



砂浜海岸での野外学習に関する自然地理学的考察

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-05-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐々木, 巽 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00005607

砂浜海岸での野外学習に関する自然地理学的考察

佐々木 巽

北海道教育大学釧路校地理学教室

Physical Geographical Study of Field Observations on Sandy Coasts

SASAKI Tatsumi

Department of geography, Kushiro Campus, Hokkaido University of Education, 085-8580

概 要

北海道教育大学は平成20年4月に教職大学院（教職実践専攻）を開設することを目指して、現在準備中である。教職大学院は、教科専門科目・教科教育科目・学校教育科目の担当者の他に、教育現場での経験が豊かな実務家教員も参加して大学院教育を行うところに大きな特色がある。本論文は教職大学院のカリキュラムを構成する共通科目やコース別選択科目の中で、特にフィールドワークに関係する授業実践の際に役立つ基礎的な資料を提供しようとするものである。具体的には教師が生徒を引率して砂浜海岸に行き、野外観察の授業をする場合を想定している。特に砂浜海岸の特徴的な地形の出現とその時間的な変化が、海岸付近の波や流れ、風等の関与によってどのように生じているかについての解説を試みた。

I はじめに

中央教育審議会は平成18年7月11日に、文部科学大臣に対して「今後の教員養成・免許制度の在り方について」の答申を提出した。この答申の中には、優れた新人教員や指導的な中堅教員の養成を目的とした「教職大学院」の創設も盛り込まれている。すなわち近年の社会構造の急激な変化や学校教育が抱える課題の複雑・多様化等に伴い、より高度な専門性と豊かな人間性・社会性を備えた力量ある教員が求められていることを指摘して、高度専門職業人の養成に特化した大学院としての役割を教職大学院が担うべきであるとしている。

この大学院の制度設計については、「教職に求められる高度な専門性の育成への特化」をはじめとした五つの基本方針が示されている。筆者は其中で二つ目の「理論と実践の融合の実現」に特に注目している。以下に該当する部分をそのまま引用する。

高度専門職業人の養成を目的とする大学院段階の課程として、綿密なコースワーク（学修課題と複数の科目等を通して体系的に履修することをいう。）と成績評価を前提に、理論・学説の講義に偏ることなく実践的指導力を育成する体系的で効果的なカリキュラムを編成するとともに、実践的な新しい教育方法を積極的

に開発・導入することにより、「理論と実践の融合」を強く意識した教員養成教育の実現を目指す。

上記の引用文の中で「理論・学説の講義に偏ることなく・・・」とあるのは、主に教員養成系の大学に所属している教科専門科目の担当者に向けて言われたものであろう。これまでの教科専門科目の担当者は、それぞれの専門分野に関する理論や学説についての講義を行ってきたが、教職大学院では教科教育科目・学校教育科目の教員や実務家教員らと綿密な連携をして、大学院生の指導を行うことが求められている。すなわち筆者も含めて教科専門科目の担当者が、これまで以上に教育実践の現場に目を向けて専門的な立場から意見を述べることによって大学院教育に貢献することが、教職大学院が成功するための重要な鍵の一つであることに疑いの余地はない。

本研究の目的は、教職大学院のカリキュラムを構成している共通科目やコース別選択科目のための参考資料、特に野外観察の授業実践に役立つ基礎知識を提供することである。具体的には「砂浜海岸での野外学習」を想定する。すなわち砂浜海岸に生徒を引率して行き野外学習をする際に、教師が理解しておくべきいくつかの基礎的な知識について、自然地理学的な立場から解説を試みる。

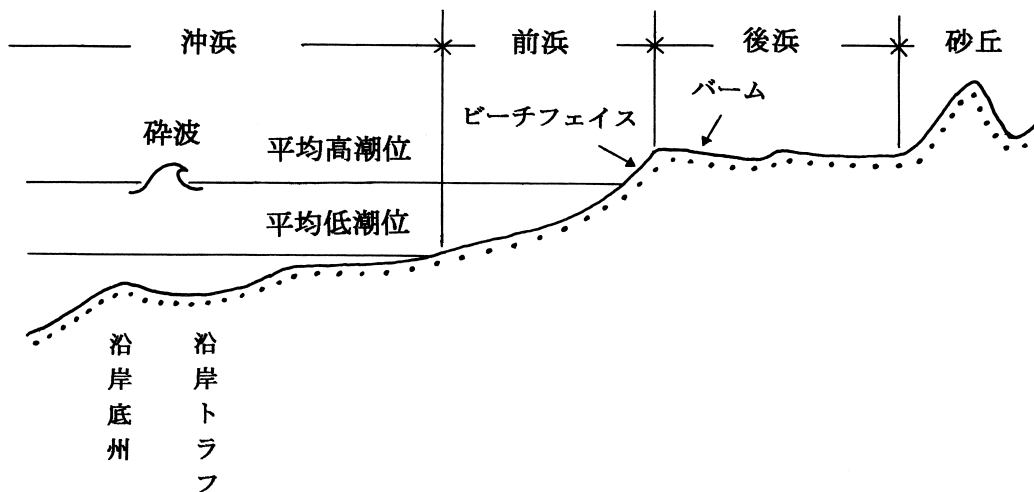
Ⅱ 砂浜海岸の縦断形について

日本では岩からなる岩石海岸のことを「磯」とよび、礫や砂などの堆積物からなる堆積物海岸のことを「浜」とよんでいる。砂浜海岸とは堆積物海岸の一種で、主に砂からなる海岸のことである。砂浜海岸の砂は主に近隣を流れる河川の河口から流出した土砂が、波や流れによって運搬されてきたものである。したがって河川の上流にダムが建設されたり、沿岸流の上手側に港湾が建設されて土砂の供給が減少すると、著しい海岸線の後退（海岸侵食）が生じる。また低気圧や台風の接近と通過に伴う暴浪の来襲時にも、著しい海岸線の後退が生じる。

このように砂浜海岸は日常の波浪や流れなどの条件が変化することによって、侵食や堆積という目に見える変化をすることが特徴の一つである。したがって砂浜海岸は、野外観察の学習教材として優れた側面を持っている。

2-A 砂浜海岸の縦断形

砂浜海岸において汀線と直角方向にのびた測線について水準測量¹⁾をすると、海浜縦断形を描くことができる。第1図は一般的な砂浜海岸の海浜縦断形を示している。次に図中の各種の地形について解説する。



第1図 砂浜海岸の縦断形

沖浜：海岸近くから沖合にかけての海のこと、碎波帯から大陸棚の縁までの範囲を指す。陸側の境界を平均低潮位の汀線とすることもある。

前浜：平均低潮位の汀線から高潮時に波が打ち寄せる限界、またはバームの海側の縁までの部分。岸に近づいてきた波が砂浜で最後に砕けて遡上する部分にあたる。

後浜：前浜の陸側限界から暴浪の到達する限界線までの間の部分。通常は直接波の影響を受けることがなく、堆積物は風や雨によって移動する。塩分や乾燥に強い植物が生育している。

砂丘：風によって運搬された砂が堆積して形成される丘や堤状の地形。第1図の場合は海から内陸方向に吹く風が、前浜と後浜にある砂を運搬して堆積することによってつくられる。

沿岸トラフ：平均低潮位の海面よりも下位にある海岸線に平行な溝状の凹地のこと。

沿岸底州（バー）：平均低潮位の海面よりも下位にある海岸線に平行な堤防状の高まりのこと。

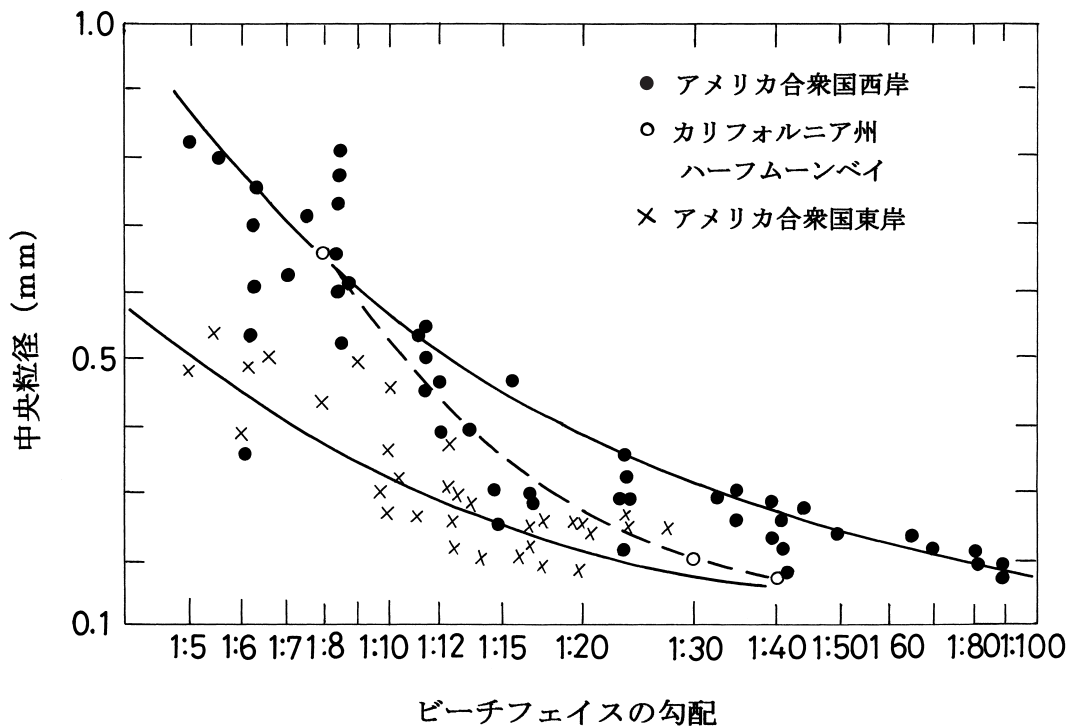
碎波：波が浅い水域に進入すると海底面との摩擦のために、波形が維持できなくなり砕ける。実際の海岸に打ち寄せる波は不規則波であるために、碎波する位置はある幅をもっており碎波帯を形成する。

ビーチフェイス：バームの海側の縁から急勾配で沖方向に傾いている部分のこと。平常時に波が碎波した後には前浜上を海水が打ち寄せたり引いたりする部分である。

バーム：前浜から後浜にかけて汀線にはほぼ平行してみられる、ほとんど平坦な地形のこと。堆積性の砂浜の場合には、バームが内陸方向に緩く傾く。

2-B 砂浜海岸の縦断形についての観察

前浜勾配と堆積物の粒径：前浜の勾配は前浜を構成している堆積物の粒径と密接な関係がある。すなわち堆積物の粒径が大きくなると、前浜の勾配も増大する。第2図はそのことを示したものである。図中で中央粒径とは、任意の堆積物について粒径分布を調べた時の中央値のことである。言い換えると対象とする堆積物が、その粒径よりも粗粒なものが50%、細粒なものが50%であるような粒径のことである。



第2図 堆積物の大きさと前浜の勾配
Komar (1976) のFig.11-8を一部修正

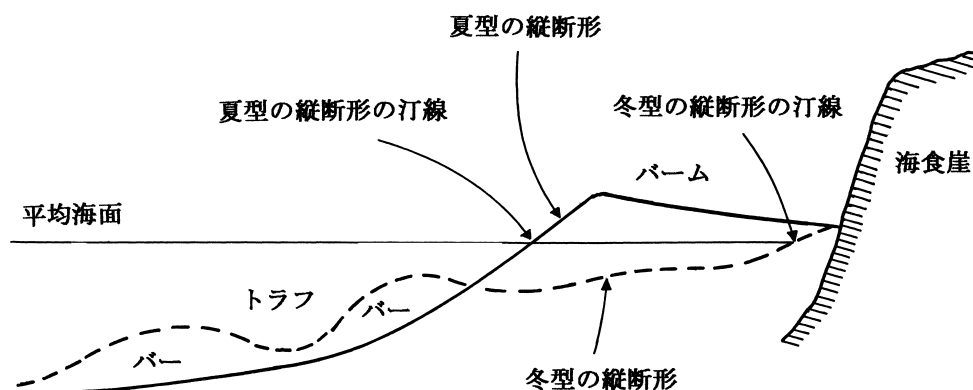
次にこのような関係があることを踏まえて野外学習をする場合について検討する。野外観察に使用する道具は、ハンドレベル、巻尺、箱尺、ノギス、定規、筆記用具等である。礫の大きさの測定は、ノギスや定規を用いて最大礫の長径（最大の直径のこと）を測らせる。粒径が小さな砂の場合は篩を用いて粒径分析をする必要があるため、そのための準備が必要となる。前浜の勾配については、水準測量によって測定する。このようにして粒径が異なる堆積物海岸で同様の調査を行い、それらの調査結果を第2図に示したようなグラフ上に記入して比較をするのである。

たとえば知床半島のオホーツク海沿岸について考えてみると、小清水原生花園から斜里漁港にかけては、砂浜海岸が東西方向に直線的に連続している。しかし斜里町峰浜付近から堆積物は砂から礫に変化し、海岸線も北東へ向きを変えてのびている。この部分は知床半島の脊梁となっている火山列を源流とする小河川が、それぞれの掃流力に応じた粒径の堆積物を河口まで運搬しており、それぞれの粒径に応じた前浜勾配の海岸を形成しているものと考えられる。

ビーチサイクル：第3図は典型的な砂浜の海浜縦断形を示したものである。砂浜海岸は波高の小さな波が打ち寄せる比較的静穏な状態が続くと夏型の縦断形²⁾が出現する。この縦断形は後浜に多量の砂が堆積し、バームが良く発達しているのが特徴である。これに対して温帯低気圧や台風などの接近によって暴浪が海岸を襲う時に出現するのが、冬型の縦断形³⁾である。暴浪は後浜のバームを形成していた多量の砂を沖浜に持ち去って、浅海底に堆積する。したがって後浜の幅は狭くなり、後浜から前浜にかけて緩勾配の単調な縦断形になる。このような二つの縦断形が、海岸に打ち寄せる波の性質が変化することによって繰り返し出現する現象をビーチサイクルという。

Johnson (1949) は水槽実験によって、沖波⁴⁾の波形勾配⁵⁾ (H_0/L_0) が0.03よりも大きな時には、常に冬型の縦断形が出現し、0.025よりも小さい時には、常に夏型の縦断形が出現することを明らかにした。ここで L_0 は沖波の波長、 H_0 は沖波の波高である。この現象を平易に表現すると、尖った波（暴浪）が打ち寄せると砂浜の砂は一気に沖浜の海底に運ばれる。嵐が過ぎ去った後にうねりなどのなだらかな波形の波が継続して打ち寄せると、沖浜の海底に堆積していた砂が少しずつ陸に向かって移動する。このように静穏な状態が十分長く続けば、大量の砂が陸上に乗り上げて幅の広い砂浜が再生するのである。

次に砂浜海岸の汀線に直角方向の直線に沿って野外観察をする場合の留意点について述べてみよう。第3図にも示されているように、冬型の縦断形の場合は砂浜の幅が極めて狭くなっていることに注目させること。また白波が立っている沖浜の海底には、これまで幅広い砂浜を作っていた砂が移動して大量に堆積していることを説明する。打ち寄せる波が高く危険な場合が多いので、汀線から十分に離れた砂浜上か第3図に示されているような海食崖や堤防の上から観察することが望ましい。



第3図 典型的な砂浜の縦断形

夏型の縦断形の場合は砂丘や海食崖、堤防等の基部から海の方に向かって歩きながら観察する。後浜上では植生の有無、地面の傾きに注意させる。特にバームが十分に発達している場合には、バームが緩く内陸側に傾いていることを確認させる。またバームの部分の砂は圧密を受けていないためにふっくらとした堆積状況になっており、生徒達の足跡がはっきりと残っていることに気づかせる。これらの砂は静穏時に浅海底から移動してきたものであり、このような砂の移動にはすでに述べたように堆積性の波が関与していることを説明する。さらに前浜のビーチフェイスでは、バームよりも砂地が固くしまっていることやビーチカスプの有無などを観察させる。

海浜堆積物のふるい分け：砂浜海岸では海岸に打ち寄せる波の作用によって、砂粒のふるい分けが行われている。沖浜の海底では波の通過に伴って、岸向きと沖向きの振動流れが発生している。前浜では碎波後の海水が白い泡や水しぶきを伴って勢いよく遡上する。その後海水は一部が砂浜に吸収されつつも、戻り流れとなって沖方向に帰っていく様子が観察できる。これらの部分では波と流れの作用の強弱によって、運搬される堆積物の大きさが決定される。すなわち波や流れが強い所では、より大きな粒径の堆積物だけがその場に留まっていられるのである。これに対してより小さな粒径の堆積物は、波や流れが弱い場所へと運搬されていって堆積することになる。このようにして海岸では堆積物の棲み分けが生じている。具体的には碎波帯の海底には最も粗粒な堆積物が堆積しており、沖方向に水深が増大するにつれて、海底の堆積物の粒径は小さくなっていく。このようなふるい分けの作用は、波や流れによる堆積物の淘汰作用と呼ばれている。

砂浜海岸ではこの他に、風による淘汰作用も働いている。砂浜海岸で風が内陸方向に吹く時、風は前浜と後浜の表面付近にある砂粒を選択的に拾い上げて運搬することが知られている。この時の砂移動の形式は、主に跳躍と表面匍行である。風によって移動する砂のことを「飛砂」というが、砂浜海岸で観察される飛砂は多くの場合粒径が0.3~0.5mmであり、砂浜海岸の堆積物の中央粒径よりもやや小さい。

砂浜海岸の堆積物にはこのように二つの淘汰作用が働いている。野外観察の時に虫メガネやルーペを使用して前浜、後浜、砂丘などで堆積物の観察をすると、粒の大きさ、粒の形状、粒が良く揃っていることなど、それぞれ異なった特徴を持っていることを確認することができる。特に砂丘の砂は前浜や後浜の砂よりも細粒で、しかも粒の大きさが極めて良く揃っていることが確かめられる。できればサンプル袋に試料を入れて持ち帰り、水洗いをして塩分を除去した後に、定温乾燥器で乾燥すると、落ち着いて顕微鏡下での観察も可能となる。

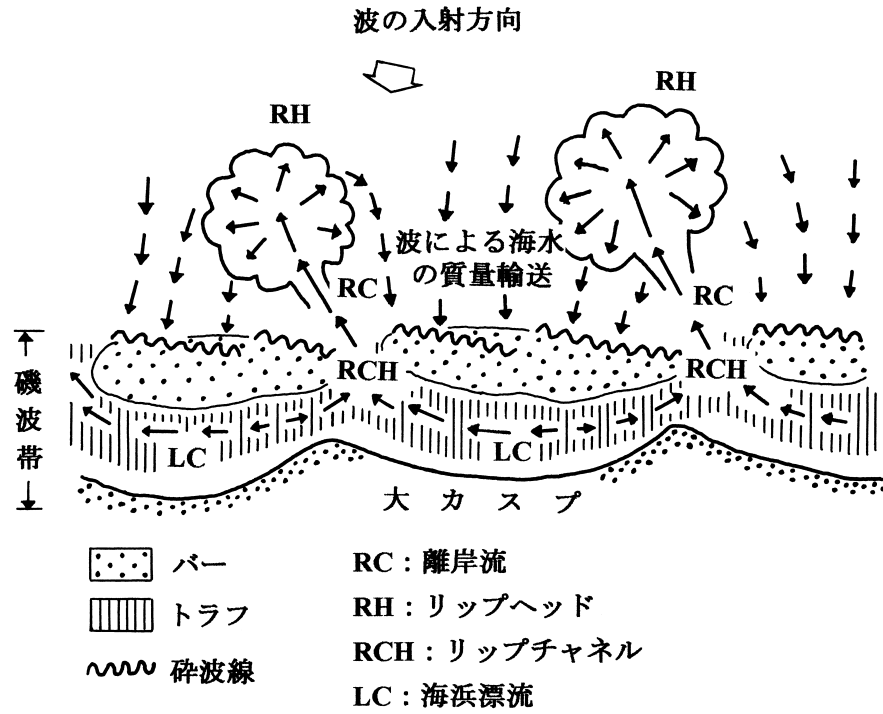
Ⅲ 砂浜海岸の三次元的な地形について

Ⅱでは砂浜海岸の二次元的な見方、すなわち汀線に直角方向にのびた測線についての海浜縦断形に焦点をあてて解説した。Ⅲでは汀線に対して平行な方向にも視野を広げて、砂浜海岸を三次元的な地形として見た場合について解説する。

3-A 砂浜海岸の三次元的な地形

リズムミクな地形：第4図には代表的なリズムミクな地形が示されている。この地形はバー、トラフ、大カスプなどが沿岸方向に規則的に配列しているという特徴がある。図中のバーは暴浪時に浅海底に堆積した砂が、集合体となって陸方向に移動しつつあるものに他ならない。筆者の調査によればバーの出現と陸方向への移動の過程は、およそ次の通りである。

暴風雨の直後に天候が回復すると、連続性の良いバーが沖浜の海底に出現するが、時間が経過すると共に次第に陸方向に移動していく。このバーは陸に近づくにつれてリップチャネルによって、一定の間隔に分断



第4図 リズミクな地形と海浜流系

される。またバーとリップチャンネルの位置に対応するように、汀線付近に大カスプ⁶⁾が形成される。最終的にはこれらのバーは陸上に乗上げてしまい、バームの一部を形成することになる。このようにして一つのビーチサイクルが完結するのである。筆者の調査結果によれば、このようなリズミクな地形の変化は三つのタイプに分類される (Sasaki, 1984, pp. 274-276)。

海浜流系：第4図にはリズミクな地形の上を流れる海水の流れも矢印で示してある。波は沖から海岸線に対してやや斜めに入射している。海岸に近づく波は、質量輸送⁷⁾によって海水の実質部分が陸方向に移動していく。陸向きの海水の移動は、碎波した後はさらに顕著である。ところが碎波線を越えて磯波帯⁸⁾に流入した海水は、もはや陸方向には進めない。そこで磯波帯では平均海面が上昇することになる。その結果磯波帯に流入した海水は再び沖方向に向かって流出せざるを得ないが、図に示したようにバーとバーの間にあるリップチャンネルの所までは、海岸線に沿うように流れることになる。これは海浜漂流と呼ばれる流れである。リップチャンネルの陸側の部分では、左右両方向からの海浜漂流が合流しており、海水はここから離岸流となって勢いよくリップチャンネルを通り抜けて沖方向に流出していく。沖合に出た離岸流は急速に流速が衰えて拡散していく。この部分はリップヘッドと呼ばれている。以上で述べたように、海岸付近では波による質量輸送に起因する陸向きの流れがあり、これらが海水の一つの循環系を構成している。これらの流れを総称して海浜流系という。

3-B 砂浜海岸の三次元的な地形の観察

3-Aで述べたように、砂浜海岸ではリズミクな地形が観察されることが多い。ただし暴浪時にはバームが消失して後浜の幅が狭くなり、単調な海岸線となる。岸に近づく波は幅広い碎波帯を形成し、碎波後の白波が砂浜の上を遡上する。このような状況では海面下の地形を観察することができないので、野外観察には適していない。天候が回復してからは、バーが出現して陸向きに移動し、陸上に乗上げるまでに、一日毎に興味深い三次元的な地形の変化が観察できる。

教師は眼前にあるリズミクな地形が、一連の三次元的な変化の中でどのステージのものなのかを十分に

理解した上で生徒に説明しなければならない。そこで以下に観察の要点をまとめてみよう。

- (1) 汀線付近に大カスプが形成されているか。形成されている場合、その波長は何mぐらいか。バームの発達ほどの程度か。このことによってバーがすでに陸上に乗り上げてしまっているかどうかを判定する。
- (2) 浅海底のバーはどのような形状か。連続性が良いか、それとも一定の間隔に分断されているか。バーと汀線との距離はどのくらいか。バーの陸側にトラフがあるか。トラフはどのような形状か。
- (3) 碎波は沿岸方向に連続しているか。それとも一定の間隔で分断されているか。トラフの中の海水はどちらの方向に流れているか。流れは速いかそれとも遅いか。その流れはリップカレントに合流していないか。
- (4) 静穏で波が小さな時には、後浜から大カスプやトラフを經由してバーの上まで水準測量ができる。測線を大カスプのホーンとベイの上をそれぞれ通過するように選ぶと、三次元的な地形を把握することができる。

IV おわりに

ⅡとⅢでは砂浜海岸における地形変化を、海浜縦断形やリズムミクな地形を例にあげて説明した。砂浜海岸の地形を観察する時に最も基本的で重要なことは、海岸に打ち寄せる波の性質が変化することによって、堆積物が沖浜と後浜の間を移動するということである。その結果砂浜海岸では、侵食と堆積という現象が繰り返されるのである。

砂浜海岸で行う野外観察で特に注意しなければならないのは水難事故である。第4図に示した離岸流は、碎波高が1m程度であってもかなりの流速で沖向きに流出している。生徒がリップチャンネル付近に近づかないように厳重に注意をすることが必要である。また生徒を引率中に大きな地震が発生した場合には、ただちに野外観察を中止して付近の高台に避難しなければならない。引率する教師は、安全対策のために「離岸流」と「津波」という二つのキーワードを忘れてはならない。

小学校と中学校で「海岸」を学習教材として取り上げる可能性がある教科を、学習指導要領で検討してみた。小学校社会では第3学年と第4学年で、自分たちの住んでいる「身近な地域」について学習する。この学習では野外観察をしてその結果を絵地図に描き、白地図に記入して学習の範囲を広げていく。また地域社会を災害や事故から守る工夫について学ぶところでも「海岸侵食や高潮による被害」などが取り上げられる可能性がある。中学校社会では「地域の規模に応じた調査」のところで、大縮尺の地図や統計その他の資料の活用法について学習するとともに、小学校の場合と同様に「身近な地域」についての野外観察や調査を行うことが求められている。

小学校理科では第5学年で流水の作用と河川における流量の変化などを学び、第6学年では河原の石や地層の観察をするために野外観察をする機会がある。中学校理科では第2分野で学校周辺の身近な大気、動植物の生態、河川や湖沼の水質などの自然環境を調べることとし、観察地域ごとの例の中に「砂浜の観察」が入っている。また「自然と人間」のところでは、自然災害を防止する観点から「海岸」についても考えさせることになっている。

以上で述べたように小学校と中学校の社会や中学校の理科で「海岸」についての野外学習をする機会があることが明らかになった。この他にも「海岸」を総合的な学習の教材とすることも十分に考えられる。

注

- 1) レベルやハンドレベルを使用して、2地点に立てた箱尺の読み取り目盛りの差から高度差を求め、地形の起伏を把握する測量のこと。レベル測量ともいう。
- 2) 北半球では夏季に天候が安定して、うねりなどのなだらかな形の波（堆積性の波）が砂浜に打ち寄せる。その結果堆積性の海岸が出現するのでこの様に呼ばれている。しかしこのことは、南半球にある海岸にはあてはまらないため、この縦断形のことを swell profile と呼ぶこともある。
- 3) 北半球では冬季に暴浪（波形勾配の大きな波、すなわち侵食性の波）が頻繁に海岸に來襲して、侵食性の海岸が出現するのでこのように呼ばれるようになった。しかし1)でも述べたように、このことは南半球にある海岸にはあてはまらない。そこでこの縦断形のことを storm profile と呼ぶこともある。
- 4) (水深) / (波長) が0.5よりも大きな波を沖波という。このように十分深い水域にある波は、海底面との摩擦はほとんどない。深水波、深海波などともいう。
- 5) (波高) / (波長) のこと。
- 6) カスプは普通前浜と後浜に形成される。その中で大カスプは、波長が100mを越えるような大規模なもののことである。これに対してビーチカスプの波長は、30m前後のものが多い。沖方向に突出しているところをホーン (horn)、陸方向に湾入している部分をベイ (bay) という。
- 7) 浅海域では、陸方向に波形が進行していくばかりではなく、同方向に正味の海水の移動が生じている。これが質量輸送である。
- 8) 岸に近づいてきた波が波形を維持できなくなって、ついには碎波する。そこから碎波後の小規模で不規則な波が岸に打ち寄せるまでの区間のこと。

参考文献

- ・中央教育審議会（2006）：今後の教員養成・免許制度の在り方について（答申）
- ・Johnson, J. W. (1949) : Scale effects in hydraulic models involving wave motion. Trans. Am. Geophys. Union, Vol. 30, pp. 517-525.
- ・Komar, P. D. (1976) : Beach processes and sedimentation. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 429p.
- ・文部科学省（1999）：小学校学習指導要領解説 社会編。日本文教出版，176ページ。
- ・文部科学省（1999）：小学校学習指導要領解説 理科編。東洋館出版社，122ページ。
- ・文部科学省（1999）：中学校学習指導要領（平成10年12月）解説—社会編—。大阪書籍，205ページ。
- ・文部科学省（1999）：中学校学習指導要領（平成10年12月）解説—理科編—。大日本図書，164ページ。
- ・Sasaki, T. (1984) : Three-dimensional beach model on unbounded coasts. Trans. Japanese Geomorpho. Union, Vol. 5, No. 4, pp. 269-292.

(釧路校教授)