

# 自然を読む力を育成する野外観察授業

## —札幌市三角山の観察—

### Field observation lesson to educate the reading ability of nature information

#### — Observation of Sankaku-yama in Sapporo city —

岡本 研<sup>1</sup>

Kiwamu Okamoto<sup>2</sup>

#### 要旨

地学実験の授業の中で、札幌市三角山での野外観察授業を行った。野外観察では、「何を見せ、何を考えさせるか」が最も重要である。観察の視点を与えた上で、岩石・地層・地形・植物等の観察を行い、自然情報を読み取り、過去に起きた出来事について推定・考察させ、考えを表現するアクティブ・ラーニング型授業を行った。自然に対する見方や考え方の変化について検討を行うとともに、科学的思考力を育成する地域地質の教材化の視点で三角山について検討した。

#### Abstract

At the "Earth science experiment" class, I conducted an field observation lesson of "Sankaku-yama" in Sapporo city. The most important thing in field observation is "what to show and what to think". I gave college students a viewpoint of observation, observed rocks, strata, topography, plants, etc, and conducted classes to estimate and consider events occurred in the past. I carried out "Active Learning" lessons to read nature information and examined changes in the way to the thinks for nature of college students. At the same time, I examined the possibility of "teaching material of regional geology" for nurturing scientific thinking abilities.

**キーワード：** 野外観察, アクティブ・ラーニング, 科学的・総合的な考え方

**Keywords:** Field observation, Active learning, Scientific・Comprehensive thinking

#### 1. はじめに

本学では、中学校・高等学校の教員免許（理科）や学芸員資格の取得を目指す学生を主な対象とした「地学実験」を開講しており、この授業の中で本年度より野外観察授業を実施することにした。野外観察を通して学生の自然に対する科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成することを目的とし、以下の2つの観察コースで春学期（前期）2回（13名）、秋学期（後期）2回（18名）、大学のバスを利用して実施した。

<sup>1</sup> 東海大学札幌教養教育センター, 〒005-8601 札幌市南区南沢5条1丁目1-1  
; E-mail: kiwamu@tsc.u-tokai.ac.jp

<sup>2</sup> Liberal Arts Education Center, Sapporo Campus, Tokai University, 5-1-1-1 Minamisawa, Minami-ku, Sapporo 005-8601, Japan; E-mail: kiwamu@tsc.u-tokai.ac.jp

【観察コース1】硬石山（安山岩・柱状節理・断層）→石山緑地（凝灰岩層）→藻南公園（ハイアロクラスタイト，砂岩層）

【観察コース2】三角山（地形・安山岩・ハイアロクラスタイト・植生）

この2つのコースにおいて主に火成岩と堆積岩を観察したが、応用的な観察物として水中破砕堆積物であるハイアロクラスタイト，火砕流堆積物である溶結凝灰岩，安山岩の柱状節理の観察や，地形や地質構造，動植物等の観察等を行い，科学的・総合的に過去の出来事を推定・考察させた。今年度計4回実施した野外観察授業のうち，三角山で実施した2回の授業実践について報告する。

## 2. 野外観察の重要性

2016年12月，次期学習指導要領の改訂に向けて，中教審答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」が発表された。その中で，『主体的・対話的で深い学び』の実現が強調され，体験的な学習の重要性についても述べられている〔中教審 2016〕。野外観察授業はそれ自体が体験的な学習であり，アクティブ・ラーニングそのものであるという考えもあるが，すべての野外観察授業が真のアクティブ・ラーニングになっているとは限らず，野外観察ならではの高度な「主体的・対話的で深い学び」を実現する授業づくりを検討していくべきである。

現行の中学校理科学習指導要領解説では，「野外観察については，学校内外の地層を観察する活動とすること」，「地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定すること」とあり，地学分野の学習において，野外観察での探究的な活動を通して自然の成り立ちを考察する学習は重要である。しかし，野外観察に関する現状として，小中学校において野外観察の授業を必ず実施している教員は10%程度であり，中学校理科教員は，野外観察を実施できない理由として「適当な素材や場所がない(75.9%)」，「授業時間の確保ができない(56.4%)」などの要因をあげている〔三次 2008〕。また，教員の地質学的なスキルが不足しており，どのように指導して良いかわからないという指摘もある〔宮下 1999〕。

これらの課題を解決するためには，野外観察のスキルを身につけた教員がネットワークを組織し，地域の野外観察の場所や活用方法等に関する情報交換や，合同授業の実施により内容の充実や効率化を図ることが効果的である。特に北海道の広域性は，野外観察授業の実施に対して大きな障壁となっており，教員のネットワーク活動を通して野外観察の体験を積み重ね，獲得スキルを拡大していくような教育活動を継続・拡大していく必要がある。

今回の実践は，自然の中で「何を見せ，何を考えさせるのか」を学び，主体性を重視した野外観察授業の教育効果を理解させるものである。三角山に限らず様々な野外観察で応用が可能な方法であり，抵抗感を持つことなく野外観察授業に積極的に取り組む意欲を持つ教員となり，ネットワークの中心的役割を果たす人材となることが期待される。



図1 市街地に近接する三角山  
(Google Earth より)

### 3. 三角山について

今回野外観察授業を行った三角山は、札幌市西部にある標高 311.07mの低山であり、市街地から望まれる三角形の美しい山容は、その名の由来となっている(図1)。市街地に近接していることから、1年を通してハイキングや自然観察等に多くの市民が訪れている。三角山の麓のいくつかの小学校や札幌西高等学校では三角山を地域教材として活用しており、自然観察や探究活動等の優れた継続的な教育実践が行われている。



図2 1950年の地形図(採石場なし)

三角山の歴史は、①木材伐採の時代(1857年～)、②スキー場及びジャンプ台の時代(1911年～)、③神社風致地区の時代(1927年～)、④採石場の時代(1958年～)、そして採石に対する反対運動と裁判を経て、現在の⑤緑地保全・自然保護の時代となっている。今回の授業ではこれらの歴史的背景も取り入れた。



図3 1975年の地形図(採石場あり)

札幌市を取り囲む山には藻岩山、硬石山、円山等がある中で、三角山を選んだ大きな理由は、三角山には旧採石場の大露頭があり、節理が発達し、捕獲岩(ゼノリス)が観察され、山の成因や環境破壊・自然環境保護等について科学的・総合的に考察させることができると考えたためである。

### 4. 三角山での野外観察授業

先に述べたように、本授業の目的は「野外観察を通して学生の自然に対する科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成すること」であり、主となる活動は思考させることにある。そこで本授業では、一般的な野外観察授業の方法(図4上)に加え、より深く考察させる場面を設定したアクティブ・ラーニング型授業を実施した。考察すべき観察の視点(着眼点)

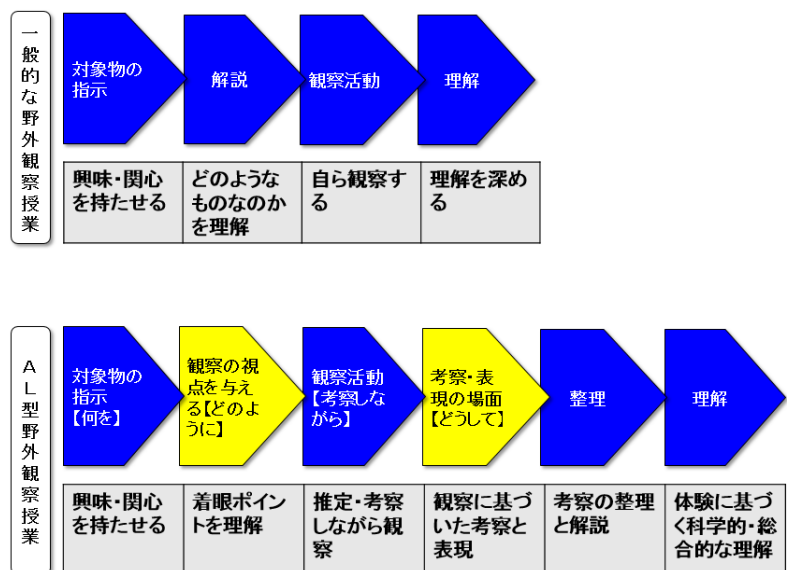


図4 アクティブ・ラーニング型野外観察授業



を具体的に示し、学生に推定・観察させた後に考察の結果を発言させる場面と、考えを整理し、詳細な解説を行う場面を設定することにより、主体的な体験活動に基づく科学的・総合的な理解を目指した(図4下)。観察ルートは三角山東側の「宮の森登山道」から入山、西方に進み旧採石場跡までの往復ルートである。高低差は約100m、距離は往復約2km、現地での活動所要時間は約90分である。

以下に、実際に行ったアクティブ・ラーニングの具体的な活動について報告する。

**【観察物】** 宮の森病院付近の樹木

**【着眼点】** 樹木の大きさのちがい

**【考察】** スキー場のゲレンデがあった位置を推定する。

三角山の山麓には、成長の早いマメ科の樹木であるニセアカシア(ハリエンジュ)が数多く生育している。登山道の宮の森病院付近にある階段手前から下方のゾーンには、ニセアカシアを中心として比較的若い樹木が多く、それぞれの幹の太さや樹高もそろっており、樹齢が近いと考えられ、二次林であると推察される(図5)。一方、階段上方のゾーンの樹幹が太いものも観察される。

これらに着目させ、さらにかつてこの山にスキーのゲレンデがあったことを情報として与え、ゲレンデのあった位置を推定させたところ、「階段下方のゾーンは以前樹木が生えておらず、ある時期に植林されたものであり、このゾーンは樹木が伐採されていたゲレンデであった」と推定した。実際に過去の三角山の写真では、このゾーン及び三角山東側のナマコ山にかけて、スキーゲレンデであった様子が記録されている(図6)。



図5 登山道のハリエンジュ



図6 三角山のゲレンデ(中甫2007より)

中央:ナマコ山 右上:サッポロシャンツェ

**【観察物】** 山の斜面

**【着眼点】** 山の斜面の傾斜角

**【考察】** かつて三角山には4つのジャンプ台が建設されていた。なぜ三角山にジャンプ台が設置されたのかを考察する。

三角山を登り始めると、勾配が急であることを実感できる。現代のジャンプ台の傾斜は一般に助走路及び着地斜面で35度から37度程度が多いが、初期の台の傾斜角はもっと緩かった。三角山の斜面は30度前後の斜面が多く、ジャンプ台建設に適していたのである。

過去に三角山に建設された4つのジャンプ台は、①北海道大学スキー部の仮設ジャンプ台

(1917年), ②シルバーシャンツェ(1923年), ③アルファシャンツェ(1924年), そして④サッポロシャンツェ(1927年)である。当時の建設技術的には自然の傾斜を利用する方法が最良で, 傾斜角の近いスロープを活用して建設されていた。中甫(2007)によると「北大スキー部によって作られた仮設シャンツェは, いわば自然の地形を利用するだけの台であった。」という。なお, 今回の観察ルートである宮の森登山道

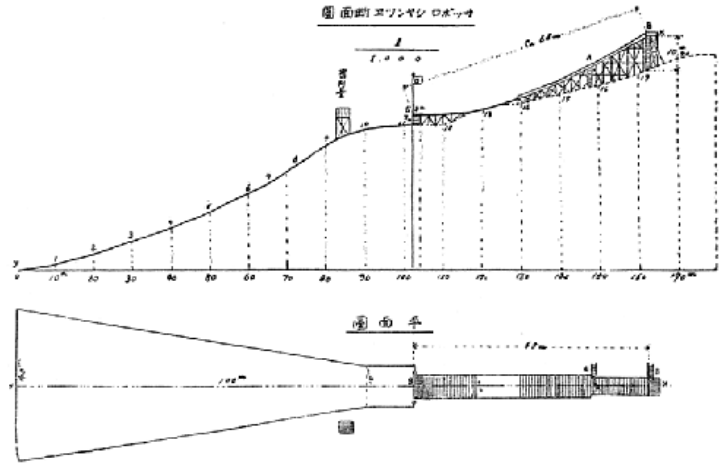


図7 サッポロシャンツェの設計図(中甫2007より)

付近に建設されていたサッポロシャンツェの最大傾斜は33度であった(図6, 7)。

山の傾斜角は山体を形成する岩石や地層が軟弱であった場合は緩い傾向があり, 硬い場合は急であることが多い。三角山は硬い火成岩の安山岩できており, 傾斜は急である。

三角山の稜線にクリノメーターを合わせて角度を測定すると, 場所によって異なるが急斜面でおおよそ30度前後という角度を求めることができる。単純に山の姿から「三角山の傾斜角は大きい」と認識させることは容易であるが, 山を登り, その急勾配を実感しながら, 過去に存在したジャンプ台の歴史と結びつけた学びは, 山の遠望や資料での学習では得られない体験的・総合的な学びとなる。

なお, 三角山本体の斜面は急傾斜であるが, 現在は住宅地となっている山麓斜面はなだらかな斜面であり, 山体の崩壊や土砂の流出等による崖錐堆積物が堆積する小規模な扇状地である。Google EarthのStreet View機能を用いて道路の傾斜角を測定すると約10度であり, 三角山本体の斜面の傾斜角とは大きく異なっていることがわかる(図8)。このように, 地形と地質をむすびつけることにより, 山の成因について考察することができる。



図8 Street View画面

【観察物】樹木の根

【着眼点】根の広がり方

【考察】樹木の根が地表に見えて, 側方に広がっている理由や, 多数の樹木が倒れている理由を考察する。

植物の観察は, 生物学的観点だけではなく, 地学的観点にも結びつく。散策路では, 樹木の根が地表に露出し, 側方に伸長している様子が多数観察される(図9)。様々な考察が出されたが, 最終的には「土壌が薄いことや, 土壌下の岩石が硬いこと」について考察することができた。

また, 三角山には多数の倒木が見られるが, この理由についても, 「根が浅いため風で倒れ



やすい」という理由をすぐに考察することができた。また、倒木の根が岩石の割れ目に侵入している様子や根に岩石が絡みつく様子の観察などから、植物が岩盤を崩していくことも理解させた。なお、これらの倒木はほとんどが2004年9月8日の強風を伴った台風18号の通過の際に倒れたものであり、筆者が台風通過直後に現地で確認している。この台風は札幌市で最大瞬間風速50.2m/sを記録し、北海道大学のポプラ並木を倒すなど、大きな被害をもたらした。台風の被害の痕跡が10年以上保存されていることは多くないが、三角山のような自然保護区域では自然災害の痕跡を探す体験的な学習を行うことができる。



図9 側方に伸張した根

【観察物】山腹の崖  
 【着眼点】崖ができる前の山の姿  
 【考察】巨大な崖ができる前の岩石の量から崖の成因を考察する。

前述の通り三角山は1958年頃から、安山岩の採石のためにダイナマイトで崩され大規模に削り取られていた(図10)。今回観察した南側斜面に残されている大露頭はその採石場の跡である。反対運動と裁判の末、採石は数年間で中止されたが、現在も崖の岩石はむき出しであり、植生は全く回復していない(図11)。



図10 削られる三角山  
 (1965年8月1日付 北海道新聞より)

学生達は三角山の崖が採石場跡であることを知らない。「崖ができる前の山の形状はどのようなものだったか」「崩れた岩石の量はどのくらいと考えられるか」「崩れた岩石はどこに行ってしまったのか」と問うと、山の岩石が大量に失われており、自然に崩壊してできた崖ではないことに気づくことができた。



図11 現在の三角山 (Google Earth)

東海大学のキャンパスの南側には現在稼業中の硬石山の採石場があり、ベンチカット工法によって階段状に山が削られている様子を学生達は見ている。ベンチカット工法は採石終了後直ちに緑化することが可能な工法

である。このことと比較して、当時の三角山の採石法が極めて乱暴な方法であり、破壊された自然環境が容易に回復しない事例であり、三角山が環境問題について深く考えさせることができる生きた教材であることを理解していた。

- 【観察物】 三角山の岩石  
 【着眼点】 岩石のつくり  
 【考察】 三角山をつくる岩石の種類を考察する。

地学の野外観察において、岩石の観察は最も重要な活動のひとつであるが、室内での岩石観察に比べて鑑定が困難であることが多い。露頭の岩石は新鮮で、岩石本来の構造や色調がわかるものが多いが、露頭がない場合は転石を観察せざるを得ない。三角山の登山道には露頭がなく足下の岩石を観察したが、表面は著しく風化しており、ルーペで観察しても岩石の種類を見分けることは難しかった。少ない情報の中、表面にわずかに見える斑晶を見つけ、「斑状組織であるので火山岩である」と推定する学生や、「岩石同士をぶつけて非常に硬いことから火山岩である」と考える学生など様々であったが、登山道では答えを出さず、目的地の露頭にて自ら解答を見つけさせることにした。



図 12 三角山の安山岩

旧採石場の露頭周辺に散乱する岩石をハンマーで割って新鮮面をルーペで観察し、斑状組織であることから火山岩であることを確認し、三角山が火山起源であることを理解させることができた。なお、三角山の火山岩は安山岩であるが(図 12)、暗色の玄武岩質安山岩を主体とし、本学生の学習レベルでは玄武岩との見分けは困難であった。

- 【観察物】 崖の安山岩の節理  
 【着眼点】 節理の方向性  
 【考察】 マグマの節理の中心点はどこにあるかを考察する。

三角山の旧採石場の大露頭には放射状節理が発達している(図 13)。一点から観察すると、一方向の柱状節理のように見えるが、よく観察すると節理の角度が変化しており、放射状節理であることに気づく。「火山岩の節理(ひび割れ)の方向)はマグマまたは溶岩が冷え固まる際の熱が逃げる方向にできる」ということについては事前に学習しており、「マグマが球状であったため、その冷却によって放射状に節理が形成された」ことを考察できた。



図 13 安山岩の放射状節理

さらに球状マグマの中心点を推定させるため、観察位置を移動しながら節理の方向性を調べさせ、露頭の右側では節理が左下の方向に、露頭の左側では節理が右下の方向に向いていることなどから、「崖の右下の方向にマグマの中心点がある」ことを考察することができた。



【観察物】 三角山の安山岩

【着眼点】 安山岩のゼノリス（捕獲岩）の構造

【考 察】 安山岩の捕獲岩（ゼノリス）の構造の観察から成因を考察する。

三角山の岩石は安山岩であり、学生達は安山岩等の火山岩には、別の岩石片が捕獲された「捕獲岩＝ゼノリス(図14)」というものがあることを既習している。露頭から少し離れた小山の下でゼノリスを探す活動を行った。野外でゼノリスを探す作業は予想以上に困難であり、風化による変色や地衣類の付着の模様をゼノリスと見間違えるケースが多かった。それらをハンマーで割らせ、模様が表面のみであることを確認させてゼノリスとは異なることを理解させた。



図14 安山岩のゼノリス

野外観察の魅力のひとつに「ものを探す」活動がある。教室でのコントロールされた環境での観察・実験とは異なり、野外では多種多様なものが混在しており、その中で目的のものを探すという活動は参加者の興味・関心を高め、その後の考察への意欲へとつながる効果がある〔岡本 2014〕。比較的長い時間を取って行った「ゼノリス探し」に学生は積極的に取り組んでおり、レポートの感想にもゼノリス探しに関する記述が見られた。

【観察物】 ゼノリスの分布

【着眼点】 露頭中央部付近にゼノリスが見当たらないこと

【考 察】 ゼノリスが露頭の両端でしか見つからない理由を考察する。

ゼノリスは大露頭の中央部付近の転石からは見つからず、両端付近の転石のみから見つかる（※実際には大露頭中央部には危険であるため近づいていない）。このことについて理由を考察させたところ、「露頭の端がマグマの表面部分であったため」と考察した。マグマや溶岩が流動して内部に取り込むべき岩石や地層と出会うことができるのは、マグマの表面部分だけである。先に行った放射状節理の観察から大露頭の安山岩がもともと巨大な球状のマグマの塊であったという考察を総合的な考察に結びつけ、こうした具体的なイメージを持つことができたものと思われる。

【観察物】 露頭西側のハイアロクラスタイト（転石）

【着眼点】 安山岩と黒色泥岩の混在

【考 察】 安山岩の角礫と黒色泥岩が混在するもの（ハイアロクラスタイト）の成因を考察する。

三角山の大露頭の西側手前には、黒色泥岩を基質とした安山岩質のハイアロクラスタイトのブロックが観察される（図15）。このハイアロクラスタイトは、現在は露頭では観察しにくい状態となっているが、安山岩質マグマと泥岩層の接触部で形成されたものである〔地団研 1984〕。この泥岩層は、新生代新第三紀中新世後期から鮮新世にかけて海底で形成された「西野層」の



一部である。ハイアロクラスタイトの存在は、マグマが地下の地層である西野層を貫いて海水と接触したことを示している。

学生達はハイアロクラスタイトをハンマーでたたき、すぐに崩れることから大露頭の安山岩との違いを認識し、また、泥岩とマグマが接触する状況から、「海底でマグマが噴出し、海底に堆積していた泥と接触した」という総合的なストーリーを考察することができた。



図 15 ハイアロクラスタイト

## 5. 結果と考察

三角山の野外観察授業を通して、地学学習に関するスキルが高くない学生も、観察の視点と考察のヒントを与えることにより、様々な自然情報を読解して山の成因等についてある程度科学的に考察することができた。もともとアクティブ・ラーニングである野外観察授業に、「考えさせる」、「表現させる」場面を多く設定することにより、より「主体的・対話的で深い学び」がある程度実現できたと考えている。また、今回の観察は決して特殊な内容ではなく、今後の自然観察の機会に応用が利く方法である。「何を見せたか」に主眼を置くと、別の場所の観察に応用することは難しいが、「何を考えさせたか」に主眼を置くと応用しやすい。学生の感想からは「自分で考えて過去を探ることができた」との感想もあり、彼らの自然に対する見方や考え方に変化があったものと評価している。以下に「科学的・総合的な見方・考え方」が変化したと判断できる（授業のねらいが達成されたと思われる）学生の感想を示す（抜粋）。

- 何気なく見てきた地形にも全てちゃんと理由があるのだということがわかった。
- 岩石の観察だけで、海底火山であった根拠がわかったりするなど、石の可能性はすごいと思った。
- 目立たない森の中の石に歴史が刻まれていることに驚いた。
- 三角山に久しぶりに登ったが、このような見方をしたのは初めてだった。
- 実際に三角山の断面のでき方を考えることができて良い体験になった。
- 山にはそれぞれ特徴があり、これまで学んだことを応用できた。
- 野外に出かけて直接実物を見た方が理解できると思った。
- 様々な性質の岩石があり、岩石の面白さがわかった。
- 同じ場所に様々な地層や岩石があり、山や山の近くを歩くときはいろいろなものに目を向けて歩く方が面白そうだった。
- 岩石を見たり割ったりすることにより、自然を肌で感じ、わかりやすかった。
- これまで地層観察をしたことがなく、とても新鮮で楽しかった。
- 様々な自然のヒントから、地形を読み取ることができた。
- ひとつの山で様々なことがわかるのだなと思った。
- 実際に野外で観察することで、いろいろなイメージが膨らんだ。

## 6. 今後の課題

地学の野外観察授業は今年度が初めての実施ということもあり、すべての観察場面で「科学的・総合的なものの見方・考え方」まで考察を高めることはできなかった。また、各自の課題への取り組み状況には差があり、考察の際にその差を埋めるような議論をさせるなどの工夫が必要であると感じた。同時に、自然の中でもっと学生自身による気づきの場面や、十分な観察時間の確保も必要であり、限られた時間の中でどのような方法で改善を加えていくかが今後の検討課題である。

## 謝 辞

野外観察授業を実施するにあたり、北海道立教育研究所附属理科教育センター（旧北海道立理科教育センター）で長年に渡って実践され、継承されてきている野外観察講座の学習プログラムを元に授業実践させていただいた。また、観察内容に関して札幌西高校の佐藤誠教諭をはじめ、北海道高等学校理科学研究会地学部会の教員に現地にて貴重なご意見をいただいた。ここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- 地学団体研究会（1984），「札幌を見下ろす山々」，『札幌の自然を歩く（第2版）』76-91
- 中教審（2016），「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」，『中教審答申』
- 藤田郁男，那賀島彰一，高橋文明（1986），「三角山とその周辺の地質」，『北海道立理科教育センター地学野外学習テキスト』9-12
- 前田寿嗣（2016），「歩こう！札幌の地形と地質」，『北海道新聞社』12-15
- 三次徳二（2008），「小・中学校理科における地層の野外観察の実態」，『地質学雑誌』，114，149-156
- 宮下治（1999），「地学野外学習の実施上の課題とその改善に向けて」，『地学教育』52，63-71
- 中甫皓至（2007），「日本における飛躍台（ジャンツェ）の発祥史について」，『北海道大学大学院教育学研究科紀要』101，85-116
- 岡本研（2005），「地域の低山の教材化-札幌市三角山を例とした地学的アプローチ-」，『北海道立理科教育センター研究紀要』17，43-52
- 岡本研（2014），「探して発見する野外観察授業～“Mission 式観察法”による授業～」，『北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要』，26，90-99

（受付：2017年2月3日，受理：2017年3月7日）