

論 說 報 告

第 13 卷 第 1 號 昭和 12 年 1 月

利根川河口の砂洲の消長に就て

會 員 松 尾 春 雄*

An Investigation on the Periodical Change of the Sand Dune
at the Estuary of the Tone River

By Haruo Matuo, C. E., Member.

要 旨

利根川河口千葉縣銚子港の對岸の波崎町地先の砂洲の出入は 1 年を周期とする現象と更に長い周期の現象とに別ける事が出来る。茲には此等の現象が殆ど全く附近の風向に支配される事を指摘し統計的に兩者の關係を明かにせんことを試みた。

目 次

	頁
1. 概 要	1
2. 地 形	2
3. 砂洲の消長	3
4. 砂洲の消長と風向との關係	4
5. 利根川の影響	5
6. 其の他の影響	6
7. 實驗に依る調査	7
8. 結 言	7

1. 概 要

利根川河口左岸茨城縣波崎町海岸の砂洲はその消長が相當に著しく、之に就て調査の結果統計的に稍顯著な事實を認めたら之に就て述べ諸家の御批正を得たいと思ふ。

我國の特に日本海岸に於ける港は移動する砂の爲に惱まされる事が多く従て、此に對する調査研究は從來相當に行はれてゐる。而して此等の多くは河の上流から運び出される土砂が海岸の波浪、潮流等の爲に移動する事が多く、之が河口に到つて流速が減じ河口附近に沈澱し、之が更に夏冬の風浪の作用によつて時に移動して河口港に對し重大な支障を興へ、又防波堤等の構造物を築造した場合に豫想しない結果を將來する事がある。

次に述べんとするものは此と稍趣を異にし、河から運び出される砂は殆どなく、専ら海岸の砂が波によつて動かされる場合である。銚子港は明治以後に改修工事を行はれたものゝ中、最も古い歴史を有する利根川の河口にある爲、資料は明治 16 年頃まで遡る事が出来、尙又同港計畫の際には可なり詳細に調査が行はれ、我國としては珍らしく長期に亙る精細な資料が得られたのである。

資料の蒐集に就ては内務省 東京土木出張所長辰馬鎌藏氏及 千葉縣銚子漁港修築事務所長平井新六氏並に兩所の諸氏に負ふ處が多い、茲に謹んで感謝の意を表する。

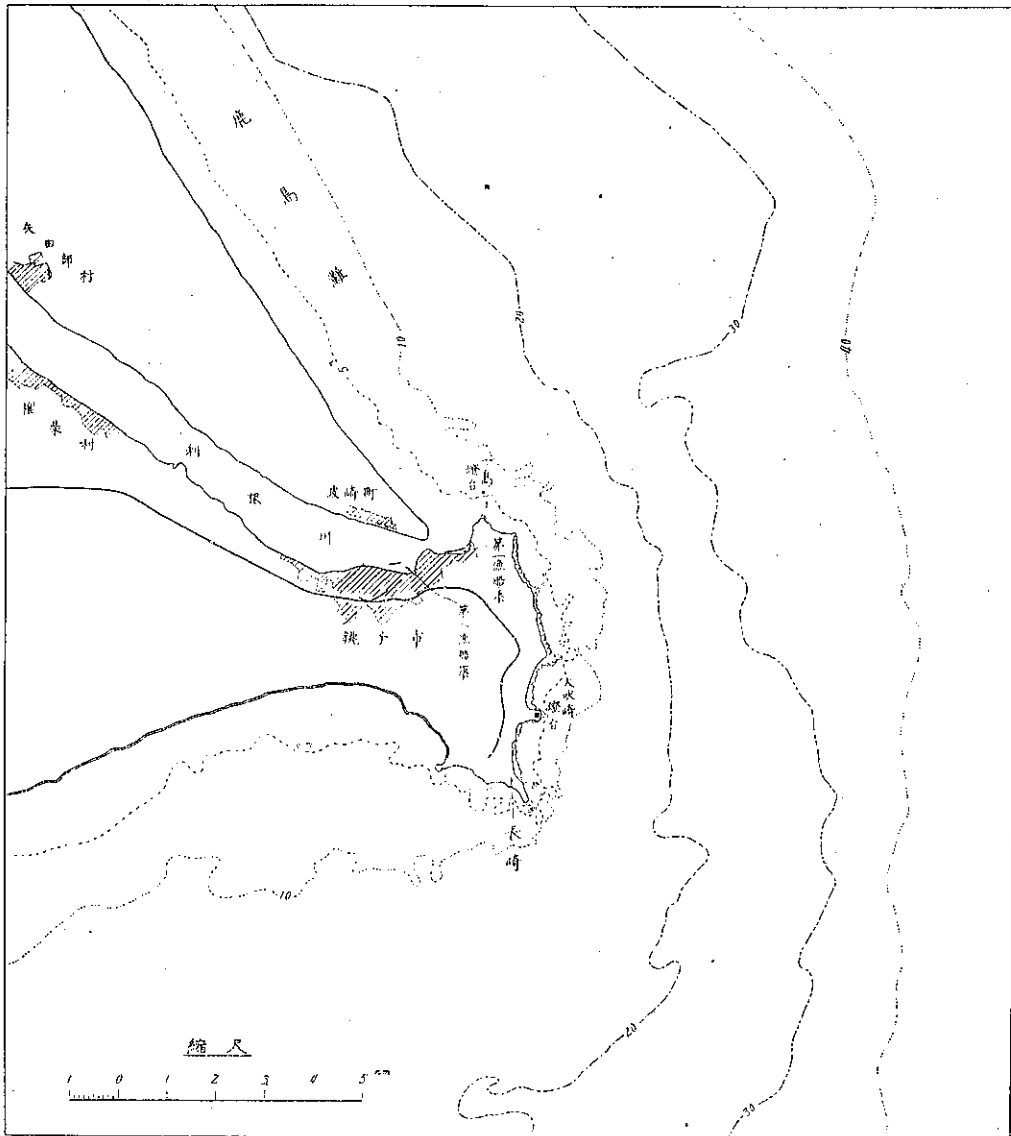
* 内務技師 工学士 内務省土木試験所勤務

2. 地 形

此の附近の地形は図-1 の如く利根川河口を挟んで南には犬吠岬、北には鹿島灘の長汀があり、太平洋の浪は常にこの岸を洗ひ波崎の北方約 70 km の地點には漂砂の爲に惱まされた歴史を持つ磯濱の港がある。附近の潮汐は大潮に於ける潮差は約 1.3 m であり、利根川河口附近の流れは殆ど潮汐に依り支配され漲潮には逆流する。

潮流は海軍水路部の調査に依れば著しいものはなく 鹿島灘沖には最大 1 節程度の北向のものが報告されてゐる。

図-1. 利根川河口銚子港附近平面図



3. 砂洲の消長

砂洲の変形の状態を観測するに1年を周期とするものと外に長期に亘る変化がある。図-2は昭和4年8月より同6年2月に至る比較的短期間の変化、図-3(a)及(b)は明治18年より昭和11年に至る長期間の変化を示す。何れも大潮(平均)干潮面を基準としてその際の汀線を示したものである。

平均海面は一般に夏季は冬季よりも高い事は周知の通りであるが此の附近で測定した適当な資料がないから布良(房總半島南端)の最近5年間の各月の平均水面を見るに図-4の如く夏季と冬季との差は約20cmである。従て大潮干潮面も夏季は冬季よりも約20cm高いとして之に依る海岸線の差を考ふるに此の附近の海岸線に直角な砂洲の勾配は1/250程度であるから上記の差による汀線の差は約50mである。図-2に依ればその汀線に直角な距離は上記の値よりも遙に大であるからこの1年間の相違が之のみによらない事は明かである。尙之に就ては6.に於て更に論ずる事とする。

図-2~3の直線AAを基準とし之より先の部分の面積を比較した結果を図-5の太

図-2. 昭和4年8月より同6年2月に至る間の砂洲の消長

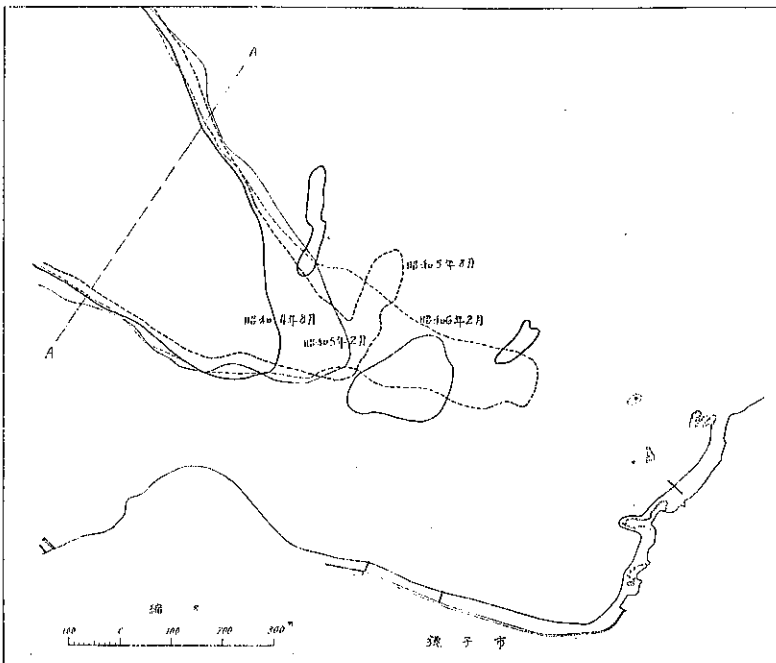
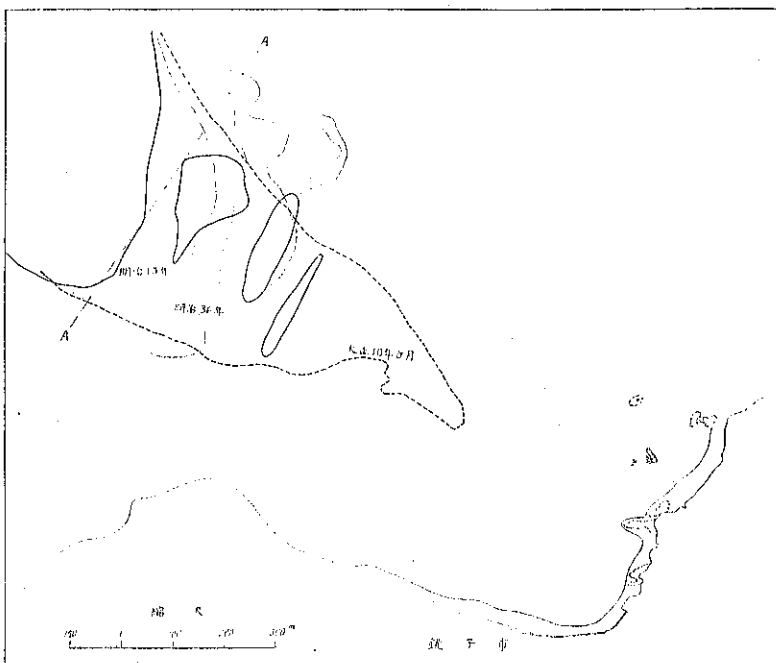


図-3. 明治18年より昭和11年に至る間の砂洲の消長
(a) 明治18年より大正10年まで



(b) 昭和 3 年より昭和 11 年まで

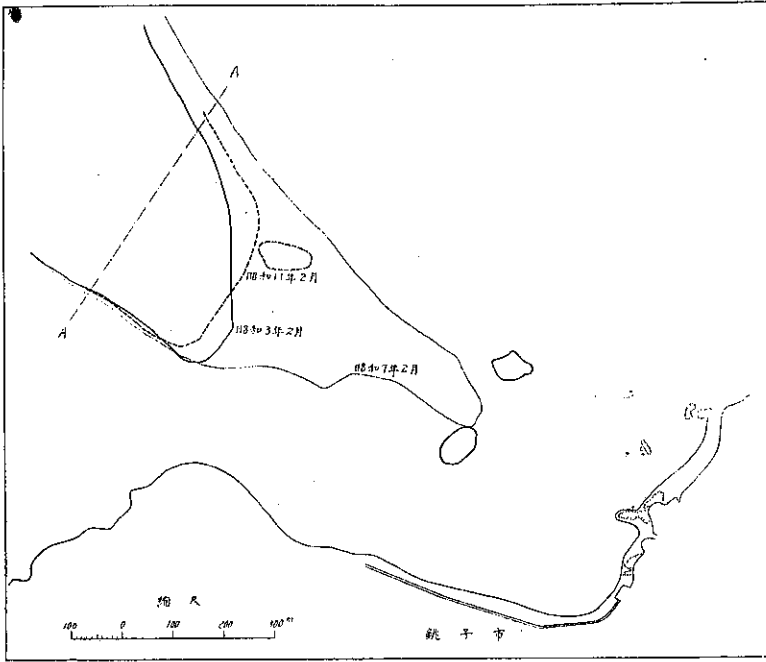
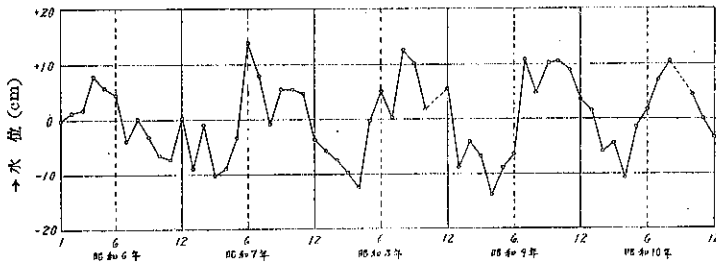


図-4. 布良に於ける平均水面の変化 (気象要覧に依る)

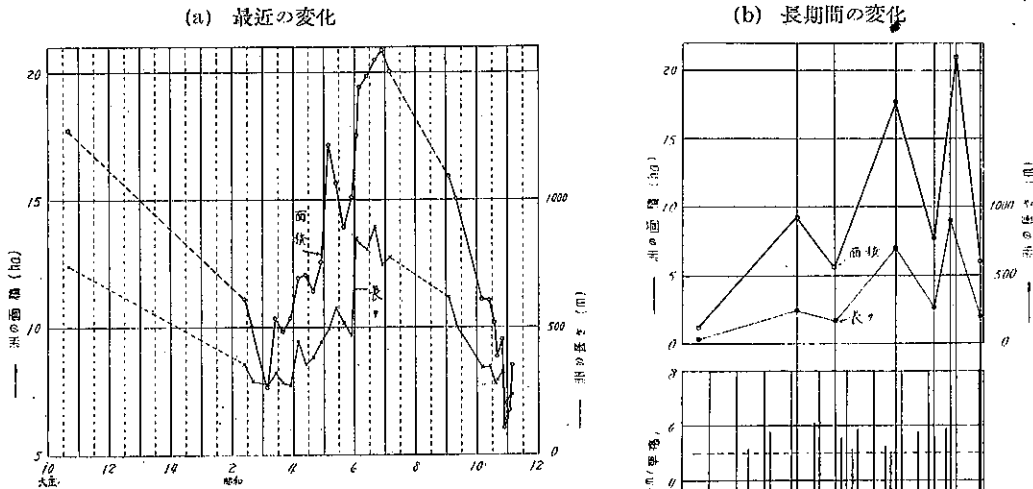


い實線を以て示し尙 AA から砂洲の先端に至るまでの鉛直距離の変化を細い線を以て示した。之に依れば 1 年間では一般に冬季に延びて夏季に縮まるのが普通であつて尙その程度は上記の夏冬の平均水面の高低による相違よりも遙に著しい。図-5 に依れば上記の 1 年間の周期的変化の外に更に長周期の著しい変化が認められる。図-6 は砂洲附近の寫眞である。

4. 砂洲の消長と風向との關係

砂洲の移動の主なる原因が波である事は周知の通りであるが、波の大きさ及其の打寄せる方向は風の支配を受ける事大であつて、間接に風に影響される處が多い。1 年間の砂洲の消長が顯著でしかも冬と夏の區別が明瞭である事から之と風の方向との關係を調べた處兩者の間に可なり顯著な一致を見た。思ふに砂は鹿島灘に沿ふて或は南に或は北に運ばれるのではないかと即ち波崎附近の海岸線に直角の方向より北に偏してゐる方向の風の時——此の附近にはこの方向の風が最も多い——波は砂を北から波崎附近に運ぶのではないかと考へたから鹿島灘に略

図-5. 砂洲の面積及長さの変化



平行の方向即ち NW から NNE までの風向の風をとり出して図-7 に示した。観測値は總て銚子測候所の記録により NW から NNE までの月別の前記風向の回数を 3 ヶ月毎に合計した値——砂洲の観測が 3 ヶ月目毎に行はれてゐるから之と比較する爲

月毎の計をとつた——更に前記各方向の月別平均風速とその方向の風向回数との積を 3 ヶ月毎に合計した値を、各々その最後の月の縦軸の上にとつて示した。尙風速は大正 11 年以前の測候所の數字は現在の方法による數字と異なるから夫以前の値は現在の観測値に一致する様に換算した。銚子附近では前記二つの図表は大体同じ傾向を示し何れも 1 年間では 2 月に最大となり 8 月に最小となる。試みにその中の風向回数の和と洲の面積との關係を図-8 に記入した。之と砂洲の消長とを比較するにその顯著な昭和 3~6 年の砂洲の折線と風の折線とは非常に近似した上下をしてゐる。昭和 5 年には風の線の上下が特に顯著であるが、この場合には砂洲の出入も顯著であつて兩者の間には相當密接な關係がある。

5. 利根川の影響

利根川下流部に於ては潮汐の影響により順流及逆流を生じ普通の場合の水面勾配は、自記水位計の記録によれ

図-6. 波崎砂洲附近の寫眞



ば、大潮の落潮時最大 1/60 000 程度で流速も割合に小であつて河の流れによる砂の搬出は割合に少ないと思ふ。但し波崎附近の砂洲を形成する砂は図-9 に示す如く粒が極めて小であつて洪水の場合の流速に依つて之が押流される事は一応考へられるから図-5 (b) の下に著しい洪水を示した。この洪水を示す爲に資料の關係上栗橋に於ける量水標に於て 5m 以上の讀みのものをつつて、その高さを示した。洪水の場合の流速は河口の狭窄部附近が最大であつて 3m/sec 或は夫以上に及ぶから、この附近では砂が運ばれる事は考へられるが之より少し上流部では流速は著しく小となつて上流部から此處に砂が運搬されて來る量は割合に少ないと思ふ。図-5 (b) によるも洪水との影響は殆どないと考へて差支ないと思ふ。

銚子漁港の修築工事の開始に伴ふ航路の浚渫、漁船渠の築造等が砂洲の出入に影響を與へてゐるか否かに就ては別の機會に述べる事とするが、同港修築工事の開始される大正 14 年以前には此等の影響は勿論あるべき筈もない。明治 33 年からの利根川の改修工事の進捗に伴ひ河口の状態に変化を及ぼす事も考へられるが既記の如く利根川が砂を上流より河口に運搬する量は割合に少ではあるまいか。

6. 其の他の影響

夏と冬の平均水面の変化と海岸の勾配とに就て考ふるに、汀線附近では一般に陸地に近い程勾配が急であつて、夏の波が洗

ふ岸の勾配は、冬の波が洗ふ岸の勾配よりも急であるから、之が砂洲の堆積に影響を及ぼしてゐる事は考へ得る

図-7. 銚子測候所の観測結果

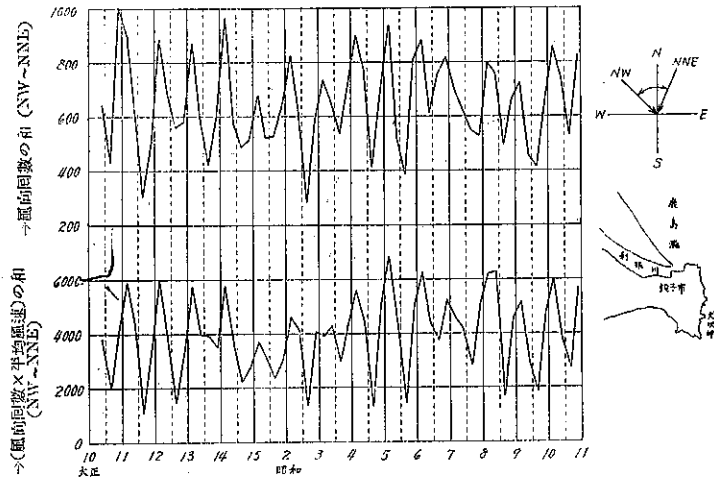


図-8. 風向と洲の消長との關係

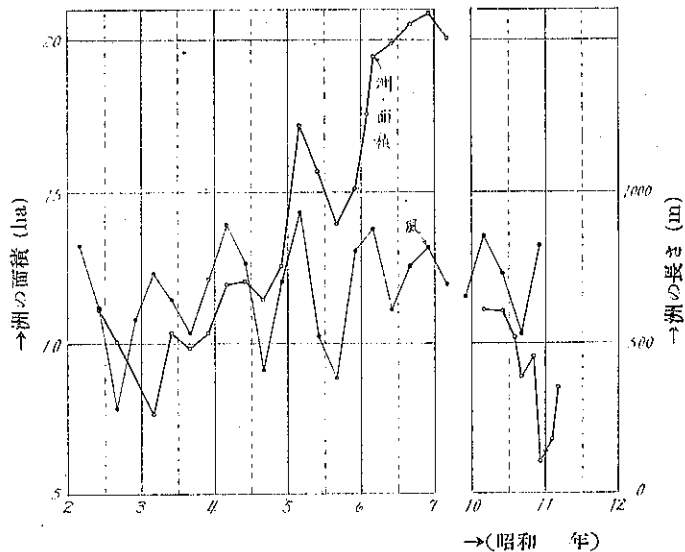
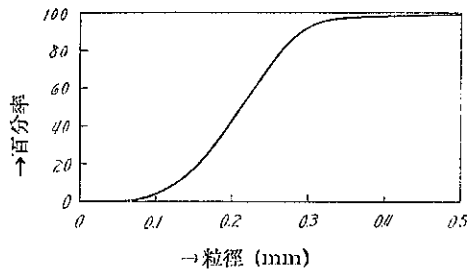


図-9. 銚子砂粒曲線



處である。勾配が急な場合には汀の砂が海中に運び去られ緩な場合には反対である事は荒木博士の貴重な観測の結果認められてゐる事であるが⁽¹⁾ 之れのみでは風向の変化の劇しい年に、洲の出入が劇しい事を説明する事は出来ない。

尙長期の洲の出入に平均水面の長期変化が殆ど無関係である事は圖-4 と圖-5 とを比較すれば明かである。

以上の諸原因の外に風が砂を運んだ例は諸處で観測されてゐる。極めて粒の小さい乾いた砂に就ての観測結果の一例⁽²⁾を見るに、平均粒径 0.175 mm の砂は地上の風速——地面上 1.6 m の高さで観測した風速——が 4.5 m 以下では動きを生じないと報告されてゐる。此の砂洲でも海岸の稍高い處で砂が乾燥してゐる場所では風による砂の移動が相當顯著である。しかし砂が濕つてゐる場合には非常に動き難くなる事は勿論である。利根川河口の砂洲の砂の平均粒径は 0.14 mm であつて、問題の場所では砂は常に濕つてゐると考へられるから、風による移動の影響は極めて小であると思ふ。

7. 實驗に依る調査

利根川河口に於ける砂洲の移動を防止する事は地元の熱心な希望であつて、その対策工法等に就ての試験の依頼があつたのであるが、之に先だち砂洲移動の原因を確める事を必要と考へたから上記の事柄に就て模型試験を行つた。その結果波の進行する方向に依つて砂の移動の状態が著しく異なる事が明かとなつた。之は詳細に互つては内務省土木試験所報告に登載の豫定であるがその結果の一例を圖-10 (a) 及 (b) に示す。

模型の實物に對する平面の縮尺は 1/600、鉛直の縮尺 1/60 で寸法概略 4×5 m の面積内に海底の状態等はすべて實物によつて作つたもので、波崎の洲附近以外はモデルを以て作り、波崎附近の地形は實際の高低に合はせて現場の砂と同一のもので作つた。波を起す装置は水深 8.8 cm の箇所幅 1.5 m、高 34 cm の板を蝶番により模型の底に取付け、之の上部の取付桿の蝶番中心より 63.5 cm の高さの箇所に振幅約 13 cm、周期 0.7 秒の單弦運動を與へる事によつて北北西に相當する方向よりの波を送る。圖-10 (a) は波の試験を行ふ前に水を空にして地形を等高線によつて示したものであり、圖-10 (b) は上記の波を 1 時間送つた後の地形であつて、等高線の 0 附近のものに就て見れば波崎附近の砂洲が後者に於て著しく大となつてゐる事が認められる。之は實際には北北西風が吹いた場合に波に依つて起される現象と解釋して差支ないと思ふ。

8. 結 言

以上を要するに海岸の砂の移動は波が岸に打寄せる方向に依つて著しく影響を受け、1 年間の夏と冬の洲の出入の原因は主として之に依ると解釋して差支ないと思ふ。

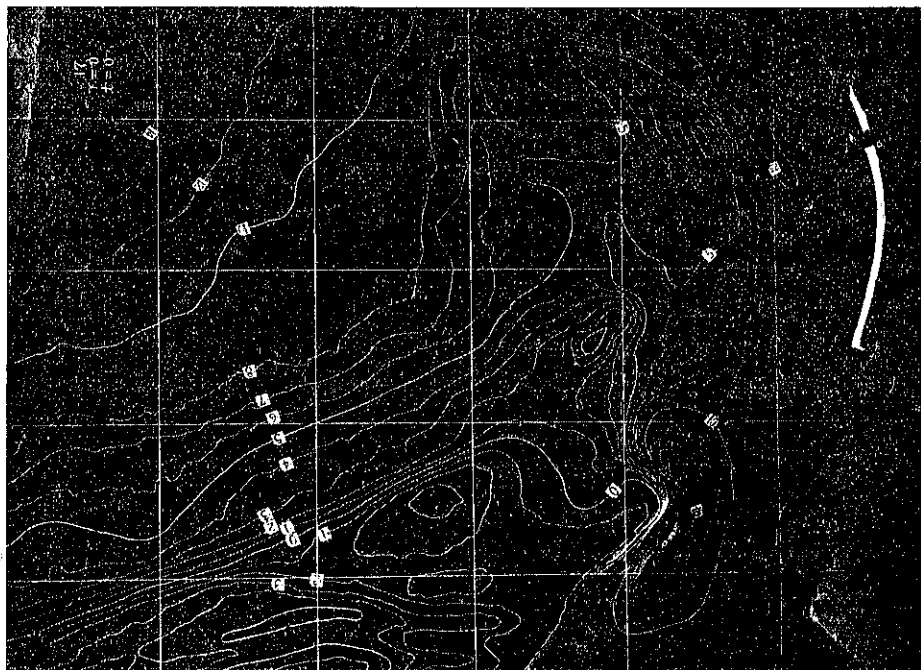
長い周期の洲の出入の原因は遺憾ながら今迄に得た資料に依つては之を明かにする事は出来ない、若し之に就て何等かの御示教を得れば幸である。

(1) 荒木文四郎「砂濱に於ける港灣修築と漂砂との關係に就て」土木學會誌第 12 卷第 6 號 (大正 15 年)

(2) The Transportation of Sand by Wind by M. P. O'Brien and B. D. Rindland; Civil Engineering May 1936 p. 325-327.

図-10. 模型による砂洲の移動試験

(a) 試験以前の地形 (等高線の 0 が波崎の砂洲の汀線)



(b) 北々西に相當する方向より 1 時間波を襲つた後の地形

