

Paradip 港 について

鶴 岡 鶴 吉

1. 概 説

ベンガル湾に面した印度の東海岸に港湾として知られているのは、南の方から Madras, Vizagapatam と Calcutta の三港である。南端の Comorin 岬から 2,000km の間に僅かに三港である。東京下関間が 1,000km 強であるからその 2 倍の距離の間に、三港であるからいかに港湾密度が小さいかがわかる。

このように港湾密度が少ないということについての原因には色々ある。港湾を必要とする物資が少ないことが、その一つであろうが、港湾の成立に対して、地理的条件の悪いことも、その開発を遅らせている一つの原因であろう。

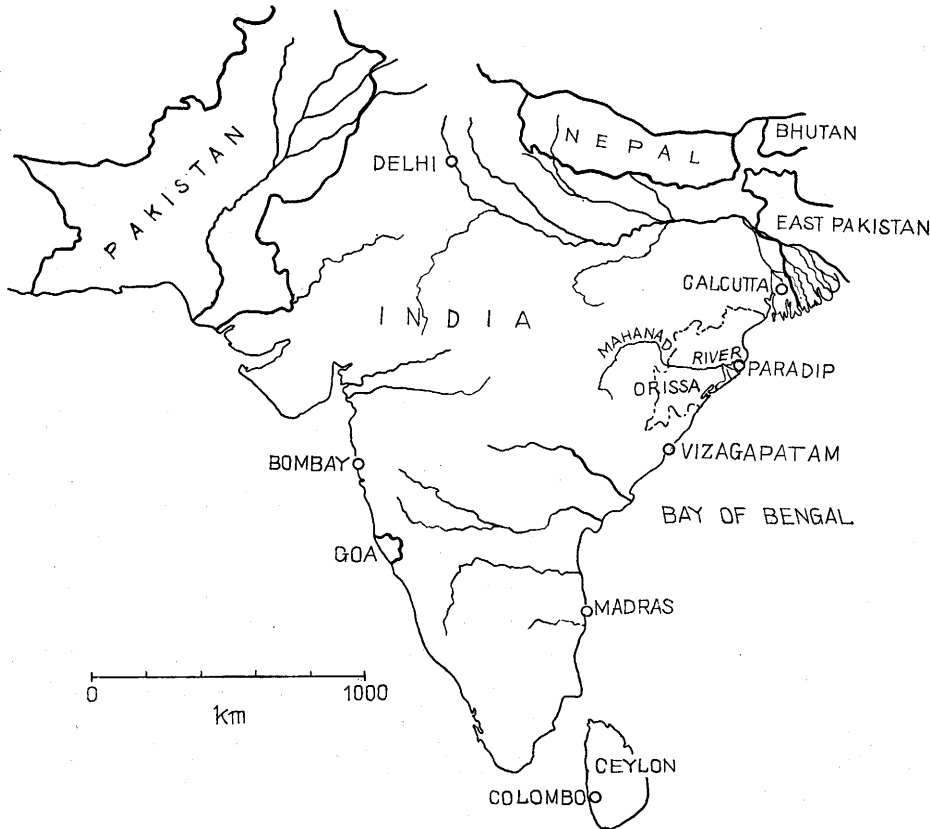
地理的条件が悪いということの一つは、Bengal 湾に面した印度の東海岸には漂砂があるということである。

問題の Paradip 港は Calcutta の南西 500km, Vizagapatam の北東 500 km (Madras よりは 1,100 km) の地点である。漂砂の影響を受ける港湾が何故に問題として取り上げられることになったのであろうか。

2. Paradip 港に対するインド政府並びにオリッサ州政府の関心.

前述のように Paradip の位置は既設の開港 Vizagapatam および Calcutta のほぼ中間に位しているの、インドとしては、できれば港湾として開発したいところである。ここが港湾の候補地として登場したのは、何時頃であるかはわからないが、それ程古いことではないらしい。1948 年にインドの中央政府の Central Water Irrigation and Navigation Commission の Chairman からフランスの技師に Mahanadi 河の調査を依頼した。Paradip というのは、Mahanadi 河の河口付近の村落の名

前であって、Mahanadi 河の調査に付帯した港湾調査に端を発して、港湾計画が考慮されるようになったものと思われる。フランス調査団が実際に現地を踏査したのは 1951 年の正月であって、その報告書は色々な事情をよく調べてある。この報告書によってインド政府の Paradip 港に対する関心が急激に高まったものようである。この報告書のあとで 1951~1956 年までの 6 年間に Paradip 港に関する報文を筆者は 7 通も目を通して



第 1 図

る。

フランス調査団の報告によって Mahanadi の河口付近は水深 30 ft の泊地があって、河口砂洲の浅い部分を処理すれば河口港として発展させる可能性があるということで、インド政府は内外の識者の意見を求めるということになったものである。

一般に港湾開発を行うという動機は色々あって、(1)天然の良港であるから、(2)輸出をしたい物資があるから、(3)輸入したい物資があるから、(4)付近に港湾がないから(5)その他、と色々ある。多くの場合は(2)または(3)の理由で新港湾計画が起るのが普通であるが、インド政府の場合は(4)の理由が一番強く、(2)、(3)の理由は弱いようである。フランス調査団の報告によれば、輸出貨物は米、ジュート、竹等の農産物を主として考えており、輸入貨物は鋼材、石炭、セメント、砂糖、小麦、石油等を取あえず予定しており、将来港湾の発展につれて、塩、建築材料、調味料等の輸入貨物を考えている。Hirakud Dam の完成に伴って、その発電電力を利用して、オリッサ地区では、アルミ工業、製鉄工業、セメント工業が勃興するといっている。したがって Paradip を港湾として開発しようとした最初の動機は鉄鉱資源の輸出が対象ではなかった。しかし港ができるという前提において、その裏付貨物の一つとして鉄鉱輸出の問題が徐々にクローズアップされて来た傾向にある。

今まで筆者の目を通した Paradip 港開発に関する報告書に共通していることは、

- (1) Paradip 港は河口港であることを前提としている。
- (2) 港湾のスケールは小港湾 (Minor Port) の範囲を出ないこと。すなわち年間取扱量の目標を 100 万 t 位に考えている。

それにしても 1951 年より 6 年間に次々と調査を行ったことは、インド政府の関心の深いことを裏書きしている。第 2 次産業 5 年計画の中には Minor Port として開発すべく予算計画を行っている。

3. Paradip 港に対する日本の関心

Paradip 港に対して日本人が関心を持った動機は、インドの場合と軌を一にしていない。インドのオリッサ州は世界最大の鉄鉱床を持っており、日本の製鉄界では早くより着目していた。昭和 27 年 (1952 年) 富士製鉄株式会社の浅田譲氏がインドへの工業使節団の一員として渡印した際、オリッサ政府の好意によって、日本へ始めてフランス調査団の報告書を提供され、同時に Mahanadi の上空を飛行機で視察して来た。たまたま富士製鉄の大田氏が、印度鉄鉱石の開発について企画していた。その案はオリッサの鉄鉱床の資源を、日本に輸入したいということで、鉱山開発、輸送、港湾施設の一貫計画であった。もちろん大きな仮定に基いた夢のような案であったが、これが「インド鉄鉱石開発計画粗案」とい

う名で富士製鉄会社調査室より発表されたのが、1952 年 6 月であった。この案が一時議会で問題となったが、機はまだ熟せず、その後の進展とならなかった。

将来鉄鉱資源の獲得という問題は、識者の中で考慮の外におけないことであって、株式会社木下商店の社長木下茂氏並びに常務取締役の村上透氏が、インド鉄鉱石の開発計画に再び着手した。1955 年、木下商店より「インド鉄鉱石開発計画試案」という名において、小冊子を発表し、これを英文にほん訳して、インド政府並びにオリッサ政府等関係筋に配付し、鉄鉱開発案についてインド側の協力を求めた。オリッサ政府と同店との共同調査という議が定まって、鉄鉱床、輸送路、港湾等の一括調査を 1956 年 7 月より 1 ヶ月間に亘って行った。日本よりそれぞれの専門技師が派遣された。筆者は富士製鉄案の当初より、この現地調査まで継続して港湾関係を担当する立場にあった。

以上の通りで、日本と Paradip の関係は、鉄鉱石輸出に対して、適当な港であるかどうかということであって、港湾開発の動機は、裏付貨物が先に決って、港湾はそれに従い考えられるという、港湾計画の定石を踏んでいる。

4. Paradip 港調査報告の短評

Paradip 港開発に関し発表された報告書について、簡単に説明する。

a) フランス調査団の報告

この報告書は、インドに Paradip 港開発の可能性を示唆した最初の公式報告である。港湾計画について、河口港案として、A, B, C の三案を提示している (第 3 図参照)。このいずれの案を採用するかは、模型実験を行って決定することをインド政府にすすめている——インドはこの忠告に基いて 1956 年春から、B, C 案についての模型実験を Poona にある Central Water and Power Commission の Research Station で開始した——、フランス調査団は 1951 年 1 月に現地踏査をしている。港湾関係の担当技師は Daniel Laval (Chief Engineer of the Corps of Engineers with the French Government, Chief Commissioner of the Port of Rouen) という人で、一行は他の専門家と共に 5 名であった。この報告書は河口港としての考え方以外は言外にも触れていない。内容は部厚いもので、真面目に問題と取り組んでおり、Paradip 港を論ずるには、是非一読を要するものである。

b) 輸送路に関する報告

フランス調査団の報告のあった後、オリッサの天賦の資源である鉄鉱石を、Paradip 港における輸出貨物の対象として考慮するようになった。これが輸送に対し、輸送路の研究が必要になって来た。これに関する報告書は三通ある。

i) Westphal の報告

Westphal はドイツの運河技師である。報文には調査

期日は明示していないが、前後の関係から 1953 年以降のことであろうと想像できる。Westphal の調査目的は、Sukinda 鉱床地区から年間 100 万 t の鉱石を、現存する運河を通して Paradip まで輸送することの可能性および Mahanadi 河の下流に、築港の適地があるかを調べることであった。

第 2 図に Sukinda Mine と Paradip の相互の関係位置を示してあるが、Westphal が問題にしている Canal は、山元と港間に 3 本ある。High level canal, Kendarapara canal, Taldanda canal である。Sukinda Mine より High level canal までは、他の輸送方法をとるとして、貨物は Jenapur で積み換えて、舟運によって High level canal を通って Cuttack まで運び、一度 Mahanadi の本流に出て、ここから Kendarapara または Taldanda canal によって下流に通じ、さらに Mahanadi の本流にまで入って、港頭まで達するというのである。Westphal は特別の鉱石運搬船を使って、年間 100 万トンの鉱石輸送が可能であるとしているが、わが木下調査団の河野技師の計画によれば、運河を使用するとすればかなりの運河改修費を投じて、年間 50 万トンの輸送能力が最大であるという。

元来この運河は約 90 年前に英国人の手によって、建造されたもので、一昔も二昔も前のことであり、航行の用の外に、灌漑用として造られたもので、各 Canal 共、巾も狭く、たくさんの閘門がある。その寸法は巾 5.15m 長さ 30.2m 深さ 1.8m で、通行できる船はこの寸法で制限をうける。また運河の両岸は、掘り放しで、何等の保護をしていないから、50 t 船程度のもものが 3.5 哩/時の速度で 1 日 3 往復もすれば、堤防の安全性を保障できない程度のものである。閘門の数は High level で三ヶ所、Kendarapara で 8 ヶ所、Taldanda で 7 ヶ所ある。

以上のように Canal といっても、堀割の少々気のき

いたもので、年間 10~30 万 t の輸送に対しては、一応考慮の対象になるが、100 万 t 以上の輸送ということになると、その利用価値は高く評価されない。しかも相当の改修費を要する上、この経路は Sukinda-Paradip の輸送路としては、非常に遠廻りな道順である。

第 2 図に河野技師によって提案された、鉄道による輸送路の計画が描いてある。大量輸送を考える場合は、鉄道輸送によらなければ損である。

ii) Czechoslovak の技術団の報告

この報告書は 1956 年 3 月に提出されている。技術者 4 名で調査しているが、このうちには港湾技師は含まれていない、索道 (Ropeway) の技師たちである。Sukinda から Jenapur (High level canal の始点) まで約 16 哩の間を、Ropeway で運ぶという案で、Ropeway による案の経費を計算し、鉄道による案より安いと述べている。

iii) Martin の報告

この報告は、1956 年 4 月に提出されている。Ropeway の報文の直後である。Martin によれば鉱石 100 万 t を山元より Jenapur まで索道によって運び、それから舟に積み換えて、Canal を通って港頭まで運ぶという、輸送上の経費を計算している。Martin 自身は運河輸送が最善と考えているわけではなく、Diesel truck によって道路輸送をする方が安いから、政府は運河輸送を保護する必要があるといっているのはおかしな話である。

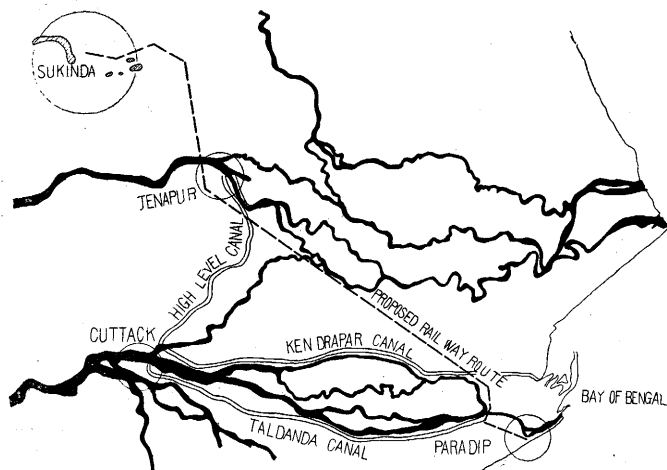
c) Zezzard の報告

この報告は 1955 年 3 月 18 日より 4 日間の Paradip 港を調査した報告である。運河を港頭への輸送路として考えており、港湾は巨大な施設をしないで、鋪地だけを作ればよいといっておる。フランス調査団の報告に対して、反対的な意見を述べている。彼は貨物は最大 72 万トンと押えている。港湾はあくまで Minor Port の域を出ないということのようである。

d) Chacko の報告

Chacko はインド中央政府の港湾関係の要路の技師である。彼の報文は Westphal, French Mission の報告を引用しているところから、1954 年頃の報告であるように思われる。Paradip 港の開発という標題で、一般的物理現象 (漂砂、潮汐、気候) 等から説き、貨物の輸送方式を、鉄道、道路、内河航運について説明している。貨物は鉄鉱石、石炭、マンガン鉱石、農産物、工業製品等を考えており、遠い将来は Paradip 港は数百万トンの取扱高になると、予想している。

港湾開発については、4 段階に分けて、その最終段階は、年間 75 万 t の貨物が安定したとき行方べきであるとして、その段階にお



第 2 図 輸送 Route 案 (河野技師)

いて始めて次の施設を行うことを、提案している。a, 鉍石積込パース, b, 工作場, c, 上屋, d, 野積場, e, 乾船渠および船台, f, 倉庫。

氏はこの段階を Major Port といっている。この報文も、港湾の築造に対する技術的な解説をしていない。

f) Sri Kartar Singh の報告

インドで Sri というのは英語の Mr. ということらしい(ただしある程度の資格が必要らしい)。したがって彼はインドの技師で、Mahanadi 河の Navigation officer を長年していた人である。この報文も 1952 年～1954 年頃の発表であると思われる。18 項目に亘って Mahanadi 河の性格を述べているが、港湾計画案ではない。

g) Glassup の報告

1955 年 5 月 Paradip の現地を視察し、浚渫船、曳船、ランチの購入に対する意見を述べたものである。これは Paradip がインドの 5 ヶ年計画の中で Minor Port として取り上げられていることについて、予算編成上の必要から調査したもののようである。

5. フランス調査団の Paradip 港計画案

前述のようにたくさんの報告書は出ているが、僅かにフランス調査団が築港計画案を示しているにすぎない(第3図)。その提案は、A, B, Cの三案である。A案は水深 18 ft として利用しようというので、大型船舶を受け入れる港としては不適當であり、B, C案が研究の対象となっている。このいずれの案を採用するかを、フランス調査団の勧告に従って、インド政府では模型実験によって研究中である。その成果は 1957 年暮にならなければ発表にならぬようである。

フランス案によれば、Mahanadi の河口を改修し、二

条の防波堤兼防砂堤兼導流堤を河中に延長し、水深 110 m 付近まで到着させて、港口を造成し、現在の河口付近の水深の大きい右岸(水深 30 ft)を埠頭予定地としている。

6. Paradip 港で問題となる自然現象

a) 漂 砂

Bengal 湾に面したインドの東海岸一帯には、南西より北東に向って漂砂が存在する。現存する Madras, Vizagapatam の両港がその被害をうけつゝあること、河川が海岸において、一様に河口を北方に向きを変えていること、Chilka Lake 等 Lagoon(かん湖)が存在すること等より容易に想定される。Paradip 港予定地でも例外ではあり得ない。しかし年間にどの位の漂砂があるかという数量的なことがわからない。

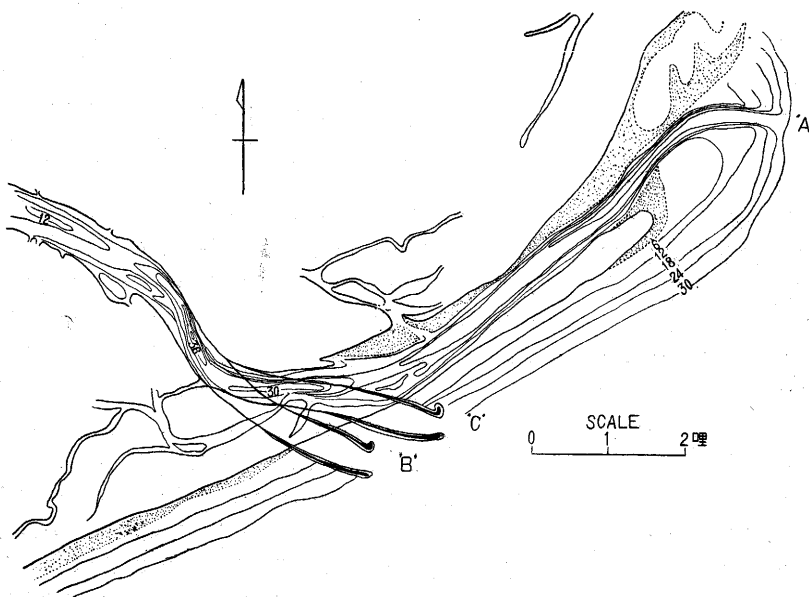
Madras における漂砂の量は、年間平均 70 万 t (35 万 m³) といわれている。この量はこれだけ浚渫すれば、現状に変化がないという実績である。

Vizagapatam では年間 140 万 t (70 万 m³) の漂砂がある。これも実績である。過去 15 年間の浚渫記録から筆者が計算した量で、これだけの量を年々掘って、立派に港口の水深を維持できている。

Bengal 湾においては、季節的に風向が変る。冬期は N～NE 風が多く、この季節は陸より海に向って吹く風であって、Madras の例でも、Vizagapatam の例でも、この季節には漂砂はあまり起っていない。夏期には S～SW の季節風が吹く。この風は冬期の季節風よりも強いし、海より陸に向って吹く風で、この風によって起る波動は、海岸線に斜めに進行して来る。一般にこのような波動が漂砂の原因として信ぜられている。Madras でも

Vizagapatam でも実際にこの季節に漂砂が起っている。その漂砂の量は、波高が大きい程大きい。Vizagapatam の方が Madras より漂砂の量が多いが、波動が前者の方が大きいからであると考えられている。

Paradip は Vizagapatam より Fetch (対岸距離) が大きいし、波動も大きいと考えられている——実際の観測はしていない——フランス調査団はこの量を年間 200 万 t (100 万 m³) と予想している。筆者の見解でもこの量は非常な桁外れではないと考えている。仮に 300 万 t と仮定しても、その全量を浚渫するとし



第3図 フランス調査団の報告書中の築港計画案

て、その浚渫費は邦貨で約1億5千万円である。これだけの浚渫費を年々歳々必要とすることを、前提として、なおかつ港湾開発が必要であるか、またそれが可能であるかということが、漂砂を対象とした一つの問題である。

b) サイクロン (Cyclone)

日本には台風が来襲する。Bengal 湾にはアンダマン島付近にその源を発するサイクロンという名の暴風がある。これは Burma の海岸をかすめ、インドを襲うことが多い。この威力はほぼ台風と匹敵するということである。船舶や、港湾構造物に与える暴風の影響は、どの港にあっても、港湾計画には必ずつきもので、特に Paradip に限ったことではない。ただこのサイクロンによって起された波動が、漂砂に与える影響が一つの問題である。

Madras の場合は、漂砂に関する限りサイクロンは、現状ではむしろ歓迎すべきものであると、chief engineer から筆者がきいている。一つのサイクロンによって、二ケ年分の浚渫量に相当する砂を、遙か沖合まで散らしてくれたことがあると語っていた。少くとも負の影響はないといっている。

Vizagapatam では、特別に悪い影響はないように見受けられる。

サイクロンと漂砂はさらに研究してみる必要がある。

c) その他

気象、潮汐、流量等の自然現象は、数量的にも調べられているので特にとりあげる必要はない。

7. Paradip 港計画上の諸問題

a) 海岸港 (Coastal Harbour) か河口港 (Estuary Harbour) か?

フランス調査団の報告ばかりでなく、今までの報文では、Paradip を港として考えた場合、全部が Mahanadi の河口港を予定している。海岸港を考えたものは筆者以外にはない。

河口港としての考え方は、第3図に示したフランス調査団の案が一つの型式である。波の影響ばかりでなく、漂砂のことを考慮に入れた、長い二条の防波堤兼導流堤兼防砂堤を海中に延長して、河中の泊地を保護すると同時に、港口の水深維持を企図している。

海岸港にするならば、河を離れたところの海岸より二条の防波堤兼防砂堤を延長し、泊地は陸地を掘り込めばよい。この両者の利害得失はどうなるかということである。

河口港と海岸港との本質的な相違といえば、導流堤間を流れる水量の相違がその一つである。潮汐による流量だけの場合と、河本流の外に潮汐による流量が加算された流量がある場合とのちがいが、そのいずれが港湾維持によい結果を与えるかということが問題である。埠

頭泊地の水深は、河中に築造した場合は、河の一部の改変によっても影響をうける。これはプラスの面よりはマイナスの面が多いことが懸念される。港湾維持費の面から見てどちらが有利であろうかという問題である。

建設費の点からの相違は(河中に延長した防波堤、接岸施設その他を全く同じものと仮定して)、海岸港の場合は泊地を全部掘さくしなければならぬ。河口港の場合は泊地の浚渫は僅かであっても、河中にも導流堤を築造しなければならぬことの比較である。

港湾建設上の便不便から比較してみると、浚渫船その他工用船舶の工事中の避難所は、河口港の場合は簡単に得られるが、海岸港の場合は特に考えなければならぬこと。

港湾経営上の問題から見る河口港の場合は、たとえ Mahanadi の本流が乱流していても、小型の舟は通行できる上、Taldanda と Kendarapara の両 canal があって、local cargo を航運によって港頭まで運び、本船に積換えられること。海岸港の場合は、別に港湾と河川を連絡しなければ、以上のことが可能でない。

以上の通り河口港か、海岸港かはその利害をそれぞれ分析して、比較してみなくてはならない。

b) 防波堤を設けた方がよいかどうか?

防波堤を海中に築造すれば、漂砂の流れを堰き止めるので、当然砂の堆積が起る。防波堤の南側では海岸線の前進が起る。Madras の例では、1876年に工事に着手以来、45年間に2,500ftの海岸線の前進を見た。年平均56ft(17m)である。1921年より1950年までの29年間に700ft、すなわち年間平均24ft(7m)の割で海岸線は前進した。74年間に970mの防波堤の前端まで陸地になってしまった。その対策として南防波堤をさらに280m延長した。これをsand screenという名で呼んでいる。現在ではこの前端まで海岸線が延びて、浚渫を中止すればその砂は防波堤の前端をまわって北進し、港口に悪影響を与えて、水深を浅くすることになる。

Paradip 港に防波堤を築造すれば、やはりその南側に海岸線の前進を考えなければならぬまい。防波堤を築造しなければどうなるか、もちろん航路は航洋船の通行に必要な深さに維持しなければならない。この航路へ当然漂砂は流れ込んで、埋めるであろう。漂砂は水深の大きいところには起らない。水深が3m位より浅いところが最も多いのが一般である。航路の南側に適当な位置に、砂を捕捉することのできる、十分な広さの区域を深く掘っておけば——これをsand trapと名付ける——うまく行けば航路に影響を与えないですむかも知れない。設計さえうまく行けば、1年間に流れて来る量を、sand trapで捕えて、1年間に掘ることも可能であるように見える。

防波堤を造るとすれば、その建設費は約 15 億円が見込まれる。防波堤ができてしまえば、当分の間は僅かの浚渫費で航路維持ができると思われる（しかし長年の間には南側の海岸線が前進して来て、防波堤の前端まで達する）。防波堤を設けなければ、sand trap の浚渫費として年間 1 億円か 1.5 億円を見込まなければならぬ。sand trap によって、有害な漂砂を捕えることが技術的にできるかどうかという問題の検討の外に、港湾経営の経済上の比較も検討を要する。

以上 a, b 頃に述べた二つの問題の外は、特にむつかしい港湾計画上の問題はない。

8. Model Experiment

前 6, 7 節において、Paradip 港で問題となる点を述べた。Paradip の港湾計画の成立については、その可能性を疑うものではないが、投資額をいかに軽減するか、維持費をいかに節約するかは、前述の問題の諸点の研究を必要とする。模型実験によって、一切の疑問が解決するというのではないが、問題の解決上のヒントは得られると思う。模型実験の企図していることは、次のようなものである。

- a. 航路並びに港内に与える漂砂の堆積事情の研究
 - i) 航路が二条の防波堤の間に設けられた場合。
 - ii) 航路が防波堤の保護なしに設けられた場合。
 - i) の場合は、防波堤の位置、長さ、形状、防波堤間の間隔等の変化に伴う漂砂の動きを調べる。
 - ii) の場合は主として堆積の起る位置の研究を行う。
 - b. 海岸港と河口港の比較研究
- 港口を通過する水の流量の多い場合と少ない場合とで漂砂の堆積事情の相違を調べる 等である。

9. む す び

すでに述べたように、Paradip 港の開発については、インド政府の考え方と、日本側の考え方はその出発点

について相違している。本港の開発が相互利益という点で一致しているため、双方の協力の下に実施に移される可能性がある。港湾の規模を航路維持費の点から考えると、年間航路水深維持の費用として 1 億円以上が考えられるので、取扱貨物の量が相当大きくないと経営がむづかしい。仮に Sukinda 地区より、年間 200 万 t の鉄鉱石を輸送して、Paradip 港より輸出すると想定した場合、本船に積み込むまで費用、鉱石代金、輸送費、積込費一切で鉱石 1 t 当り 2,000~2,700 円と推定される。航路維持のための浚渫費が仮に 1 億 5 千万円としても、上記の費用に加算すべき鉱石 1 t 当りの負担額は 75 円にすぎない。貨物が年間 100 万 t とすれば、本船積までの費用が 1 t 当り 2,800 円以上となる上、貨物 1 t 当り浚渫費 150 円を加算しなければならない。規模をさらに小さく、年間貨物取扱量 50 万 t とすれば、浚渫費負担額は貨物 1 t 当り 300 円になる。すなわち開発の当初より、本港は 200 万 t 以上を取り扱うことを前提とした Major Port として開発した方が有利であることは論をまたない。

本船の泊地を沖合に予定し、本船へは沖荷役で船積すると考えるなど、本当の Minor Port として開発するならば、河口改修費も、維持浚渫費も極く僅かですむが、それでも年間 30~50 万 t の輸出は可能であろう。本船の着埠施設を港門に保有する普通の港湾を予定するならば、どうしても最初より Major Port とすべきである。

本港の開発については、技術の面においても研究すべきことが残されており、政治的な面においても今後の問題はあがるが、技術面の研究の進展と平行して、港湾開発の気運が熟して行くものと思われる。

生研において目下井口助教の手によって Paradip 港の模型実験が行われている。この研究が本港開発に寄与する役割は決して小さくないことを信じて疑わない。

(1957. 1. 18)

次 号 予 告 (3 月号)

(観測ロケット特集号・カッパー 128 J-S)

巻 頭 言	観測ロケット研究の歩み	星 合 正 治	秋田実験場の構成について	糸 吉	川 山	英	夫 巖
特 集				植 伊 山	村 藤 本	恒 寛 秀 公 房	巖 治 孝 弘 江 義 色 行 郎 茂 次 勇 登 澄 二 巖 朗
カッパー計画について	糸 川	英 夫	高速度カメラによるカッパー S・ロケット飛しよう特性の解析	中 伊 村	西 藤 村 江	恒 日 久 三 健	
カッパー 128 J-S について	戸 中	田 康 俊	光学的追跡装置によるカッパー S・ロケット飛しよう特性の解析	近 山	近 山 内 戸 丹 高 山 吉 下		
性能計算	秋 葉	鎌 二 郎	通信連絡系	谷 健	羽 中 口 山 村 潤		
風による分散理論	池 田	田 敏 健	飛しよう実験記録				
128 J カッパー・ロケット用ランチャーについて	吉 山	山 川 田 眞 太 章	秋田実験場におけるカッパーエンジンの地上燃焼試験				
カッパー 128 J-S-T 型ロケットの発煙装置およびロケットトレーサーについて	吉 岩 門 馬 佐	山 川 田 眞 太 章	45° カッパーエンジンの地上試験				
128 J-T.R ロケットの風洞試験	木 石 井 田 田	山 川 田 眞 太 章					
カッパー翼の強度試験	池 古	田 敏 健					
カッパー翼の振動試験	森 大	吉 郎					