

大潟海岸の漂砂源について

白井 亨*・土屋 義人**

1. 緒 言

近年、海岸土砂収支の不均衡に起因する海岸侵食が大きな問題となっている。このような海岸における海岸侵食の原因究明のためには、漂砂源の特性を把握することが重要である。大潟海岸は、新潟県上越市郷津から柏崎市米山に至る延長約 25 Km の砂礫海岸であるが(図-1)、近年海岸侵食が問題となっており、それは海岸土砂収支の不均衡にも起因するものと考えられる¹⁾。この研

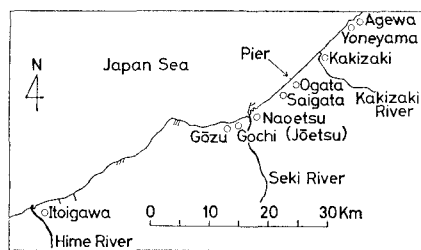


図-1 大潟海岸位置図

究においては、これら海岸侵食の原因を究明するため、堆積物の岩石・鉱物組成から、大潟海岸の海浜底質の起源を明らかにし、漂砂源の検討を行なう。

2. 後 背 地

大潟海岸の西端部では、魚沼層群、平山層、古砂丘砂層が崖をなして海岸線を形成している。より東側では潟町砂丘²⁾が後背地を形成しているが、長期的にみて砂丘は侵食され、汀線は後退しつつある。潟町砂丘は古砂丘砂層を新砂丘砂層が覆っているが、海岸線に分布して侵食をうけているのは、新砂丘砂層である。なお、現在砂丘の形成はない。

岩石・鉱物組成から大潟海岸の堆積物の起源は、姫川および隣接河川、関川、柿崎川の各流域であると考えられる。この研究において、漂砂源の検討にあたり、とくに着目したこれらの地域の地質、河川底質の特性の主たるものは、次のとおりである。1) 姫川流域には、第三

紀、第四紀の火山岩が、関川流域には第四期の妙高火山群の火山岩、柿崎川流域には第三紀の火山岩が分布する。第三紀の火山岩は変質しているものが多く、第四紀の火山岩は非変質である。変質火山岩、非変質火山岩はいずれの河川の底質にも存在するが、関川の底質においては、非変質火山岩の変質火山岩に対する量比が他の河川に比べてとくに大きい。関川は妙高火山群の火砕流堆積物が分布する地域を流域とし、関川の底質には妙高火山群に起源する非変質火山岩がとくに多い。変質火山岩は硬質であるが、非変質火山岩はガラス質で軟質のものが多く細粒化しやすい。関川の底質には、次いで非変質の第三紀～第四紀の安山岩、第三紀の堆積岩、魚沼層群の地層からの底質(チャート、花コウ岩礫など)が分布するが、これらは火山岩に比べてとくに少ない。2) 黒雲母斑晶を含む火山岩は白馬大池火山、立山などに分布し、姫川系の火山岩であれば黒雲母を含むのが普通である。姫川よりも東、関川流域には黒雲母を含む火山岩は存在しない。玄武岩も姫川系の底質には存在するが、関川の底質にはまず存在しない。3) シストなどの変成岩は明らかに姫川系のものであり、アルビタイトは姫川および青海川流域に分布が限定される。4) チャートの分布は流域の地質分布からみると、姫川および隣接河川流域に限られるが、堆積岩の地層に含まれているので、いずれの河川の底質にも存在している。しかし、関川の底質中のチャートは流域に分布する魚沼層群の礫層からのもので、底質中のその量はきわめて少ない。柿崎川においても底質中のチャートの分布は限られている。

3. 海浜底質および砂丘砂の岩石・鉱物組成

(1) 方法 汀線から陸側へ 5 m の位置から採取した前浜底質および後背地を形成する砂丘砂の粒度組成および岩石・鉱物組成の分析を行った。前浜の試料は、1972 年 1 月に採取したものをを用いた。試料から薄片を作成し検鏡することにより、岩石・鉱物組成を求めた。

(2) a) 前浜底質の岩石・鉱物組成 粗粒の底質では岩石片が組成のほとんどを占める。岩石片は火成岩、堆積岩、変成岩からなるが、主成分を構成しているのは火成岩および堆積岩である。火成岩はほとんどが火山岩

* 正会員 理博 京都大学助教授 防災研究所附属大潟波浪観測所

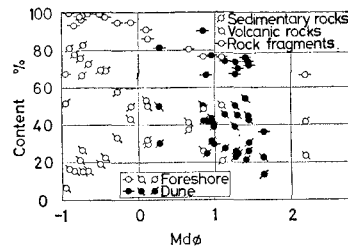
** 正会員 工博 京都大学教授 防災研究所

である。全体を通して黒雲母斑晶を含む火山岩は存在しない。火山岩は約90%が安山岩で、pyroxene-andesite, hornblende andesiteが多い。火山岩片は、非変質火山岩と変質火山岩に分けられるが例外を除いて前者が多く、端部に近い細粒の底質では前者がとくに卓越している。非変質火山岩では、妙高火山群起源のものが圧倒的に多い。変質火山岩は非変質火山岩に比べて少ないが、海岸東部でその量が増大する。海岸中央部以東では、やや変質した玄武岩などが混入する場合がある。深成岩片は花こう岩が多く、塩基性のものは少ないが、全体にその量は少ない。堆積岩片はチャート、砂質岩、泥質岩がほとんどで、砂質岩、泥質岩は低度ホルンフェルスを含む。中央部では玉髓が含まれている場合がある。凝灰岩は全体としては少量しか存在しない。また、シスト、ホルンフェルスなどの変成岩やアルビタイトの混入がみられる場合がある。

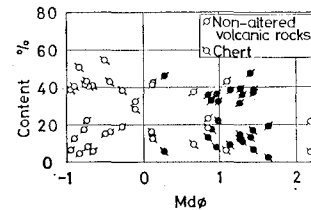
鉱物片は細粒の底質が分布する海岸東部および西部にのみ存在するが、海岸中央付近の底質に粗粒の石英粒が多く含まれる場合がある。長石は少量のカリ長石を含むことがあるが、大半は斜長石である。鉱物片の構成は砂丘砂と同様で、主に火山岩起源である。

b) 砂丘砂の岩石・鉱物組成 大湊海岸の後背地を形成する潟町砂丘は上部の新砂丘と下部の古砂丘とからなるが、全般に新砂丘砂は古砂丘砂に比べてやや粗粒である。両者の間で岩石・鉱物組成に大きな相異はみられないが、なお検討中である。砂丘砂と前浜底質では主として粒度に起因する組成の相異はあるが、その岩石・鉱物の構成は一致している。砂丘砂は主として火山岩、堆積岩などの岩石片からなる。火山岩片の約90%は安山岩で、pyroxene andesite, hornblende andesite などであるが、妙高火山群起源の非変質火山岩が圧倒的に多い。全体を通して黒雲母斑晶を含む火山岩は存在しない。堆積岩片は火山岩片に比べて少ない。シストなどの変成岩片を含む場合もある。砂質岩、泥質岩は低度ホルンフェルスを含む。鉱物片は石英、長石、カンラン石、斜方輝石、単斜輝石、角閃石 (brown, oxy, opacite), 鉄鉱物などである。長石は少量のカリ長石を含むことがあるが、大半は斜長石である。鉱物片は主に火山岩起源である。砂丘砂では、重鉱物の含量が前浜底質に比べて比較的大きく、これは粒度に関連するものであろう。いずれにしても、砂丘砂は関川流域および姫川とその隣接河川流域に起源する岩石・鉱物片から構成されているが、関川流域に起源するもの、とくに妙高火山群に起源する火山岩片、鉱物片が卓越している。潟町砂丘は、これらの物質の供給により地質時代、あるいは過去に形成されたものである。

(3) 前浜底質の粒径と岩石・鉱物組成の関係 図一2および3は、中央粒径 ($Md\phi$, 以下同じ) と底質および

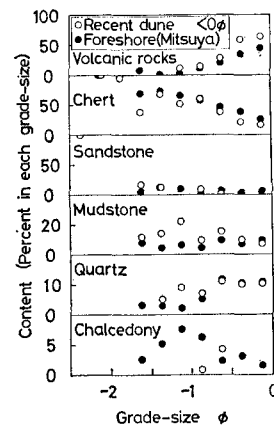


図一2 中央粒径と海浜底質および砂丘砂の岩石・鉱物組成の関係 (1)



図一3 中央粒径と海浜底質および砂丘砂の岩石・鉱物組成の関係 (2)

粒径が類似している海岸端部の底質と比べるとほぼ同様の岩石片量を示している。中央粒径と火山岩片量あるいはその主成分を構成している非変質火山岩片量は正に関連している。これは火山岩片が岩石片の組成において細粒成分を構成しているからである。これらの関係において



図一4 海浜底質および砂丘砂の各粒径階における岩石・鉱物組成

砂丘砂の岩石・鉱物組成の関係を示す。中央粒径と岩石片量は負に関連している。当然、中央粒径と鉱物片量は正に関連している。これは岩石片が堆積物中の粗粒成分を、また鉱物片が細粒成分を構成しているからである。ただ、海岸中央付近の粗粒の底質は石英粒をかなり含んでいる。砂丘砂は前浜底質に比べて細粒で、岩石片は比較的少ないが、砂丘砂と

細粒の粒径域で、この関係が逆転しているのはより細粒成分である鉱物片量の増加による。このような傾向は海岸端部における細粒の底質および砂丘砂においてみられる。中央粒径と堆積岩片量あるいはその主成分を占めるチャート片量は負に関連している。これはチャート片が岩石片の組成において粗粒成分を構成しているからである。

図一4は前浜底質および砂丘砂の粒度組成のうち

粒径 0ϕ より粗粒の粒径域のものについての各粒径階における組成の一例であるが、これからも前述したことがわかる。

(4) 前浜底質の岩石・鉱物組成の沿岸分布 図一5～10は前浜底質の岩石・鉱物組成の沿岸分布を示したものである。粗粒の底質が分布する海岸中央部では、底質はほとんど岩石片からなり、中央粒径 ($Md\phi$, 以下同

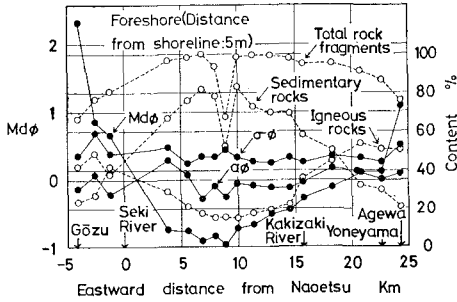


図-5 海浜底質の岩石・鉱物組成の沿岸分布 (1)

じ)の漸増とともに東あるいは西へ向ってその量が漸減している。中央付近で鉱物片量が多いのは、粗粒の石英粒の存在による。鉱物片の分布は、この例外を除けば細粒の底質からなる海岸端部に限られている。火成岩片量あるいはそのほとんどを占める火山岩片量や、火山岩片の主成分を構成している非変質火山岩片量は粗粒の底質が分布する海岸中央部ではとくに少なく中央粒径の漸増とともに端部へ向って漸増している。変質火山岩片量は柿崎川の東でとくに増加し、さらに東へ向って漸減している。堆積岩片量やその主成分を構成しているチャート片量は粗粒の底質が分布する海岸中央部でとくに多く、

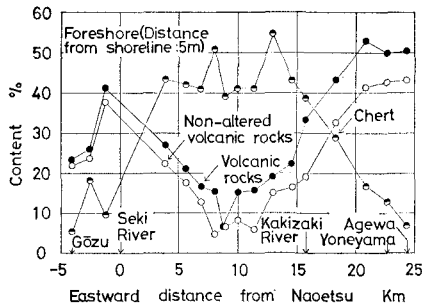


図-6 海浜底質の岩石・鉱物組成の沿岸分布 (2)

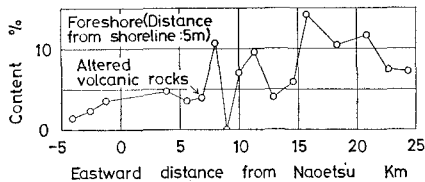


図-7 海浜底質の岩石・鉱物組成の沿岸分布 (3)

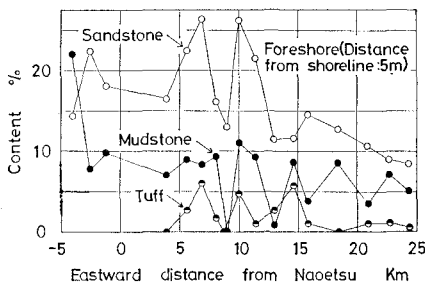


図-8 海浜底質の岩石・鉱物組成の沿岸分布 (4)

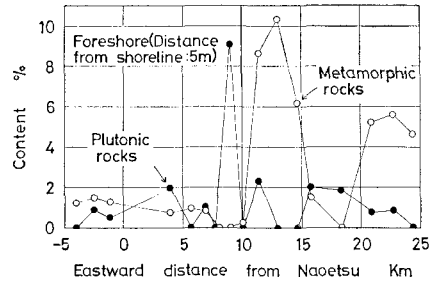


図-9 海浜底質の岩石・鉱物組成の沿岸分布 (5)

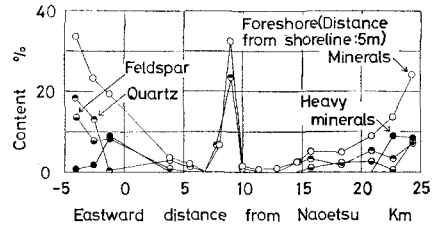


図-10 海浜底質の岩石・鉱物組成の沿岸分布 (6)

中央粒径の漸増とともに東あるいは西へ向って漸減している。西部区域ではチャート片量は少なく細粒の砂岩片、泥岩片が多く分布している。結論として、岩石・鉱物片はそれぞれ卓越する粒径域をもち、そのために分級作用によって粒度と関連した底質の組成が生じ、粒径の沿岸変化と関連した岩石・鉱物組成の沿岸分布が示されるものと考えられる。海底地形の影響により波浪が屈折集中する中央部分では、分級の結果チャート片を主とする粗粒の底質が卓越するが、端部へ向って中央粒径の増大とともに、非変質火山岩を主とする細粒の底質が増加し、端部では最も細粒の鉱物片が集積するものと考えられる。

上輪地区は、大潟海岸東端に隣接する岩石海岸の湾入部に存在する小海浜であるが、その底質の岩石・鉱物の構成は大潟海岸東端部のそれと同様である。

4. 漂砂源

大潟海岸は漂砂源からすれば、1) 関川以西の西部、2) 関川から柿崎川に至る中央部および 3) 柿崎川以東の東部、に分たれる。これらに対する漂砂は大潟海岸西端以西からの漂砂、同東端以東からの漂砂、関川からの漂砂、柿崎川からの漂砂、後背地の侵食により供給されるものが考えられる。大潟海岸の底質の粒度特性の沿岸分布³⁾から考えられる漂砂の卓越方向、隣接の糸魚川海岸の底質特性から考えられる漂砂の卓越方向などから、大潟海岸西端以西からの漂砂は、なお検討する必要があるがほとんど考えられない。大潟海岸東端以東からの漂砂も漂砂の卓越方向および底質の組成からみてほとんど考えられない。さて、底質の粗粒成分を構成するチャート片や粗粒で硬質な砂岩、泥岩片は前述した後背地質の

条件から、姫川および隣接河川流域に起源するものであると考えられる。さらに、シストなどの変成岩やアルビタイトなどの明らかに姫川あるいは隣接河川流域に起源する岩石片の底質への混入がみられ、また海岸中央部では、やや変質した玄武岩など妙高山群にみられないような火山岩片の底質への混入がめだち、これらは姫川流域に起源するものではないかと考えられる。一方、底質の細粒成分を構成する非変質火山岩は関川流域に起源するものがとくに卓越し、火山岩起源の鉱物片も同様であると考えられる。以上のことから、大湊海岸の海浜底質は姫川とその隣接河川流域および関川流域に起源する底質からほとんど構成されているものと考えられる。ところで、この海岸の後背地を形成している潟町砂丘は、地質時代あるいは過去に形成されたものであるが、前述した如く海浜底質と同様に姫川とその隣接河川流域および関川流域に起源する堆積物から構成されている。海浜底質と砂丘砂の構成は、各成分の量比においては、主として粒度に起因する相異があるものの一致している。したがってこの海岸が侵食海岸であることを考えると、大湊海岸の海浜底質は、侵食された砂丘砂からなるものと考えられる。海岸西部および東部では、底質の組成からこれに関川および柿崎川からの底質の混入が考えられる。以下、各地域について検討する。

(1) 西部

この区域では、直江津港の防波堤により以東からの漂砂は阻止されているものと考えられる。前述したように海浜底質は砂丘砂に由来するものと考えられるが、なお次の点が指摘される。すなわち、この区域の底質は、1) 非変質火山岩片の変質火山岩片に対する量比が砂丘砂に比べてとくに大きい。その量比は、この区域西端へ向って漸増し西端の郷津ではとくに大きく、また 2) 砂丘砂と比べて砂岩、泥岩片の量が多く、しかもこれらは軟質、細粒のことが多い。などの特徴がある。底質中における非変質火山岩片量の変質火山岩片量に対する比がとくに大きいことが関川の底質の特徴であること、また細粒で軟質の堆積岩片は関川流域の第三紀の堆積岩に由来するものと考えられることなどから、この特徴は侵食された砂丘砂を主体とする海浜底質への関川からの底質の混入を示しているものと考えられる。現在堆積状態にある西端部付近で、底質中の非変質火山岩片量の変質火山岩片量に対する比がとくに大きいことは、底質特性から推定される漂砂の卓越方向が関川河口から西向きであることとともに、この付近に関川からの細粒の底質が堆積していることを示しているものと考えられる。

この区域の海浜には、中礫～大礫が点在している。これらの礫の組成は、この区域西側の後背地を形成している魚沼層群あるいは平山層の礫層の礫と一致しているようであり、これらの礫層から供給されたものであると考え

られるが、なお検討中である。

(2) 中央部

この区域は試料採取時には全域にわたり海浜が存在していたが、現在では直江津港から東へ約 6.5 Km の間にはごく一部を除いて海浜は存在しない。後背地は砂丘であるが、とくに中央部の多くの地点で砂丘が侵食されて崖を形成している。直江津港の防波堤により関川および以西からの漂砂は阻止されているものと考えられる。この区域の中央付近以東における漂砂の卓越方向は、粒度分布特性の沿岸分布から東向きであると考えられ、また後述するように変質火山岩片量の沿岸分布から柿崎川からの漂砂は東向きに卓越していると考えられ、結局この区域に対する河川からの底質の供給はほとんど考えられない。したがって、すでに考察したように、海浜底質は侵食された後背砂丘砂で構成されているものと考えられる。この区域の前浜底質は、最も粗粒であるが、その各粒径階における組成をみると、図-4 に示したように、粗粒の粒径階においてはチャート片、砂岩片が卓越し、細粒の粒径階では火山岩片が増加している。一方、砂丘

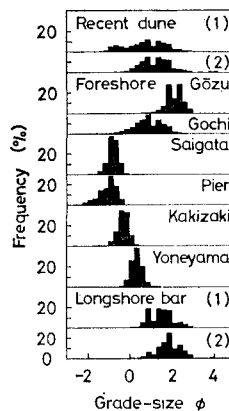


図-11 海浜底質および砂丘砂の粒度分布

砂はこの区域の前浜底質に比べてとくに細粒であるが、その粒度組成でこの区域の前浜底質の粒径に相当する粒径の成分は、図-11 に示すように、多くの場合全体の数%から 15% 程度しか占めていない。砂丘砂の粗粒の粒径階のものについて、各粒径階における組成をみると、図-4 に示したように、その粒の構成は前浜底質と一致し、主成分の組成は前浜底質と類似している。海岸中央付近の底質中にやや多量に存在する粗粒の

石英粒も砂丘砂に含まれている。一方、砂丘砂と沿岸砂州⁴⁾および海岸端部の底質の粒度組成を比べると、図-11 のように、多くの部分で重なっている。これらの点から、侵食された砂丘砂が分級作用を受けた結果、少量含まれる粗粒成分が海浜底質として残留し、多くを構成している細粒成分は沖方向へ移動して沿岸砂州を形成するか、あるいは海岸端部へ移動集積するものと考えられる。この区域の西端付近には、現在直江津港の建設あるいは侵食のために海浜は存在しないが、調査時には海浜が存在していた。その底質中の非変質火山岩片量の変質火山岩片量に対する比はこの区域の他の底質のそれに比べて大きく、このことは港の建設あるいは拡大以前にこの付近へ関川からの底質の堆積があったことを示すものと考えられる。

この区域の海浜の汀線付近には中礫が存在し、また径浜にはこれらが薄層をなして分布することがある。これらの礫については、なお検討中であるが、礫種からみて海岸西端部の後背地の礫層に起源するのではないかと考えられる。おそらく過去に供給されたものが残留しているものと考えられる。

(3) 東 部

この区域の東部における細粒の底質においては、岩石・鉱物組成における主要成分間の量比が砂丘砂のそれと類似しており、底質の起源が砂丘砂であることが示されている。海岸中央付近以東では、粒度分布特性の沿岸分布から、沿岸漂砂の卓越方向は東向きであると考えられるが、一方変質火山岩片量の沿岸分布をみると、柿崎川河口の東側で急増し、さらに東へ向って漸減している。これらのことは、柿崎川からの底質の供給を示しているものと考えられる。ただ、この区域の東部における細粒の底質において、前述のようにその岩石・鉱物組成における主要成分間の量比が砂丘砂と類似していることから、柿崎川の漂砂源としての寄与は大きくはないものと考えられる。

5. 結 語

以上、主として底質の岩石・鉱物組成から、大潟海岸の漂砂源について考察したが、その主たる結論は、次のとおりである。

(1) 大潟海岸の海浜底質は、侵食された砂丘砂から

なるものと考えられる。さらに、西部では関川、東部では柿崎川からの底質が混入している。

(2) 岩石・鉱物片はそれぞれ卓越する粒径域をもち、そのために分級作用によって粒度と関連した底質の組成が生じ、粒径の沿岸変化と関連した岩石・鉱物組成の沿岸分布が示されるものと考えられる。

(3) 海岸土砂収支の不均衡のため、後背砂丘が侵食されてきたものと考えられるが、その結果海浜へ供給される砂丘砂の粒度組成の大部分を占める細粒成分の多くが波浪により分級されて、沖方向および海岸端部へ移動するものと考えられる。

この研究にあたり、後背地の地質、岩石・鉱物の分類などについて、多くの御教示をいただいた早津賢二理博に厚く謝意を表明する。また、熱心に御協力いただいた防災研究所附属大潟波浪観測所の内山清枝官に深謝したい。

参 考 文 献

- 1) 土屋義人・芝野照夫：直江津港西海岸における海浜過程について、第21回海岸工学講演会論文集，pp. 141-145, 1974.
- 2) 長谷川正・小林忠夫：新潟県下の砂丘と平野の形成について、日本地質学会第79年学術大会シンポジウム「海岸平野」資料集，pp. 223-227, 1969.
- 3) 白井 亨・土屋義人・芝野照夫：大潟海岸における海岸変形の特性について (3)，京大防災研年報，第17号，pp. 597-606, 1974.
- 4) 白井 亨・土屋義人：大潟海岸における海浜地形と底質特性の関連について，第24回海岸工学講演会論文集，pp. 206-210, 1977.