

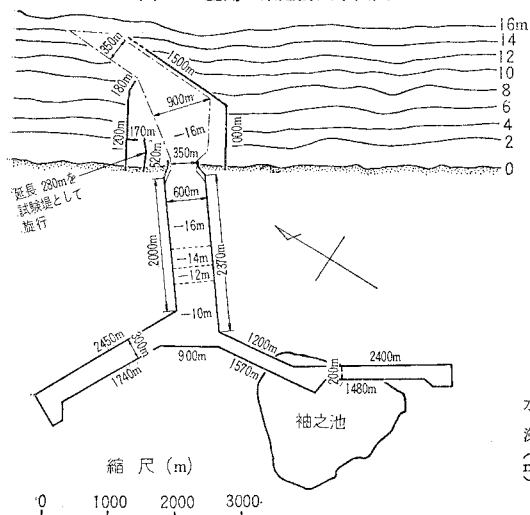
鹿島港海岸の漂砂について

井島 武士*・佐藤 昭二**・田中 則男***

1. はしがき

鹿島港は、茨城県鹿島灘沿岸の南部に計画中の約 1000 万坪の臨海工業地帯の中核とすべく、昭和 38 年度より本工事を開始した港である。その将来計画は図-1 に示すように 10 万 t 級船舶を対象とした掘込み式であり、この計画と建設に資するために本工事に先立って昭和 36 年度より本港海岸の調査を行なってきた¹⁾。ここでは、そのうち昭和 38 年 6 月までに行なわれた調査結果にもとづいて、本港海岸の漂砂特性を示す。なお、この間、図-1 に示す小船溜の延長 520 m のうち 280 m を試験堤として施工したが、これは 38 年 7 月本工事を開始するまでそのままであった。

図-1 鹿島工業港計画平面図



2. 鹿島港海岸の一般的性状

鹿島灘海岸は、延長 70 km でほぼ南北に走る弓弧状の海岸であるが、その北部は鹿島台地が崖または急斜面をなして海岸にせまり、南部は砂丘がいちじるしく発達した沖積地となっている。鹿島港は、その鹿島台地の南端より約 5 km 南に位置し、南部沖積地の砂丘地帯に属するが、以下その一般的性状を要約する。

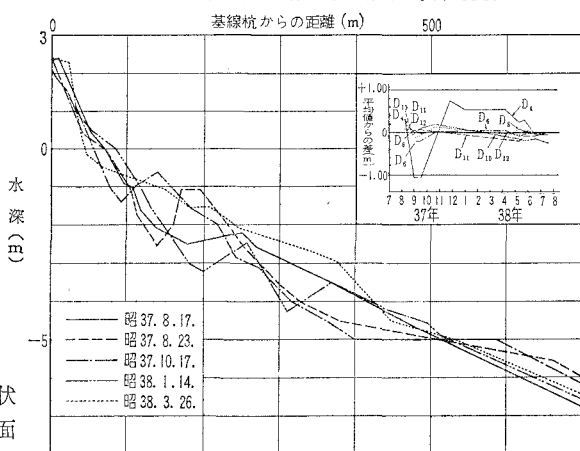
① 海岸地形：海岸には、+8 m 程度の新砂丘が海岸線と平行に連なり、その砂丘根本から広がる後丘部は幅

* 正会員 工博 九州大学工学部水土木学科
 ** 正会員 工博 運輸省港湾技術研究所
 *** 正会員 運輸省港湾技術研究所

50~80m、高さ+3~+4mであり、前浜勾配は 1/10~1/30 である。汀線は、スパン 2000 m 程度、振幅 50~80 m 程度の波高的出入りを示す。この弧状リズムは、この一、二年の測量では沿岸方向にはほとんど移動せず、沖方向には最大 30 m ほどの季節的出入りをしている。

② 海底地形と底質：汀線から 100~150 m のところに、通常沿岸砂洲が存在し、その砂洲の沖側勾配は 1/50 前後で水深 -5 m 程度になり、それから水深 -15 m までの勾配は 1/130 前後である。沿岸砂洲は、場所的、季節的に変化しているが、その頂部と谷部の水深はそれぞれ -0.5~-2 m および -1.5 m~-3 m で規模は小さく、600 m 程度ごとに切れ間をもっている。37 年 8 月からほぼ 1 カ年の間に月 1 回または 2 回（ただし 1 月から 3 月は欠測）程度行なった計画北防波堤の法線にそった一断面での水深 -6 m 付近までの深淺測量と同じ断面上の水深 -4, -6, -8, -10, -11, -12 m の海底に打った鋼管によって潜水夫によって海底変化を測定した結果を示すと図-2 のとおりである。これによると、海底水深の変化の大きいのは、-5 m 以浅であり、特に沿岸砂

図-2 北防波堤に沿う海底断面の季節的变化



洲の消長する水深 -1~3 m 付近はもっとも大きく、その変動幅は年間を通じて 2 m 程度である。水深 -6 m 以深では、それ以浅と比較すれば非常に少ないが、水深 -10 m で 20~30 cm、-12 m で 15 cm 程度の変化は十分考えられる。しかしながら、海底におけるリップルの高さを考慮すると、水深 -10 m 以深の水深変化はごくわずかであると考えられる。底質粒径は、水深 -15 m 程度

図-3 底質の粒度曲線

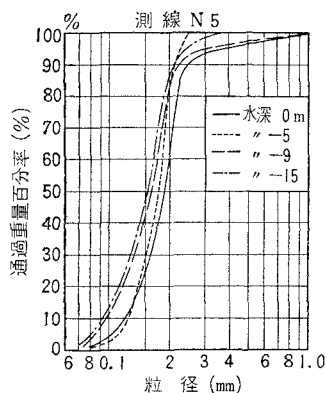
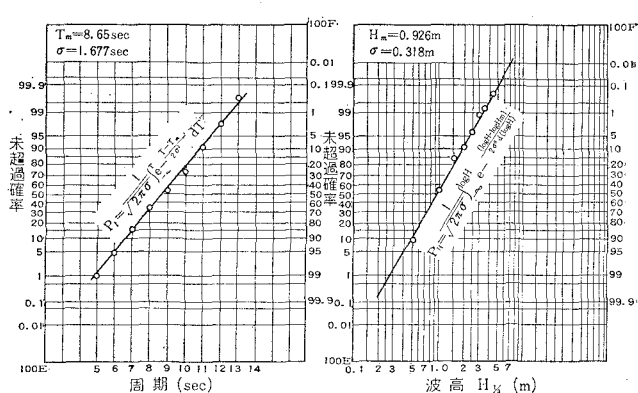


図-4 水深 -9.8 m 地点における波高と周期の未超過確率



まで水深に関係なくほとんど $0.13 \sim 0.17 \text{ mm}$ で、図-3に示すように底質は大部分 $0.125 \sim 0.25 \text{ mm}$ の砂粒から成る。前浜粒径は $0.7 \sim 0.15 \text{ mm}$ まで場所的、時期的に変動するが、大部分 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$ 程度である。

③ 波と流れ：この海岸は太平洋に面するために、年間を通じてほとんど波があり、静穏な時といえども数十 cm の波高が常に存在し、沿岸砂洲上で砕波している。図-4 は計画北防波堤の法線上的水深 -9.8 m に設置された水圧式ケーブル型波高計の 37 年 4 月から 38 年 3 月までの 1 カ年間の記録による波高と周期の未超過確率を示したものである。海上がもっとも時化るのは、9 月末から 10 月にかけてであり、この間、本邦の東方海上を北上する台風による波が連日打ち寄せる。これまでに観測された最大の有義波高の波は、房総半島をかすめて北上した 36 年台風 24 号による波高 5.0 m (-11 m において)、周期 10.3 sec であった。東海海岸以西で上陸するような台風による波は、房総半島にしゃへいされるのでこの海岸では大きい波とはならない。春先き、本邦の東海岸にそって移動する低気圧によっても $3 \sim 4 \text{ m}$ の波高となることがあるが、冬期季節風による波は 3 m を越えることはない。水深 -10 m 付近での波向の大部分は海岸に直角であるが、すべての波高の波に対する波向きの集計では、海岸線への法線に対して北寄りが多くなり、 2.5 m 以上の波に対しては南寄りが多くなる。

小野式流速計やエックマンメルト流速計による海底上 1 m 付近の静穏時の流れは 10 cm/sec 以下で、潮位との相関は認められない。波高が増大すると流速は増大し、 20 cm/sec 以上の流れは、波高 2 m 以上の波によるものである。水泡による毎日の目測観測によると、砕波帯内における沿岸流の方向は、春から秋の初めにかけては北向きが卓越し、他は南向きが卓越するが、年間を通ずればその差はわずかである。

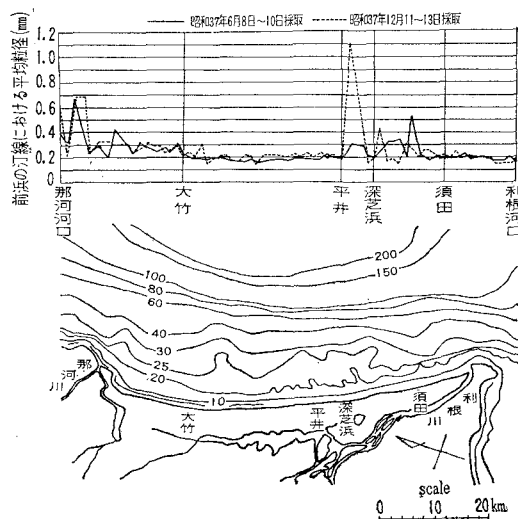
3. 漂砂の供給源

地質学的には、関東平野は一つの開析台地であって、

高さ $20 \sim 150 \text{ m}$ の台地と、この台地が多数の河川によって開析されてきた沖積地とからなっている。鹿島灘沿岸の北部にある鹿島台地はその一部であり、関東ロームによっておおわれている。南部沖積地は江戸時代の河川流路付換工事以前の古鬼怒川や利根川による運搬堆積物がその表層の大部分をおおっている。すなわち、鹿島灘海岸北部は台地の海蝕によってできた海岸であり、南部は古鬼怒川や利根川の運搬堆積物によってできたものと考えられている。このようにしてできた鹿島灘海岸の現在の漂砂の供給源について以下考察する。

まず、図-5 を見ると、 -10 m の等深線は大洗海岸前面で多少沖側に張出している以外は海岸線と一定の間隔で平行に走っているが、 -20 m の等深線は鹿島港建設予定地点をふくめたこの海岸の中央部で細い多くの出入りが見られる。この区間は、等深線全体として見た場合、 $-20 \sim -40 \text{ m}$ の勾配は $1/500$ とゆるやかで、 $-50 \sim -100 \text{ m}$ の勾配は $1/50$ と急であり、両端に比較して陸棚がよく発達した部分である。したがって、 -20 m の等

図-5 鹿島灘海岸の海図と汀線に沿う平均粒径分布



深線の出入りはこの陸棚に依存する所が大きいものと思われるが、-20 m は海岸工学の常識から考えて底質移動が十分起こりうる水深であること、および -20 m 程度の水深になると粗砂や砂利が所々に見られることを考えれば、この現象は現在における漂砂現象と密接な関係があるものと考えられる。

つぎに、図-5 に示した前浜中央部の砂の平均粒径の海岸線に沿う分布について見ると、大洗海岸における漂砂は東から西に向かいその漂砂の供給源が那珂川の排土土砂であることは、すでに大洗港における調査²⁾で明らかにしており、底質粒径の大洗から大竹までの減少はこれに対応するものである。大竹付近から平井まで 0.2 mm で一様な粒径を示すのは、前述したように、この部分は鹿島台地の海蝕海岸であり、その台地の南端が平井付近であることによるものと思われる。それ以南の鹿島港建設予定地点をふくめた粒径の場所的、時期的変動の激しい部分は古鬼怒川や利根川の沖積地に相当する所で、この海岸生成時のそれら河川による不均一な比較的粒径の大きい排出土の影響によるものと考えられる。利根川河口近くでは現在の利根川からの粒径の小さい排出土砂の影響をうけて底質粒径が比較的均一で粒径が小さいものと思われる。

さらに、加賀美・奈須・斉藤³⁾の諸氏によるこの海岸に沿う海浜砂の重鉱物組成の分析結果を示すと表-1のとおりである。鹿島灘海岸中央部のものは、紫蘇輝石を40~50% ふくみ、角肉石中の青緑色の含有量は1.5~3.0% であり、紫蘇輝石が60% 帯青緑色角肉石の含有量がきわめて小さい利根川河口のものとは明らかに組成が異なっている。また、那珂川河口の砂は紫蘇輝石の含有量において鹿島灘海岸中央部のものと一部の共通点を有するが、青緑角肉石の比率から見て現在の那珂川の砂がこの部分に供給されていると考えるのは困難である。

表-1 鹿島灘海岸に沿う海浜の重鉱物の組成

地区名	利根川河口区	鹿島灘海岸中央区 南部 北部	大洗海岸区	那珂川河口区
鉾石	20%	14~23%	10~20%	40%
紫蘇輝石	60	40~50	65~80	40
角肉石	20	30~40	5~10	20
酸化角肉石	—	—	—	—
緑簾石	—	—	—	—
帯青緑角肉石	0.6	1.5~3.0	0.7~1.6	0.7
帯褐緑角肉石	—	—	—	—

以上のような考察から、現在においては、那珂川や利根川の排出土砂が漂砂に影響を与えているのはその河口の近く、すなわち、鹿島灘海岸の北端と南端の部分であり、鹿島港建設地点をふくめたこの海岸の中央部の漂砂の供給源は主として海岸それ自体であるといえる。

4. 海底砂の移動形態

海底砂移動の調査には、水面まで達する捕砂竹と海底

図-6 捕砂竹による捕砂量分布と平均粒径

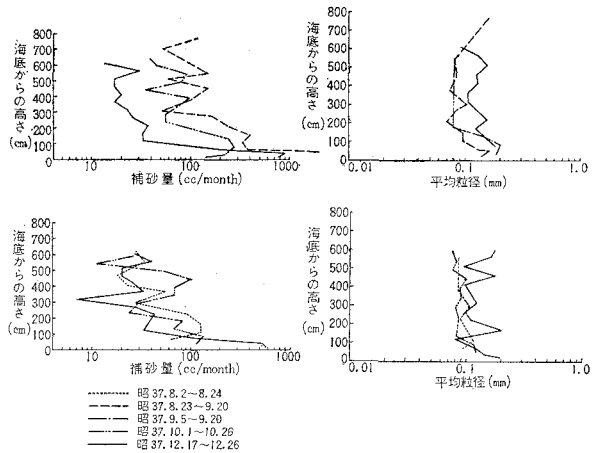
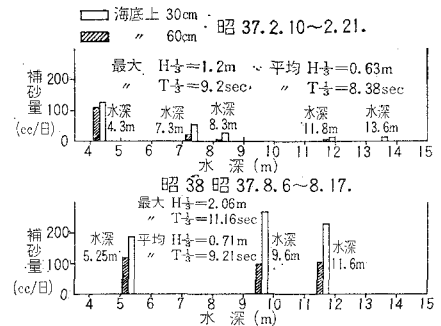


図-7 捕砂管による捕砂量分布



から 30 cm と 60 cm の所に径 30 mm の孔をつけた捕砂管による浮遊砂の捕捉およびレンガくず、螢光砂、放射性ガラス砂による海底砂移動の調査を行なった。これらについて詳述する余白はないので、ここではそれらの観測から推論される底質移動の特性を要約するととどめる。

① 浮遊砂：沖浜帯における捕砂竹や捕砂管による捕砂量は、海底面上 2 m までの間に主として分布し、3 m 以上水面近くまではその量はわずかでほとんど同じ程度である。すなわち、だいたい L 字型の分布をしていることは他の海岸と同様である。海底上 3 m 以上のほぼ捕砂量が一定になる部分の捕砂量は設置水深の増大とともに減少し、波高の減少によっても減少する傾向が見られる。しかし、海底上 1 m 以内の海底に近い部分の捕砂量は、波高が小さいときには水深の増大とともに減少する傾向が見られるが、設置期間の最大有義波高が 1.5~2.0 m 以上で、その間の平均波高が 1.0 m 程度以上の場合には、水深 -5~-14 m の範囲内で水深の増大や波高の増大とともに必ずしも多くならない。これは、底質が主として 0.125~0.25 mm の細砂からなること、波の周期がほとんど 7 sec 以上で大きいので底質は容易に浮遊されやすいことを示すものであろう。なお、図-6 は捕砂竹

による捕砂量分布とその粒径の数例、図-7 は捕砂管による資料の一部を示すもので、これらの図から上述のことがほぼ推定されるであろう。また、図-7 から想像されるように砕波帯近くでの浮遊砂は沖浜と比較して圧倒的に多いことはいふまでもない。

② 底質の移動形態：沖浜帯における底質移動の主流向は通常波向きと一致して海岸に向かうが海岸に平行に流れる潮流によって浮遊砂の一部は海岸線と平行に流される傾向がある。しかし、波高がある程度大きければ、海底砂は海岸と平行に流されることなくすべて波向きに一致して海岸のほうに向かう。しかしながら波向と反対に沖向きの移動がまったくないとはいえない。このような沖向きの移動は離岸流によるものと思われ砕波帯に近い水深 -5~-6m 付近でしばしば明瞭に見られる。以上のような傾向は図-8 に示した放射性ガラス砂の分布の一例にも見られる。水深 -5.9m におけるガラス砂の投入当日の分布は離岸流の卓越した一例である。このガラス砂の投入当日、波高 40 cm, 周期 10 sec のうねりがあった。水深 -9.2m に投入されたガラス砂は海岸と平行により一層拡がっている。これは潮流の影響と考えられる。それから 22 日と 23 日に波高 1.6m, 周期 10~12 sec 程度の波を受けた投入後 7 日と 10 日目の測定では水深 -9.2m のものは低カウント線を除いて大部分投入点付近に集中しているが、水深 -5.9m ではほとんどのカウント線が全体として岸向きに移動すると同時に低カウント線は海岸と平行方向にもふくらみを示している。

砕波帯や前浜における底質移動も放射性ガラス砂や螢光砂によって調べられたが一般に考えられている性質と

特に変わることはなく主として海岸に平行に移動する。しかし、その移動速度は沖浜帯におけるものと比較にならないほど大きい。

③ 底質の移動限界：著者らは、第 9 回海岸工学講演会⁴⁾において、放射性ガラス砂のカウント分布においてすべての等カウント線が波の進行方向に拡がるが、最高カウントの位置は変わらない場合の限界を示したが、それよりもさらに移動の激しい場合として最高カウントの位置も波の進行方向に移動するか、投入点付近のカウント値が急激に減少する限界はさらに新潟東海岸や本港海岸における観測結果を加えるときぎのように表わすことができる⁵⁾。

$$\frac{H_0}{L_0} = 2.4 \left(\frac{d}{L_0} \right)^{1/3} \sin \left(\frac{2\pi h}{L} \right) \cdot \frac{H_0}{H} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 d は水深 h の底質の平均粒径、 L_0 , H_0 は相当沖波の諸元、 H , L は水深 h における波の諸元である。この式によると、沖浜での平均粒径 0.15 mm の鹿島港海岸では平均 -10m では周期 10 sec の波に対して波高 2.8m, 同様に水深 -15m では波高 3.7m で顕著な底質移動を示すことになる。

5. 沿岸漂砂の方向と漂砂量

漂砂量の算定法、Savage⁶⁾ は過去の実験資料および観測資料に対する漂砂量と波のエネルギーの関係をプロットし、それに対する最適な曲線を引いた。この曲線はつぎのように表わされる。

$$Q = 2.17 \times 10^{-1} E_a \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 Q は漂砂量 (m^3)、 E_a は砕波線における海岸線に沿う単位幅当たりの波の輸送エネルギー ($t \cdot m/m$) である。しかし、2.17 という係数がそのまま鹿島港海岸に適応して十分信頼しうる漂砂量を得ることができるかどうかはもちろん疑わしい。そこで試験堤付近における土量の変化から本港海岸に適した係数を求める。

図-9 に示すように試験堤の周辺を 200m ごとに A から H まで分割し、土量の変化を調べたものが図-10 である。ここで、沖側を -6m 付近までとったのは水深の変化が目立つのは水深 -4m 以浅であり、この海岸に来るほとんどすべての波に対する砕波水深は -6m 以浅であるからである。また、図の (c) に示したカッコ内の数字は後述する計算によるその前の測量時からその測量

図-8 放射性ガラス砂分布の一例

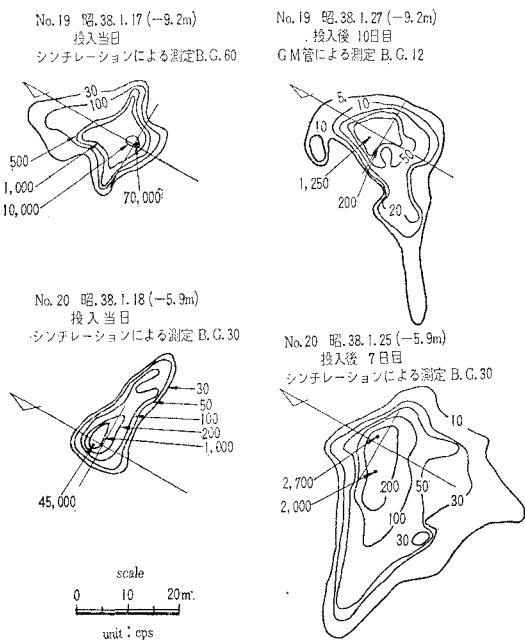


図-9 試験堤と土量計算範囲

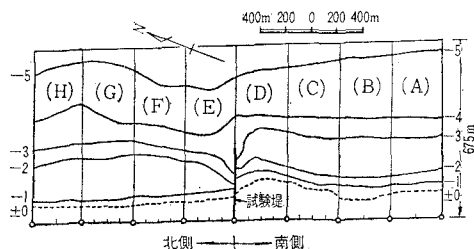
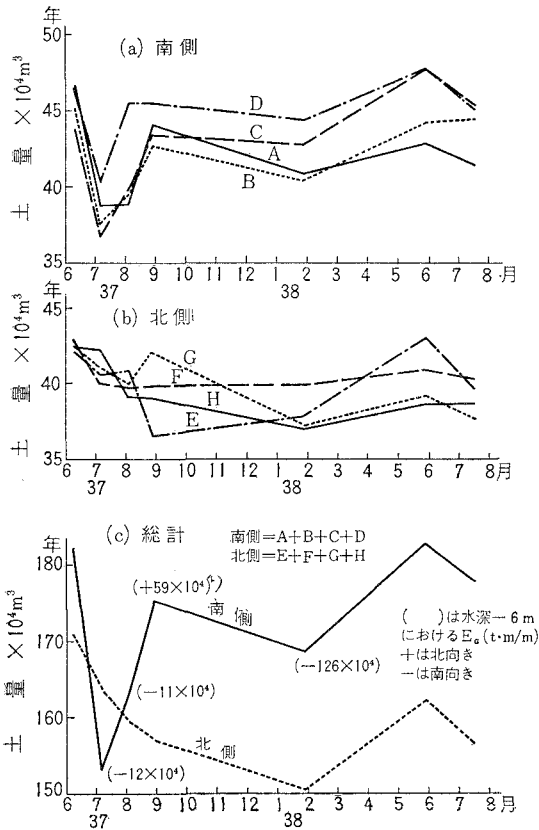


図-10 試験堤付近の土量変化

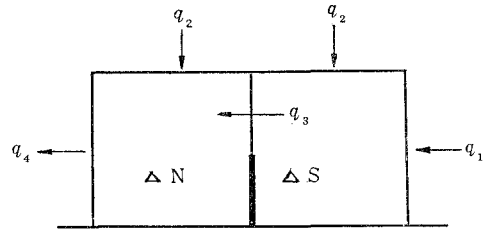


時までの水深-6mにおける海岸線方向のエネルギー成分の総計 E_a (t・m/m) である。図-10を見ると、6月初めに行なった測量から7月初めの測量までは南側も北側も後退し、8月初めと終りでは南側は前進し北側は後退している。この間の波の海岸に沿うエネルギー成分と堆積土量変化との関係が通常の法則と一致するのは8月末の測量のみである。そうして、9月以降は南側、北側とも同じような土量変化形態を示している。以上のことは試験堤が短いために十分に漂砂を捕捉することができないことと、前述したように底質の粒径が碎波帯から沖浜帯までほとんど細砂からなっているため、沖浜と陸側との間での土砂交換量が大いことによるものと思われる。したがって、図-10から沿岸漂砂量を計算するには、このような土砂交換も考慮しなければならない。

いま、図-11に示すように、ある期間内にこの計算区域に南側から沿岸に沿って入る土量を q_1 、沖側から直角に入る砂の量を q_2 、試験堤の先端を通して海岸に平行に動く量を q_3 、この区域から海岸に平行に出てゆく量を q_4 とする。さらに、試験堤の南半分の区域のその期間内の土量の増加分を ΔS 、北側のそれを ΔN とするとつぎのような関係が成り立つ。

$$\left. \begin{aligned} \Delta S &= q_1 + q_2 - q_3 \\ \Delta N &= q_2 + q_3 - q_4 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

図-11 試験堤周辺の土量変化を生ぜしめる因子



もし、漂砂がこの図-11のように北向きであるときは、 $q_3/q_1=1/n$ と考え、南向きのときは $q_3/q_4=1/n$ と考える。いま、北向きのときを考える式(2)から

$$q_1 = \frac{\Delta S - q_2}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}, \quad q_4 = q_2 + \frac{q_1}{n} - \Delta N, \quad q_3 = \frac{q_1}{n} \dots\dots (4)$$

図-10の8月初めの測量から8月末の測量までの水深-6mにおける波の海岸に沿うエネルギーは、北向き 69×10^4 t・m/m、南向きは 10×10^4 t・m/m で差し引き 59×10^4 t・m/m の北向きであるので、この期間に対しては式(4)を適用する。 q_2 としては A, B, G, H の土量変化の平均値を用いる。それは、この区間は試験堤より相当離れているために試験堤の影響をさほど受けないと考えられるためである。多少の試験堤による効果は A, B を試験堤の南側、G, H を北側にとったことにより打ち消される。すなわち A, B, G, H の土量変化の平均値 2.6×10^4 m³ は、200m 幅当たり沖側からこの期間に計算区域内に流入した土量と考えられるから、800m 幅についての流入量、すなわち q_2 は $2.6 \times 10^4 \times 4 = 10.4 \times 10^4$ m³ となる。この期間の ΔS と ΔN はそれぞれ 12×10^4 m³、 -2.3×10^4 m³ である。

つぎの n の値を定めるには、海岸線に直角方向の沿岸漂砂の分布を知らなくてはならない。このような沿岸漂砂の分布を求める方法はまだ見出されていない。この期間試験堤の先端は沿岸砂洲をようやく越えたところで、その水深は-3m 程度であり、この海岸にきた海の波高は大部分 3m 以下であり、高くとも 4m 以下であった。したがって、沿岸漂砂の大部分はこの試験堤で捕捉されたと考えられることができるが、その何割かは試験堤の先端を横切ったものと考えねばならない。 n の正確な値を定めることは現在において非常に困難であるが、この試験堤の延長と波高から考えて 3~5 と定めることは無理ではないであろう。そこで式(4)から n を 4 とすると

$$q_1 = \frac{\Delta S - q_2}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)} = \frac{(12 - 10.4) \times 10^4}{\left(1 - \frac{1}{4}\right)} = 2.1 \times 10^4 \text{ m}^3$$

同様に、 n が 3, 5 のときの q_1 の値は 2.4×10^4 m³、 2.0×10^4 m³ となる。すなわち、 n を 3~5 としたときの沿岸漂砂量 q_2 の相違は 2 割程度であり、この程度の相違は漂砂算定の精度としては一応容認しうるであろう。いま、 $n=4$ のときの $q_2=2.1 \times 10^4$ m³ を用いると E_a

はこのとき $59 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{m/m}$ であるから、式(1)と同じ形式の算定式 $Q = KE_a$ を用いて

$$K = \frac{2.1}{59} = 0.034 \dots\dots\dots(5)$$

同様に、8月末から1月末までの土量変化に対しては、 E_a は $126 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{m/m}$ の南向きであるから $q_3/q_4 = 1/n = 1/4$ を用い、 $q_2 = -12.3 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{m/m}$ 、 $\Delta S = -7.0 \times 10^4 \text{ m}^3$ 、 $\Delta N = -6.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ を式(3)に代入して $q_4 = -7.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ を得る。この q_4 を用いて同様に K を求めると

$$K = \frac{7.5}{126} = 0.06 \dots\dots\dots(6)$$

式(5)、(6)の K の値は、漂砂量を推定するための値としては、ほぼ同じ order であり、上述のような考え方には大きな間違のないことを示すものであろう。 K の値としては、 q_2 の値の求め方、 n に対する仮定などを考えると大きいほうの値 0.06 を採っておくのが無難であらう。

したがって、漂砂量 $Q(\text{m}^3)$ と水深-6mにおける海岸線に沿う単位幅当たりの波のエネルギー $E_a(\text{t} \cdot \text{m/m})$ の関係はつぎようになる。

$$Q = 0.06 E_a \dots\dots\dots(7)$$

漂砂の方向と漂砂量：式(7)によって、本港海岸の漂砂量を求めるために-6mにおける波のエネルギーを次式によって求めた。

$$E_a = n_{-10} \cdot E_{-10} \cdot K_r^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha \dots\dots\dots(8)$$

ここで、 n_{-10} と E_{-10} はおのおの水深-10m(計算には平均水深-11mとし、波高と周期は波高計による観測値を用いている)における波速と群速度の比および波のエネルギーである。 K_r は水深-10mに対する水深-6m(計算では平均水深をとり-7mとする)における波の屈折係数であり、 α は海岸線と水深-6mにおける波峯線とのなす角(海岸線は南北軸に対して 30°)である。水深-10mにおける波向きは、波高 2.5m 未満のものに対しては観測塔からの目視値、それ以上の波高の波に対しては天気図による推定値を用いた。 α はその波向きによって屈折図によって求めた。

表-2 は、このようにして求めた波のエネルギーから式(7)によって各月ごとに漂砂量を計算したものである。これによると、36年11月から37年10月までの集計では $4.3 \times 10^4 \text{ m}^3$ の北向きの漂砂量となり、37年4月より38年3月まででは $8.3 \times 10^4 \text{ m}^3$ の南向きとなる。前者の期間は後者の期間よりも台風による南寄りの波が多かったことによるものと思われる。また、37年8月に北向きの漂砂量が大きいのは台風12号によるものであり、このような台風は例年なら9月か10月初めに見られる。37年は例年になく9月末から11月にかけて台風の来襲頻度の少ない年であったので、例年ならこの期間は北上する漂砂量が卓越するはずである。したがっ

表-2 水深-6mにおける海岸に沿う単位幅当たりの波のエネルギーとそれによる漂砂量

年 月	エ ネ ル ギ ー $E_a (10^4 \text{ t} \cdot \text{m/m})$		漂 砂 量 $Q (10^4 \text{ m}^3)$		合 計
	北向き+	南向き-	北向き+	南向き-	
36. 11	43.85	10.13	2.64	0.63	+2.01
12	16.31	6.24	0.98	0.37	+0.61
37. 1	64.40	10.84	3.86	0.65	+3.21
2	2.94	15.48	0.18	0.93	-0.75
3	13.70	30.10	0.82	1.81	-0.99
4	28.80	15.84	1.73	0.95	+0.78
5	18.00	13.68	1.08	0.82	+0.26
6	0.72	12.24	0.04	0.73	-0.69
7	2.88	17.28	0.17	0.74	-0.57
8	72.0	14.4	4.32	0.86	+3.46
9	2.88	26.64	0.17	1.60	-1.43
10	17.28	36.00	1.04	2.16	-1.12
11	12.24	23.04	0.73	1.38	-0.65
12	24.48	34.56	1.47	2.08	-0.61
38. 1	0	62.64	0	3.75	-3.75
2	0	54.00	0	3.24	-3.24
3	43.92	61.92	2.63	3.71	-1.08
36.11~37.10	283.76	208.87	17.03	12.25	+4.28
37. 4~38. 3	223.20	372.24	13.38	22.02	-8.64

て、季節的には、冬期は南向きの漂砂が卓越し、夏期は北向きが卓越すると考えてよい。

表-2 に示した計算値は、上述のように多少の不正確さはあるが、沿岸漂砂量の年間集計は北向きも南向きも 20 万 m^3 前後でその差は数万 m^3 となり、台風頻度の高い年は北向きとなり低いときには南向きとなるものと考えてよいであろう。

6. あとがき

以上、鹿島港海岸の漂砂についてその供給源と漂砂量を中心として概説したが、防波堤などの海岸構造物と漂砂の関連についてはのべていない。38年度夏期以降は防波堤工事と関連してこの点に重点をおいて現地調査を行なうと同時に模型実験を行なっているため、資料がまとまりたい報告する予定である。

なお、本調査は、第二港湾建設局横浜調査設計事務所、茨城県鹿島港調査事務所との共同で行なったものであり、特に横浜調査設計事務所の久保島信弘前所長、岡田靖夫水工係長および鹿島港調査事務所の赤津徳所長、荒木田哲也調査課長の各氏のご尽力によるところが多い。ここに厚く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 第二港湾建設局・港湾技術研究所・茨城県：鹿島工業港の自然条件について、第1報(昭37.4)、第2報(昭37.11)、第3報(昭38.10)、漂砂特性(昭39.3)。
- 2) 井島・佐藤・青野・鶴川：茨城県磯浜港海岸の漂砂について、第8回海岸工学講演会講演集、昭36.9。
- 3) 茨城県：鹿島港調査報告、地質調査報告 第1報。
- 4) 佐藤昭二・田中則男：水平床における波による砂移動について、第9回海岸工学講演会講演集、昭37.9。
- 5) 1)の漂砂特性(昭39.3)。
- 6) Savage, R.P.: Laboratory determination of littoral-transport rates, Proc. A.S.C.E., 1962, WW 2.