海岸管理者技術教育プログラムの企画と実施 -国土交通大学校における海岸科研修の例-

清野 聡子¹・宇多 高明²・伊藤 良弘³・南雲 吉久⁴
秋山 桂⁵・五十嵐 崇博⁶・酒井 和也⁷

¹正会員 九州大学准教授 大学院工学研究院環境社会部門 (〒819-0395 福岡市西区元岡744番地)
E-mail: seino@civil.kyushu-u.ac.jp

²正会員 (一般財団)土木研究センター常務理事なぎさ総合研究室長
兼日本大学客員教授理工学部海洋建築工学科(〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4)
E-mail: uda@pwrc.or.jp

³正会員 国土交通省国土交通大学校建設部事業高度化推進研修官
(〒187-8520 東京都小平市喜平町2-2-1)

⁴国土交通省国土交通大学校建設部教官 (〒187-8520 東京都小平市喜平町2-2-1)

⁵国土交通省国土交通大学校建設部主任 (〒187-8520 東京都小平市喜平町2-2-1)

⁶国土交通省水管理・国土保全局海岸室長 (〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3)

⁷正会員 (一般財団)土木研究センターなぎさ総合研究室(〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4)

国土交通大学校では、2003年より国と自治体の海岸行政職員を対象とした「海岸研修」のプログラムの下、座学のみならず現地海岸における各種現象を実地に即して集中的に観察し、現場で判断する能力の向上を図る教育法を導入している。このため、毎年千葉県九十九里浜で巡検を行い、海岸行政職員による調査の立案、実施、事業や管理へ活用可能な知識の修得を目指している。本論文では、このような現地に根ざした巡検により海岸にかかわる技術者の海岸への理解を深める教育手法について、現場での実践例を基に述べる。

Key Words : Education, field trip, Kujukuri Beach, field observation

1. まえがき

わが国の海岸管理において、環境・利用を含む多分野への対応が必要となった理由は、海岸にかかわる法律が改正・制定されたことにある。まず、1999年の海岸法改正に伴い、防護・環境・利用を総合的に考えた海岸づくりが必要となった。また、海岸保全基本計画の策定が義務付けられ、個々の現場にもそれを反映させる必要が生じた。しかしながら、これらを理念としては理解できても、その真なる意味や、現場では計画の理念を実現させようとすればトレードオフの関係に陥る構造にあること¹⁾などについては、実際の現場で見聞しない限り理解が難しい。また、2007年の海洋基本法制定に伴い、2008年に策定された海洋基本計画²⁾では、海洋教育の推進が明記され、学校や大学における教育プログラムの強化が図られたが、社会人に対する研修の高度化はほとんど行われていない。また、近年では沿岸域管理や地域協議会の運営など、技術者として科学技術コミュニケーションも仕事の範疇に含まれるようになってきている³⁾。このため技

術者の継続教育の必要性が認識され、CPDプログラムや、技術士の研修なども行われている。土木学会関係のシンポジウムもCPDプログラムの一環となっている。しかしこれら多くの研修は「座学」としての知識を増やすことに主眼がある。土木工学は、本来現場を扱うことから、現場を実際に見ながら学ぶ「巡検」が効果的ではあるが、そのための企画に手間がかかるのみならず費用も要することから実施はかなり難しい。河川法改正に伴い河川環境教育では研究が始まっているが⁴⁾、包括的な野外教育は土木学教育においても途上にある。海岸管理者には防護、環境、利用など多岐にわたる分野を総合的に判断する能力が求められることから、技術者教育もそれに即したプログラムが必要である。本研究では、国土交通大学校が企画・立案し、9年間にわたって実施してきた海岸研修における、現地踏査の企画、実施、フォローアップの実例をもとに、現場での観察力、判断力の向上を目的とした巡検による教育手法の詳細を述べ、効果と課題について論じる。この研修では、従来の座学を越えて現地海岸の各種現象を実際に学ぶ方式を取り入れており、毎年、

千葉県九十九里浜を泊まりがけで観察する巡検を行っている。

2. 実地研修の目的と概要

本研修は、海岸技術に関する総合的な専門知識の修得を目的とし、国土交通省、他省庁、都道府県等の技術系職員で海岸事業に関する業務を担当する係長程度を対象として行っている。本研修は、1980年度から隔年で実施、1996年度からは毎年実施しており、2003年から本稿で述べる千葉県九十九里浜での巡検を実地講義として採用した。2011年には、国土交通省から10名、地方公共団体から8名、各省庁から2名の、合計で20人が参加し、研修は2011年6月20日から7月1日の間に行われた。九十九里浜の実地見学は期間中の6月22日、23日に実施された。見学前日の6月21日には九十九里浜の成り立ちや侵食などについての講義が行われた後、当日には講師と研修生が大型バスに乗り込み、講師が移動中交互に各種話題について話すとともに、海岸到着後、研修生は各人レーザーを持ち、海岸線付近でも波の音に妨げられずに説明内容を聞けるように工夫した。また、ポールを用いた浜崖の測量法や、入射波高の概略測定は研修生ほぼ全員が現場で実践した。さらに、海浜では汀線に沿って歩きながら堆積したばかりの砂浜の柔らかさや、実際に砂を手にして違いを実感する機会を多く持った。また、研修生は、講師および研修者間で海浜を歩きながら随時話し合い、現場で直接海岸の理解を進めた。九十九里浜巡検では、表-1に示すように犬吠崎から屏風ヶ浦を経て、九十九里浜南端に位置する太東漁港までの14箇所を訪れた。以下では、犬吠崎の北側にある君ヶ浜、野手海岸、野栄望洋荘の南側海岸の侵食、蓮沼海岸での津波被害などでの議論の一部について述べる。なお、巡検時には2011年3月11日に襲来した大津波の痕跡が各所に残されていたことから、研修生にとっては津波被害を理解するよい機会にもなった。

3. 君ヶ浜での防護・環境に関する議論

(1) 防護に関する議論

最初の調査地君ヶ浜は、犬吠崎の北側に広がる長さ約1.1 kmのポケットビーチである。海浜中央部では、海浜地に形成されていた浜崖を観察した(写真-1)。ここでは太陽高度、浜崖の形成状況などから有効な写真を撮るためのポールの立て方を実際に学んだ。観察者のいる場所での浜崖の比高は0.6 mであるが、浜崖の比高は前方へと低下しやがて見えなくなる。これより、この浜崖侵食が沿岸漂砂の作用により起きたことが強く示唆された。写真-1で浜崖が消失し、浜幅が広がった部分(矢印A)背後の護岸上から南向きに望むと、写真-2のように護岸天端のごく近傍まで砂が堆積してなだらかな斜面が形成され、さらに頂には飛砂により運ばれた細砂が堆積していた。これより浜幅の広い場所では背後地へ向かう飛砂が著しいことが理解された。写真-3は、写真-2のB付近で浜幅が再び狭まる場所の状況を示すが、ここでは写真-2のように過剰に砂が堆積した状況と逆に、越波対策のために直立護岸の基部に大量の異形ブロックが設置されていた。写真-4は、君ヶ浜南端に位置する犬吠崎の台地上から君ヶ浜を望んだものであるが、写真のCで見える碎波は、そこに人工リーフがあることによる。人工リーフ上での碎波により波のエネルギーが減衰するが、その結果舌状砂州が形成されていることが前浜の拡大写真(写真-5)から見て取れた。また、舌状砂州の形成に必要な砂がその両側から集められたため、両側では侵食が進む点がこの実例から理解され、従来人工リーフなど、断面で現象を考えることの多い研修生には3次元的なものの見方を理解する一助となった。君ヶ浜のようなポケットビーチで、その中央部に人工リーフ(または離岸堤)を設置するとその背後で集中的な堆砂が起こると裏腹に両側は侵食され汀線が後退する⁹⁾が、その典型例を君ヶ浜で見ることができた。

(2) 環境に関する議論

前出の写真-5には広い駐車場が見える。一般に、駐車

表-1 巡検地の特徴

	海岸名等	着目点
1	千葉県銚子市 犬吠崎	海食崖、植生、堆積岩、観光地
2	銚子市 君ヶ浜	侵食対策、各種環境整備、漂着物
3	旭市 刑部岬	九十九里浜全景、漁村、農地の形成と地形
4	旭市 屏風ヶ浦	堆積岩と化石、崖侵食と対策
5	旭市 飯岡漁港	漁港の拡大、堆砂対策、水揚、漁船利用
6	旭市 井戸浜海岸	高潮対策、構造物と景観
7	匝瑳市 吉崎海岸	構造物と景観、生態系
8	匝瑳市 野手海岸	砂浜の消失と地域社会での利用
9	匝瑳市 堀川浜	砂浜の原風景と生態系、砂丘の形成メカニズム
10	山武市 蓮沼海岸	海水浴場、海浜公園整備と原地形
11	九十九里町 本須賀海岸	海水浴場整備、堆砂の処理
12	九十九里町 片貝漁港	水揚、防波堤の延伸と堆砂の対策
13	一宮町 一宮海岸	各種侵食対策工、浚渫土砂処分と生物生息地
14	いすみ町 太東漁港	海水浴場整備、堆砂の処理

場は海に近いほど良いと海岸利用者や管理者は思い込んでいるようである。写真-5はまさにその条件を満足している。しかし過去の海岸利用を振り返ると、砂丘や植生帯の陸側に駐車し、これらを通り抜けたら広々とした海が広がっていたという、昔の海水浴場の空間利用のほうが海岸全体を活かした演出であったと考えられる。現在の砂浜の観光地は、写真-6のようなプロムナードを後浜上に元の微地形を尊重しない状態で設置した整備例が多い。しかし、後浜は砂浜を支える「溜め」であり、一見無駄な空間に見えるが、後浜が消失すると植生や砂浜の維持全体に影響が出て、利用すべき砂浜も失われる本末転倒に陥る。また、写真-7は立入り禁止の看板であるが、当地では利用規制や景観の悪化が常態化している。ポケットビーチの砂が自由に動くように維持されていれば侵食も生じず、この看板も不要であったと考えられる。この実例のように、過剰な人工物は海岸景観を楽しむ観光地に不適なことが研修生に理解された。

当海岸では海岸漂着物についても観察した。汀線付近で見出された冬瓜ジュースのペットボトルには、中国の東シナ海沿岸の浙江省の文字が見いだされた(写真-8)。これより黒潮によって東シナ海から直行便のようにして

恵みもゴミも日本の太平洋沿岸に運ばれるものであり、海洋を通して諸外国と接していることが具体的に理解された。また、写真-8にはボトルにコケムシ(苔虫)が付着している。これは汚れではなく、石灰質のネット状の体を持つ群体を成す付着生物である。以上の実例を通して、海岸漂着物の国際化など、越境的汚染の深刻化防止には国際協力が非常に重要なことがよく理解された。

一方、写真-9は漂着物から読み取れる情報の例である。多くのエボシガイ(烏帽子貝)が付着しているが、これは軟体動物の貝ではなく、フジツボの仲間の蔓脚類であって、殻の隙間から房状の触手が見えている。外洋性の付着生物なので、これが見いだされればその海岸は外洋水の影響を受けていると判断できる。また、青色紡錘形浮には中国浙江省と刻印があった。これにはエボシガイが付着しており、漂流時間の長さを推察できる。さらにカジメなど岩礁の褐藻類は、荒波浪時に根元から剥がれて更新される生態をもち、それが漂流、漂着する。

4. 侵食と津波により破壊された野手海岸の緩傾斜護岸

写真-1 浜崖の比高の測定

写真-2 砂が堆積してできた緩斜面と飛砂

写真-3 浜幅が狭い部分に設置された根固め工

写真-4 犬吠崎から君ヶ浜を見下ろす風景

写真-5 人工リーフ背後に形成された舌状砂州

写真-6 幅広い遊歩道

写真-7 転落防止の注意喚起のための看板

写真-8 ボトルに付着したコケムシ

写真-9 様々な漂着物

野手海岸は九十九里浜北部で最も侵食の著しい場所に位置しており、現況で護岸前面には砂浜は全く存在しない。2010年の実習時において既に緩傾斜護岸ののり面が吸出しを受けて陥没している状況が見られたが、今回の巡視時には2011年3月11日に襲来した津波の作用が重なり被害が増幅されていた。この付近では緩傾斜護岸が直線的に延びていたが、写真-10のようにコンクリートの天端部分が大きく変形していた。また、緩傾斜護岸の表のり面では被覆ブロックがばらばらに崩れ、のり先を波が洗っていた。さらに北側の写真-10の矢印D付近の被災状況を写真-11に示す。倒れたコンクリート壁の厚さは0.5 mであり、基準どおり造られていたが、緩傾斜護岸の裏込め土砂の流出により護岸が破壊されたことがよく分かる。過去、親水護岸として整備された緩傾斜護岸が吸出しにより破壊され、水辺にアクセスしにくくなる状況が全国で頻発しているが、野手海岸では修復が困難となるほどに侵食と破壊が進んだ例を観察し、研修生は暗澹たる思いに駆られたことが夕食後の議論で明らかになった。一方、写真-12は野手海岸にある保安林の土塁が切れた部分から保安林区域へと侵入した津波による被害状況を示す。植生が倒伏して枯死するとともに、波頭に乗ってきたペットボトルやプラスチック破片などのゴミが大量に散乱していた。

野手海岸の南側に隣接して建つ国民宿舎野栄望洋荘の前面にある9号ヘッドランド(HL)から10号HLを目指して海岸線に沿って南下すると、海浜にリュウゼツランが取り残された状況の変化から侵食状況を実感することができた。このランは元々砂丘地に生育していたが、侵食と飛砂の作用によりラン周辺が大きく掘られ、根の露出が進んできた。その上で2011年3月11日襲来の大津波の作用を受けた。写真-13は、2011年3月11日の津波襲来時に海上自衛隊が撮影した斜め空中写真を示す。9、10号HLに挟まれた踏査区域の斜め空中写真であり、矢印Eが野栄望洋荘、Fがランの位置を示す。ランはHL間のほぼ中央に生育し、この地点より北側では汀線が凹状に、南側では凸状となる変化点付近に生育していた。写真-13に示すように、9号HLの左側では汀線が後退し、10号HLの右側では前進していることから、沿岸漂砂の卓越方向が図示する方向であることが分かる。このような漂砂環境の下で踏査が行われた。

まず、今回の踏査でランを北西側から撮影したのが写真-14である。一方、ほぼ同じ場所を2010年6月18日に撮影した写真を写真-15に示すが、1年間でランの幅が2.2 mから1.1 mまで半減したことが分かる。また、ランの生育する付近の背後の砂丘に登ると、写真-16のように砂丘地にblowoutが形成され、さらに背後の保安林との接点付近では砂が安息勾配で落ち込み、1/2の急斜面で松や植物を砂で埋めていた(写真-17)。これらより研修生は海岸における飛砂の作用と、それを防護する保安林(松林)が有する価値を理解した。

5. 野栄望洋荘の南側海岸での防護・環境に関する議論

(1) 防護に関する議論

写真-10 破壊された野手海岸の護岸

写真-11 護岸破壊箇所の拡大写真

写真-12 保安林内へ侵入した津波の痕跡

写真-13 9, 10号HL間の斜め写真

写真-14 孤立したリュウゼツラン
(2011年6月22日)

写真-15 孤立したリュウゼツラン
(2010年6月18日)

この地区では飛砂の堆積と植物の成長の相互作用を観察することができた。写真-18は植生による飛砂のトラップ状況を示す。砂丘は、植生による飛砂のトラップ作用によって成長するが、植物は飛砂が堆積すれば自分の根を張れる範囲が増えて、個体数やカバー範囲を増やせる。飛砂は乾燥しており白く見えるのに対し、基盤の砂浜の砂は湿っており相互に固着しており黒い。このため見事なコントラストを示した。また、写真-19に示すように砂浜表面を吹く風はコウボウムギなどの葉により乱され、そこで風速が落ちるため、運ばれてきた砂がそこに堆積する状況が観察でき、九十九里浜では飛砂の作用も無視できないことが理解された。

6. 蓮沼海岸での津波被害とラグーン跡の利用

蓮沼海岸背後の保安林区域は、砂浜・砂丘の背後の細長いラグーンを陸化した典型的な場所である。蓮沼海浜の森として森林浴などの場として一般に供されてきた。ここでは保安林区域を横断して海岸線まで直線的にアクセス路が伸びていた。2011年3月11日に襲来した大津波

では、アクセス路が直線的に伸びていたため津波は勢いよく内陸へと進んだ。写真-20は、アクセス路の海側の入口付近にあった土塁の裏のりに見られた津波の越流跡である。津波は土塁上に生育していた松をなぎ倒すようにして背後の保安林区域へとなだれ込んだ。一方、写真-21に示すレールは、蓮沼海浜公園から小型機関車に牽引された遊園地のトロッキ列車のための施設であり、陸側へと延びていた。写真-21のコンクリート製の施設は小高い砂丘地を切り通しとして切った場合の側面の砂の崩落を防止するための施設であったが、この施設上にも津波が進み陸側端では写真-22のように深さ約1 mもの洗掘穴が形成された。このことから津波の作用が著しく、不透過性の構造物の端部では滝壺となって著しい洗掘が生じることを研修生は理解した。なお、ここでの地下水位は地表面下0.6 mと浅く、松などの植生の繁茂がこの高い地下水レベルで制約されていることも注目された。地図上は保安林区域として一様であっても、現地では地形、標高、材料、地下水位と様々である。特に、このような元はラグーンであった場所への植林は、その後の生育、管理に困難を伴うことが多いため、行政の現場での判断力が問われることが理解された。

写真-16 砂丘の頂部に残されたブローアウト

写真-17 砂丘背後の安息勾配斜面

写真-18 植生による砂のトラップ

写真-19 コウボウムギによる砂のトラップ

写真-20 土塁の裏のりに残された津波越流痕跡

写真-21 遊園地のトロッキ列車のレール

写真-22 コンクリート製施設の陸側端で起きた局所洗掘

写真-23 一松海岸の大型フトン簗

写真-24 海岸で見出されたコアジサシの営巣地

7. 南九十九里浜一松海岸での海岸保全と絶滅危惧種の保護

一宮川河口の北側に隣接する一松海岸(写真-23)は、かつては長い砂浜海岸であったが、侵食されて蛇籠が延々と続く海岸となり、毎年護岸の沈下や破壊に悩まされている。写真に見る蛇籠は応急措置としては安価で、速やかな対応が可能であったが、吸い出しにより破壊しやすく、また侵食および津波に対する抵抗力が小さく、また鉄線の劣化などから耐久性に課題が残されている。一方、その南側隣接地では、写真-24に示す風景が観察された。コアシサシ *Sterna albifrons* の営巣地である。本種は、絶滅危惧種(環境省レッドリストVU)であり、その保護は国際的な義務である。その繁殖地は、植生に覆われ過ぎない砂礫地が好まれるが、保護のためには、適度な攪乱を必要とする砂礫地を確保する必要がある。浚渫土砂の置場は、次々と土砂が盛られるため、はからずもこの条件を満たしていた。卵殻の模様は、浚渫土砂の貝殻混じりの砂と似た擬態となっており、捕食者から見つけにくい特徴を持つ。また、繁殖場所に人が立ち入ると卵の放棄が増えるので繁殖の情報が事前に確認されている場合には遠くから見守らなければならないが、今回は偶然通りかかった場所が営巣地となっていた。

8. まとめ

短時間ではあったが、九十九里浜全体を踏査する過程で種々の観察を行うことができた。また、2011年3月11日に発生した大津波の被害の一端をも観察することができた。今回の実地見学後、研究生は感想文⁶⁾で思うところを述べたが、主要な意見をそのまま記述すると以下のようである。なおカッコは補足である。(実地見学与講師による説明により)「砂の性状と風や構造物等外的な要因により砂がどのように動き、どこに溜り、砂浜となるか」が理解できた。「現場に行っても普段何気な

く見ていた砂浜だが、実地見学では砂浜の見方を学ぶことができた。いまだ河川堤防の前出しと同様、海岸堤防の引き堤については否定的意見が多い中で目から鱗が落ちた(セットバックの話を受けて)。」「津波被害の形はその場所の形状や特徴によって様々で、百聞は一見にしかずといわれているように、やはり直に目にすることで記憶に残り、さらにそれを記録し、残すことが今後防災を考える上で大事である。」(講師の説明)「侵食が進み、浜がなくなる 海水浴場が潰れる 人が来なくなる 地元に落ちるお金が減り地域経済が衰退する 人々の関心が海から離れる 侵食対策に関心がなくなる、の悪循環が非常に印象的で、まさにそのとおりと思った。」「とかく土木の技術屋は、津波の高さや精度に注目しがちで、護岸の整備高さやハザードマップの浸水深に意識が傾いてしまうが、「ハード対策、ソフト対策、本当の意味で対策とはなんぞや」との問題意識を持った。

バス中での最後の総括において、海岸の現場の見方を学び、海岸の現場を自ら観察することの楽しみを研修生が知ったとの報告があった。このことから講師らは実地研修の有効性を改めて感じるとともに、海岸の現地状況の見たまを研究生に分かりやすく伝える技術を一層高める必要性が痛感された。

参考文献

- 1) 清野聡子: 日本の海岸環境の課題と展望—海岸法改正から10年、河川, No.11, pp.5-12, 2009.
- 2) 海洋基本計画: <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/kihonkeikaku/index.html>, 2012.
- 3) 清野聡子: 日本の砂浜環境の来し方行く末を考える, 土木学会誌, Vol.95, No.11, pp.46-50, 2010.
- 4) 真田 誠至, 吉富 友恭, 相川 隆生, 萱場 祐一: 河川環境をテーマとしたフィールド体験型教育プログラムの提案と評価—河川の実務者を対象として—, 土木学会論文集 H 部門(教育)Vol.2, pp. 108-115, 2011.
- 5) 宇多高明, 野志保仁, 星上幸良: 離岸堤の設計基準の改善策, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 67, No. 2, pp.L1087-L1092, 2011.
- 6) 国土交通省国土交通大学校建設部: 平成 23 年度専門課程海岸研修九十九里海岸・実地見学報告書, p.124, 2011.

PLAN AND PRACTICE OF EDUCATION FOR COASTAL ENGINEER – EXAMPLE OF FIELD TRIP TO KUJUKURI BEACH BY COLLAGE OF LAND, INFRASTRUCTURE, TRANSPORT AND TOURISM

Satoquo SEINO, Takaaki UDA, Yoshihiro ITO, Yoshihisa NAGUMO,
Katsura AKIYAMA Takahiro IGARASHI and Kazuya SAKAI

The Collage of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has carried out field trip to Kujukuri Beach every year to comprehensively learn real phenomena occurring not only on the beach but also in the hinterland and enhance the ability of each engineer on coastal engineering. In this paper, such experience in which 20 students participated was reported. The importance of learning through the field trip to coasts was discussed.