積岩類、後期中新世三滝層の火山岩類、綱木層の固結堆積岩類が順次存在する(図3)。三滝層には30m以上の安山岩溶岩を含む。教育復興支援センターでは深度20mまで青葉山層からなり、それはさらに深度5.5m以上の越路火山灰と深度5.5m以深の二ツ沢礫層に細分される(図3)。青葉山層二ツ沢礫層は、泥質又は泥質の基質中に安山岩や凝灰岩などの円礫を含んでおり、全体的に赤褐色となっている(図5)。

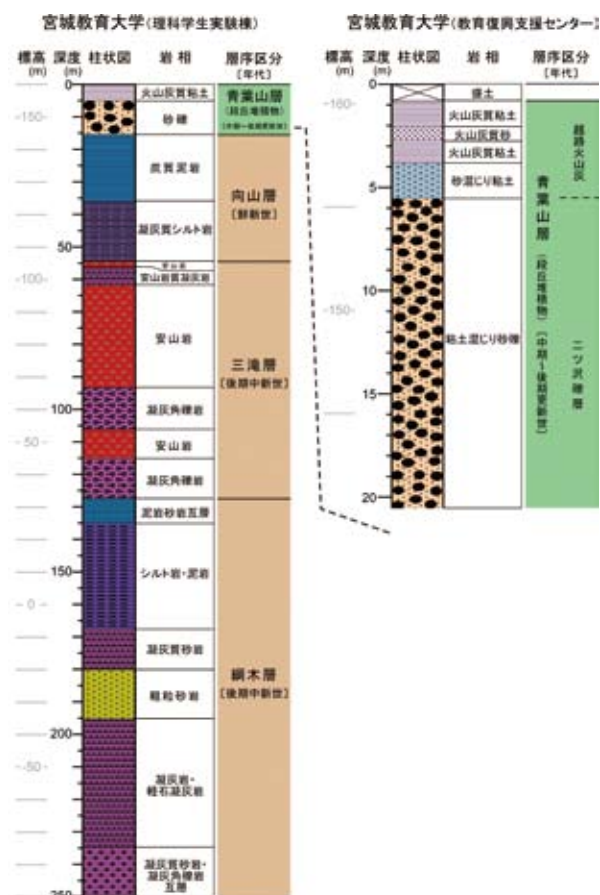


図3 丘陵・台地(高位段丘)における地質ボーリング柱状図:宮城教育大学の例

標高は国土地理院「電子国土」(<http://portal.cyberjapan.jp/site/mapuse4/index.html>)で表示される概略標高であり、掘削地点深度0mの標高を正確に表すものではない。

【宮城教育大学附属小学校】深度6mまでは仙台中町段丘面をなす後期更新世の河成段丘堆積物(北村ほか, 1986)の層である(図4)。この段丘堆積物層は深度2mまで粘土層(一部泥炭質)であり、深度2~6mまでは砂礫層である。深度6m以深では鮮新世竜の口層の固結したシルト岩である。近隣では竜の口層から海生貝化石が産出する。

【仙台市立原町小学校】深度5mまでは台の原段丘面

をなす後期更新世の河成段丘堆積物(北村ほか, 1986)の層である(図4)。この段丘堆積物は主に砂礫層であり、安山岩、凝灰岩、流紋岩などの円~亜角状中礫と粗粒砂~細礫からなる(図5)。深度5m以深では鮮新世亀岡層の半固結凝灰質シルト岩であり、亜炭層をはさむ。

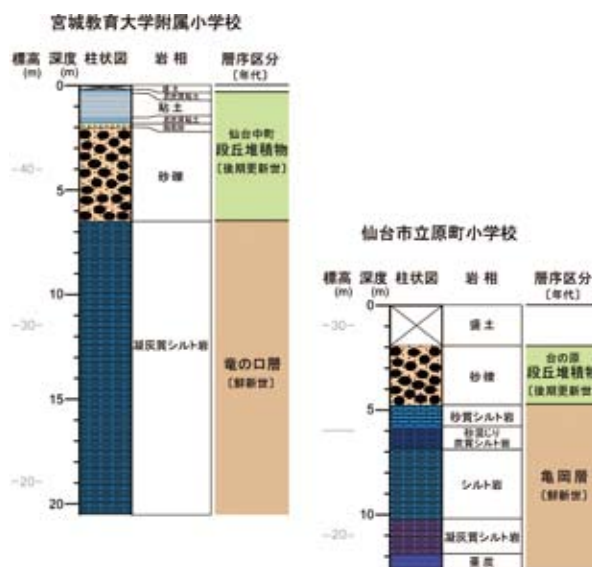


図4 台地(中位段丘)における地質ボーリング柱状図:宮城教育大学附属小学校及び原町小学校の例  
標高については図3の説明を参照。

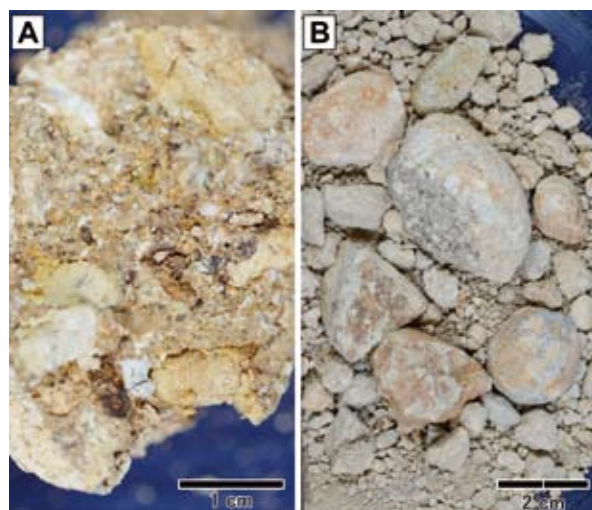


図5 段丘堆積物の写真

A. 高位段丘堆積物(青葉山層)の砂礫。赤褐色に風化した砂泥基質中に中礫を含む。礫は亜円~亜角状で淘汰は悪い。宮城教育大学教育復興支援センターボーリング深度16.15~16.45m。B. 中位段丘堆積物の砂礫。礫は流紋岩・凝灰岩・安山岩などの円~亜円礫で淘汰は悪い。原町小学校ボーリング深度4.15~4.28m。

### 3) 低地における地質ボーリング資料の例

【名取市立増田小学校】深度4mまでは植物化石片(図7)を含むシルトであり、頂部陸成層に相当する(図

6)。深度4～7mは淘汰の比較的良好な細粒～中粒砂であり、円磨された石英や長石類に富む砂粒からなる。この層は上部砂層に相当するとみられる。深度7m以深は砂礫層であり、下部陸成砂礫層に相当する。砂礫は淘汰の悪い細粒～極粗粒砂が主で、細礫～中礫が混じる。

【名取市立下増田小学校】深度2mまではシルトであり、頂部陸成層に相当する(図6)。深度2m以深は主

に淘汰の良い細粒～中粒砂であり、上部海成砂層に相当する。砂粒として石英・長石類・苦鉄質火山岩類が多く、黒雲母が普通に見られる(図7-C)。貝殻破片や有孔虫殻などの海生動物化石が一部に含まれる(図7-D)。

#### 4. 地質ボーリング資料を使った学習の展開

##### 1) 展開可能な学習内容

地質ボーリング資料を教材とする場合、利用方法として、①サンプルの観察とその成因、②サンプルを並べた柱状図の作成、③柱状図の読み取りと時間的解釈、④複数の柱状図による地層の対比と連続性の推定、⑤その他のデータの活用、があげられる。①はサンプルの観察による構成内容の確認であり、地下に存在する物質を実際に認識することである。特に、海浜砂や亜炭などの特徴的な岩相あるいは海生化石の含有は、地層の成因となる堆積環境を直接指示する。また、火山灰(凝灰岩)層は過去の火山噴火による土地の成り立ちを直接物語る。②はボーリング深度を基準としたサンプルの配列と岩相区分によって柱状図を実際に作成する。③は資料中の柱状図や②で自ら作成した柱状図の上下関係から、地下の地質の成り立ちについて、①をふまえて推測する。④は資料中の柱状図のみならず周辺地域のボーリング資料の入手による複数の柱状図を対比して地層の連続性と地下の地質構造を推定することであり、教科書に掲載される内容に類似する。⑤は柱状図に付記される標準貫入試験結果(N値)から地盤強度を認識する、あるいは孔内水位データで地下水の存在と液状化の可能性を認識するなどの発展内容である。以下では、①～③の具体的な利用方法として、仙台地域のボーリング資料例に基づき、台地と低地における各学習展開の観点を提示する。

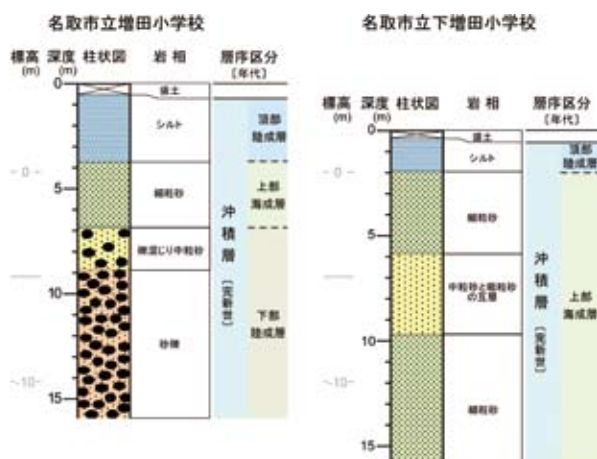


図6 低地(沖積平野)における地質ボーリング柱状図: 増田小学校及び下増田小学校の例

標高については図3の説明を参照。

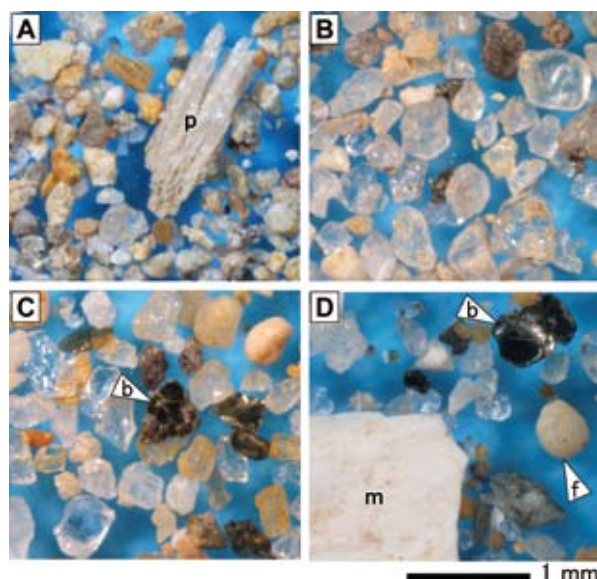


図7 低地のボーリングサンプルの実体顕微鏡写真

A. 頂部陸成層の砂粒。砂粒は亜角～角状で淘汰は悪い。植物片(p)を含む。増田小学校ボーリング深度2.15～2.45m。B. 中部海成層の砂粒。砂粒は円～亜円状で石英・長石類に富む。増田小学校ボーリング深度4.15～4.45m。C. 中部海成層の砂粒。砂粒は円～亜円状で石英・長石類のほか、黒雲母(b)を含む。下増田小学校ボーリング深度4.15～4.45m。D. 中部海成層の砂粒。二枚貝の貝殻破片(m)や有孔虫殻(f)の化石を含む。砂粒は石英・長石類のほか、黒雲母(b)を含む。下増田小学校ボーリング深度15.15～15.45m。

##### 2) 台地での展開 一段丘礫の観察と過去の河床の推察

台地の地盤をなす表層部では、一般に河成段丘堆積物が存在する。この堆積物は過去の河川流路に沿って運搬され堆積した砂礫を主とし、後背湿地で堆積した泥や火山灰の層を伴う。仙台地域の広瀬川や名取川に沿った河成段丘堆積物では、円磨された礫も多く含まれ、礫種には上流の仙台西部の丘陵や山地に分布する

中期～後期中新世の火山岩類や堆積岩類が多い。前述の仙台地域の例では、宮城教育大学・宮城教育大学附属小学校・原町小学校の各ボーリング柱状図の上部を占めている（図3・図4）。

ここでは、小学校での学習を想定して、過去の学校周辺の土地がどのような場所であったのか推察することを主題とした展開とする。ボーリング上部のサンプルの観察を通じて、砂礫であること、礫が円磨されていること、礫が遠方の山々の岩石であること、の確認結果に基づき、それがどこでどのようにして堆積したものか、礫の運搬と堆積場について推測させる。近隣の川の河原に類似することから誘導して、砂礫が過去に近隣を流れる河川（仙台地域では広瀬川、梅田川、名取川など）で上流から運搬され堆積した河床の砂礫であることを想起させる。

### 3) 低地での展開 ー海成層の確認と海底の埋め立ての推察

日本の海岸平野の低地では多くの場合、陸成層の下位には縄文海進の時期に堆積した海成層、さらに下位には基盤を覆う陸成層が存在する。これは約1万年前以降の後氷期の海水準上昇による沈水とその後の河川からの土砂供給による埋積として一般に理解されている（例えば、貝塚ほか、1985）。仙台地域では、仙台湾に面する平野部東部の地下において、厚さ数mの砂～シルト（頂部陸成層）の下位に淘汰の良い細粒～中粒砂（上部海成層）があり、その中に海生の貝殻などが含まれる。さらに下位には中部泥層（陸成・海成）や砂礫層（下部陸成層）がある。前述の仙台地域の例では、増田小学校・下増田小学校の各ボーリング柱状図に示される（図6）。これら一連の沖積層の成り立ちは、松本（2005）によって、氷期に形成された扇状地（基底陸成層の形成）が、約1万年前～約6000年前の急速な海水準上昇による沈水と西方への海岸線後退（中部泥層～上部海成層の形成）、その後の名取川や阿武隈川などからの土砂供給と埋め立てによる東方への海岸線前進（頂部陸成層の形成）として描かれている。

ここでは、中学校での学習または小学校の発展的学習を想定して、現在の学校周辺の土地がどのようにしてできてきたのかを推察することを主題とした展開とする。ボーリング柱状図とサンプルを観察しながら、下部は細粒砂であり、中に化石が含まれること、下部

の砂粒は石英や黒雲母が多く、淘汰がよいこと、上部は植物片混じりの泥であること、の確認結果に基づき、下部と上部がそれぞれどのような場所で堆積したのかを推察させる。その際、下部の砂粒が現在の海浜砂に類似する点や上部の泥が湿地や干潟の泥に類似することに着想させる。柱状図の地層の重なりが新旧を表すことを確認して、かつての海底・海浜から、やがて時間とともに陸の干潟・湿地に変わって現在に至っていることを想起させる。前述の文献資料などから堆積した年代の説明を加えて、河川からの土砂の運搬・堆積によって土地ができてきたことを理解させる。

## 5. おわりに

地質ボーリング資料は、本報告で提示したように、地層の側方への広がりを理解するばかりでなく、上下方向の重なりから、過去の土地の環境や現在に至るまでの変化を理解するのに役立つ。そのため、柱状図やサンプルの保管を守るとともに、授業でも積極的に教材として利用することが望まれる。今後は、ボーリング資料の見方や利用方法に関する講習会などを通じて、理科担当教師が理解を深めてゆくことが必要である。また、WEB上で入手する柱状図データも含めて、定型化されたボーリング柱状図は、実際には児童生徒ばかりでなく教師にもかなり判りづらい。岩相のハッチや記載はより簡略的な形に変更して示さなければならず、そのための教材作成支援も必要とされる。

## 謝 辞

仙台市立原町小学校、名取市立増田小学校、同下増田小学校には、各学校に保管されるボーリング資料の貸借とサンプルの検討を許可していただいた。原町小学校の山中由衣教諭、増田小学校の大滝 学教諭には、授業でのボーリング資料の利用に関して議論していただいた。（株）テクノ長谷の小野寺公教氏には、仙台地域の地質ボーリングデータに関してご教示いただいた。宮城教育大学施設課には、学内の既存ボーリング資料の提供とサンプルの研究利用に便宜を図っていただいた。研究室の築館佑樹君と大越健雄君には資料整理に協力していただいた。以上の方々に記して感謝す

る。本報告の研究は、JSPS 科学研究費補助金（基盤研究（C）、課題番号24501089、研究代表者：川村寿郎）の助成を受けたものである。

## 文 献

- 貝塚爽平・成瀬 洋・太田陽子（1985）日本の自然 4 日本の平野と海岸. 226 p., 岩波書店.
- 北村信・石井武政・寒川旭・中川久夫（1986）仙台地域の地質. 地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）. 地質調査所, 134 p.
- 松本秀明（2005）3-4 仙台平野とその周辺地域. 小池一之・鎮西清高・田村俊和・宮城 豊彦（編）日本の地形 3 東北, p. 114-123, 東京大学出版会.
- 文部科学省（2008a）小学校学習指導要領解説 理科編. 105 p.
- 文部科学省（2008b）中学校学習指導要領解説 理科編. 149 p.
- 田山利三郎（1933）北上山地の地形学的研究, 其一, 河岸段丘. A 仙台近傍の河岸段丘. 斎藤報恩会学術研究報告, no. 17, 138-150.

（平成25年 9 月30日受理）