

4. 沿岸開発と海岸地形変化について

堀川清司（東京大学・工学部）

1. 緒 論

相模湾沿岸、特に湘南海岸の地形変化、中でも汀線の後退に近年多くの関心が寄せられている。筆者は昭和30年から約15年の間、断続的にではあったが湘南海岸の調査に関与した。その間に何回となく現地を踏査したが、その経験からも以後引続いて、当海岸の推移には関心を持ち続けてきた。今回のシンポジウムで表記の話題を提供するように依頼を受けた機会に、手持ちの資料を見直し、相模湾沿岸の海岸地形の変化について考察を試みることにした。

最近建設省が行った調査の資料によれば、過去70年の間に失われた国土面積は12,228 haに及ぶと言う。単純に平均しても年に約175 haの国土が海中に没していることになる。このような国土喪失は戦後特に著しくなってきたと推定されるので、近年は年に200 haあるいはそれ以上もの国土が失われている可能性は大きい。このような意味からも、海岸保全は極めて重大な問題となっていると言える。さてこのような全国的な趨勢の中で、神奈川県下の海岸はどのような位置づけにあるのであろうか。県下の海岸線延長は405 km、全国の総延長31,380 kmの1.3%を占める。前記の資料によれば70年間に62 ha、従って年平均0.89 haの喪失となり、これは全国の0.5%を占めている。

本論においては、何故にこのような海岸侵食が起るのかをやや一般的に概説し、これを相模湾沿岸にあてはめ、当海岸での地形変化の現況を大局的に見ることにしよう。

2. 海岸地形の形成と変化

2.1 海岸地形の形成

海岸線は陸と海との境界として規定されるが、その汀線は潮汐や波の作用を受けて刻々に変化している。そこで通常は平均潮位時の状況を想定し、それが前進しているか後退しているかによって、堆積性か侵食性の判断をしている。これも年間を通してみれば、ある時期には前進し、ある時期には後退するので、何年かにわたっての平均的な変化の傾向を把握した上で、堆積性か侵食性かの判断を下す必要がある。このような汀線の変化、それに伴う海浜面積の増減という観点から、海岸地形の変化の特性を把握しようとするのは直接的ではあるが、何故に

このような現象が起るのか、その原理を明らかにするためには、土砂量の変化、つまり立体的な観点から把握をする必要がある。

さて、海岸線は長い年月の間に形成されたと考えることができる。その際に陸上の地形と海底の地形に注目しなければならない。もっとも何千年、何万年という地質学的な年代での変化を対象とする場合には、地球を取り巻く気候環境の変化に伴う、海面の低下や上昇を考慮に入れる必要がある。現実には、現在海面は着実に上昇していると言われている。しかしながら、ここでは対象をもっと短い期間に限定することとし、一応人間の一生を尺度にとり、100年というオーダーで考えることにする。このような場合には、年間を通して平均した海面の高さは変化しないと仮定しても余り大きな支障にはならぬであろう。もっともこの場合においても、平均海面は季節によってある程度の変化をすることが知られている。

海岸はその構成物質によって岩石性の海岸と砂礫性の海岸に大別することができる。このような区分は、その場所の地質学的な構造に依存しているのであって、それを判断するためには、陸上の地形図、地質図を調べても大体的見当をつけることは可能である。またその延長として海面下の状況を推定することもある程度は可能である。

2.2 砂礫の移動

では砂礫海岸を形成している土砂は何処から来たのであろうか。基本的には陸上から供給されたと考えてよく、特に河川からの供給土砂が重要な役割を果している。またその付近に海食崖が存在すれば、そこからの崩落土砂も供給源となりうる。このようにして供給された土砂は、主として比較的浅い沿岸海域の波の作用を受けて移動する。その移動の状況は複雑であるが、一応便宜的に岸沖方向と沿岸方向の移動に分けて取扱われている。海浜土砂の移動の状況は、波の特性（波高、周期、波向き）や底質の特性、海底地形が相互にからみ合っさめられるのである。この移動機構は、今までの多くの研究成果によって定性的には把握することができるようになってきているが、定量的にはまだ不十分であり、今後の研究にまたねばならない。

ここでは「波の特性」と非常に大雑把な形で表現した

が、土砂の移動に対して重要な役割を果すのは、比較的浅い海域での波の運動である。風の作用によって沖合の海域で発生し、発達した波は次第に海岸に接近し、海底地形の影響を受けて波高、波長、波速、波向きを变化するようになる。従って、われわれは海底地形がどのようになっているかにも注意を払わなければならない。

2.3 湘南海岸の特性

以上述べた事柄を前提として、われわれが対象とする相模湾沿岸に注目してみよう。当該海岸は周知のように、東は三浦半島、西は伊豆半島に扼された相模湾に面している。陸上の地形を見れば、相模川、酒匂川を代表格とする幾つかの河川がほぼ南北に流れ、その周辺には沖積平野が展開されているが、西側には丹沢山塊、伊豆箱根山塊が海に迫っているのが知られる。一方で図1に示した海底地形を見れば、相模湾の海底は一般的に極めて深く、いわゆる相模トラフと言われる海谷が陸岸近くにまで貫入していることがわかる。いま200mの等深線をもって大陸棚外縁とみなせば、相模川河口前面付近で著しくその様相が異なり、以西では大陸棚の幅が急激に狭くなっているのに気がつく。大磯前面でやや幅が広がっているが、それより以西では一段と幅が狭くなっている。

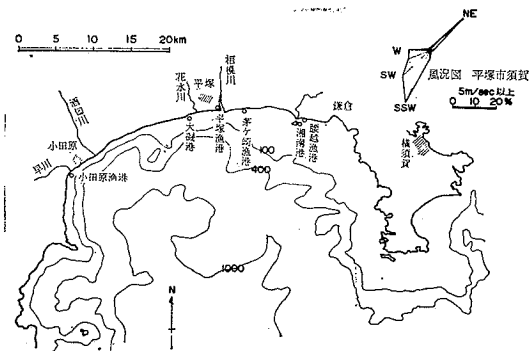


図1. 相模湾の海底地形

このような状況を反映して、大陸棚上での平均海底勾配は、酒匂川河口前面で大略 1/7.5、相模川河口前面で大略 1/12、片瀬東浜で大略 1/35 と変化し、通常の海岸に比すればかなり急勾配となっている。特に汀線に近い前浜勾配となれば更に一段と急勾配になっていると判断される。このような急勾配の海浜では、波の変形に及ぼす効果が通常の海浜とはかなり異っていると思われる。

前浜付近の波の作用に抵抗して海浜に止まりうる砂礫の粒径は、急勾配の海浜特性とも関連して、比較的大き

なものに限られることになり、従って湘南海岸の底質粒径は相対的に大きいと判断される。現実に調査された資料によれば、江の島周辺では細砂、それより以西大磯までは粗砂、照ヶ崎でやや不連続になるが、更に西に向って国府津付近までは粗砂、それ以西では酒匂川からの排出土砂の影響を受けて礫となっている。

このようにして形成された海岸地形は自然の摂理として、長年の間にある平衡した状態に近づいて行くものと考えられる。しかし先に述べた海水準の変化を受けて海岸地形は改変されたことであろう。またわが国のように地殻変動の活発な地域においては、100年という時間スケールにおいても顕著な影響が現われてくる。湘南海岸の地形を考える上で極めて重要なのは大正12年9月1日の関東大地震 (M=7.9) である。図2はその時に生じた地盤の変化を示したものであり、海岸周辺で1~2mにも及ぶ地盤の隆起が起ったことがわかる。これによって、住民は海が退き、浜が形成されたと認識したことであろう。しかしながら、その後地盤は次第に沈降する傾向があり、その一例を図3に示す。関東大地震直後の海浜幅を基準にすれば、地盤の沈降に伴って、汀線は次第に後退して侵食が進み、海浜幅は狭くなったと認識され

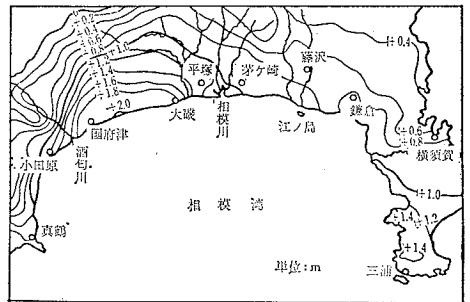


図2. 関東大地震による湘南地区地盤隆起量の分布図

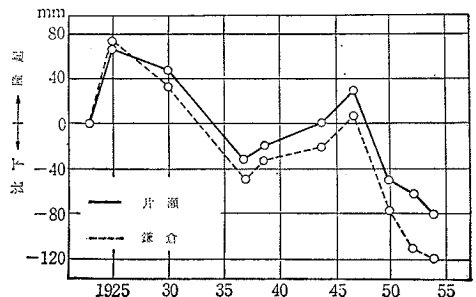


図3. 湘南海岸地盤高変化状況図

てきた。

ここに述べたような自然的な要因によって生じる大規模な海岸地形の変化、特に侵食に対しては、われわれの力では如何とも仕難いのである。これに対して、近年各地で問題にされている海岸侵食の多くは人為的な要因が重要かつ主要な役割を果していると思われる。次節においてはこの問題について考えてみよう。

3. 人為的な要因による海岸地形の変化

3.1 人為的な要因

わが国はその地形的な条件から、経済的、社会的な活動を支える上で沿岸域が極めて重要な位置を占めている。より良い生活環境を求めて、われわれは自然に働きかけ、自然に何らかの手を加えてきた。先にも述べたように、そもそも海岸地形はある平衡した状態のまわりに変動しているのである。人為的な影響がその変動の幅に納まっているような小規模な範囲に止まっている場合には、その影響は余り積極的な形で表面に現われることはないであろう。しかしながら、その規模が大きくなれば、変動幅を超えた形で現われ、人為的な要因の海岸地形の変化に及ぼす影響をものは無視することはできなくなるであろう。

人為的な要因としては種々のものが考えられる。先づ第一に考えられるのは河川からの供給土砂量の減少である。古くより治水と利水は河川に係わる両側面として把握され、各種の事業が営々として為されて来たが、その重要性は現状においても失われたわけではない。洪水防禦が国土保全の観点から重点的な事項として採用され、河道の整備、堤防の築造や改良、砂防ダムの建設、更には洪水調節用ダムの建設等が、過去数十年にわたって積極的に推進されてきた。これらの施策によって、洪水による被害、土石流による被害を著しく軽減することができた。一方では都市への流入人口の増大により、戦後首都圏をはじめとする大都市での人口集中が著しくなった。これにつれて、農業用水に加えて、工業用水、都市用水の需要に対処するために水資源の開発が大々的に行われた。これに伴って、取水用の、あるいは多目的ダムが各所に建設された。神奈川県はこのような動きを顕著に反映した地域の代表例の一つである。すなわち相模川、酒匂川での各種の河水統制事業の遂行がそれである。

河川からの流送土砂の主要な部分は洪水によって運ばれてくる。上記の河水統制事業によって洪水流量は平滑化され、さらにはダムによって土砂は堆積されるようになった。このようにして海岸への供給土砂量は以前に比較して顕著に減少してしまった。これに加えて、河床か

らの砂礫の採取が一時期活発に行われたが、これも有効な供給土砂量を減少させる役割を荷ったと考えられる。このような影響が海岸に現われるのには、ある程度の時間的な遅れがある。かつては平衡した状態にあったとしても、供給土砂量が減れば自らその平衡は崩れて、新たな平衡状態に向って海岸地形は変化しつつあると考えるのが自然である。

さて海岸変形を明らかにするには、当該海岸での土砂の移動、つまり漂砂現象について知らねばならない。先に便宜上、岸沖方向と沿岸方向の土砂の移動に分けて取扱われていることを述べた。一般に海浜では波の作用を受けて砂礫は岸向きあるいは沖向きに移動して、海浜の縦断形状を形成する。また波が海岸に対して斜めに入射する場合には、砂礫は沿岸方向に輸送されるようになる。もっとも時期によっては移動方向が変化する可能性があるので、沿岸漂砂の卓越する方向を考える。湘南海岸においては、過去の調査結果を総合してみると、酒匂川河口付近より東側では西から東へ、西側では東より西へ向う漂砂が卓越していると考えられる。

つぎに考えるべきは、海岸に築造された種々の構造物の影響である。構造物としては、海中に築造された防波堤、防砂突堤、導流堤等、陸上に築造された海岸堤防、海岸護岸等がある。例として防波堤をとって考えてみよう。防波堤はそもそも波を遮り、その背後に静穏な水域を確保するために造られる構造物であるが、その周辺での波は反射、屈折、回折して複雑な様相を呈する。このような波の変化によって、海浜付近の流れは変化し、局所的な土砂の移動が生じ、ある部分には堆積が、また他の部分には侵食が起る。このようにして、構造物の周辺においては少くとも局所的な海岸地形の変化が起ることになる。

3.2 湘南海岸の現況

具体的に小田原から鎌倉に至る、いわゆる湘南海岸の現況を概観してみよう。西側から見て行くと、小田原漁港、大磯漁港、茅ヶ崎漁港、湘南港、腰越漁港の防波堤の存在に気がつくし、また相模川、引地川、境川の河口導流堤にも注目する。これらの構造物の周辺での海岸地形の状況を見れば、先に述べた構造物の海岸地形に及ぼす影響の有無、その規模を判断することがある程度可能である。一例として大磯漁港を見ると、その防波堤の西側では砂礫が堆積し、沿岸漂砂の下手側にあたる東側では侵食が生じていると考えられる。もう一つの例として茅ヶ崎漁港を見てみよう。沖に位置する平島を足がかりに一文字防波堤が設置されているが、これによって、背

後の波は穏かになり、従って西から輸送されて来た沿岸漂砂の一部は防波堤背後に堆積して、いわゆるトンボ口地形を形成し、汀線は前進している。しかしながら漂砂の下手側にあたる東側では汀線の後退が起っていると考えられる。このようなトンボ口地形の大規模なものとして、江の島背後の片瀬海岸を理解することができる。

運輸省港湾技術研究所では昭和22~23年と昭和42年に撮影した航空写真を基にして、約20年間の汀線変化を調べている。この資料を参考にして若干各地点の状況について述べてみよう。

西から見て行くと、先づ早川河口周辺での最大約63m/20年の後退が目目される。更に東に進むと、酒匂川河口を中心として左右岸にわたる延長3.5kmの区間の後退が著しく、最も大きい後退量は約120m/20年にも達している。それから照ヶ崎に至る区間は堆積部分と侵食部分とが相半ばして居り、特に著しい変化が起っているとは言えないように思われる。先にもふれたが大磯漁港の東側周辺では侵食がみられ40m/20年に達する所もある。その後相模川河口付近まではむしろ汀線は前進しているが、左岸では最高55m/20年の後退が見られる。それから茅ヶ崎漁港までは堆積傾向にあるがその後姥島前面の海岸の手前までは侵食、姥島前面では若干堆積しているが、その下手側では侵食となっている。その後再び堆積状況に転じて片瀬西浜に達する。江の島背後の西浜海岸で局部的に80m/19年まで後退したが、その後1年の間に回復し40m/20年となっている。これは湘南港の建設にあたって埋立土砂を当該海岸の前面水域で採取したことにより生じた掘削箇所、海浜の土砂が引き込まれて生じた侵食であったが、その後沿岸漂砂と一部相模川河口で浚渫した土砂を補給したことにより回復に転じたのであろう。片瀬東浜では湘南港工事と関連がある

のか前進している。小動岬からは局部的な後退があるが、七里ヶ浜海岸は前進している。最後に鎌倉海岸では若干の侵食が見られるが、何れにしてもポケット・ビーチの様相を呈し、湾内での土砂の移動によると思われる。

以上は航空写真を使い、比較的簡便な方法で求められた結果であり、概略の数値を示すものと理解していただきたい。しかしながら、大局的な把握を行う上で非常に有益であるし、またその傾向は推論した特性とも全般的によく符合している。この調査資料は前述の如く昭和42年までのものであり、その後今日までに約14年を経過したことになる。この間に相模湾沿岸での沿岸開発は着実に進められてきたと推測されるので、その後どのようになったかは大変に興味の持たれることである。神奈川県新聞(昭和55年11月1日)の報ずる所によれば、神奈川県土木部では小田原から鎌倉までの約32kmにわたる海岸保全区域について、侵食状況の調査を実施しているとのことである。その報告が待たれる。

4. 結 語

限られた紙数で、相模湾沿岸の海岸地形の成り立ち、沿岸をはじめ広域にわたる開発の結果として海岸地形がどのように変化しつつあるかの概要を述べてきた。筆者の意を十分に表現しえたわけではないが、水産関連の方々に何らかの情報を提供できれば幸である。このような機会を与えられた、東京大学海洋研究所平野敏行教授に心からなる謝意を表したい。

参 考 文 献

- 田中則男・小笹博昭・小笠原 昭(1973)海浜変形調査資料(第1報)——航空写真による汀線変化解析(東日本編)——港湾技研資料 No. 163, 95 p.