

外国人技術者らによる明治期東京港計画についての技術上の問題 *

Technical viewpoints in era of Meiji on Tokyo Harbor design by foreigner civil engineers

寺中 啓一郎** 石川 淳***

by Keiichiro TERANAKA, Jun ISHIKAWA

幕府は安政5年(1856年)、不平等な内容の多い日米修好通商条約を結び、横濱、神戸、新潟、長崎、箱館の五港を開港した。東京を隔てること8里の横濱港は日本の主要輸出入港として殷賑を極めていた。しかし横濱港輸出入物資の6割から7割は東京を経由するものであった。同じ湾内にあり、しかも首都である東京に海港の必要性が叫ばれはじめた。このため行政側は明治13年(1880年)、東京府市区取調委員会を発足させ築港計画の具体的な検討に入った。この際、当時のお雇外国人工師ムルデル、デレーケおよび佛国海工監督官ルノーらの築港計画に意見を聴取している。本論では、「築港計画案の意見書の中に見られる築港技術上のいくつかの問題」をとりあげ、考察を加えるものである。

筆者らは1995年「土木史研究、No.15:土木学会」において「外国人技術者による明治期の東京港計画に関する意見」と題して発表した。内容は明治14年(1881年)から明治22年(1889年)にかけての、前記ムルデル、デレーケならびにルノーらの東京市区改正委員会に提出されて意見書の概要と、社会的背景、経緯について記述したものである。

本論では、前記3名の意見書にみられる築港計画案について、技術的側面(外郭施設、法線計画等)からの考察を社会的、自然的条件を加味して記述するものである。なお、お雇外国人工師(蘭人)ムルデルの意見書の提出は、明治14年(1881年)であり、同じくデレーケ(蘭人)のそれは、明治22年(1889年)であり、またルノー(佛国人、在佛)提出のものも同年である。当然、当時急速に変わりつつあった築港技術、船舶の大型化の傾向に注意しなければならず、またルノーの見解は古市公威、市区改正委員の渡佛に際しての意見であること等の差違について十分意を払うことが求められることは論をまたない。なお、ムルデルの意見には、川港案と深水港(海港)案の二案があるが、ここではムルデルが首都東京港の将来のあるべき港としては深水港案をもとめ、小型船に対して、いままでどおりの川港案利用を推薦していると考えられるので本文考察の中では深水港案のみを対象としてとりあげることにする。以下、事項別に比較考察をすすめる。

1. 法線計画について

考察を進めるにあたり、ムルデル、デレーケ、ルノーの三氏の法線計画図¹⁾を図一1および図一2に示しておく。

*keyword: 東京港、明治期、外国人技術者、築港

**正会員 工博 日本大学教授工学部土木工学科(〒963 福島県郡山市田村町徳定字中河原1)

***学生会員 日本大学大学院工学研究科土木工学専攻

[illegible]

この図は、「東京市史稿 港湾篇 第四卷」の附図にあったものである。ただし、この図-2にはルノーの意見を参考にした古市公威による法線も含まれている(この法線は東京市が工学博士古市公威および同中山秀三郎に設計囑託したものと同一である)。

その一部を紹介する。「……其調べをするに當って、十三年の圖杯を引きずり出して見たところが、如何せん其事を私が頼んで、其調べる任に當って居る技師が、誠に困ることはドウかといふと、十三年頃のものは何處で誰が責任を負ふて計畫したのやらチョットモ分らぬ、そこで図面書類杯が調ばらめ、チラバラになって居って誠に困る、私が調べるのは昔の歴史を調べるばかりで無しに、最早大抵豫定計畫し、大體の計畫をするだけ位な材料は大抵揃ふて居るだらうと思ふから、夫を調べて見て備はって居たらば夫に依一つ計畫を内務省で立てるが宜いか、他に立てさせるが宜いかといふ見込みも附くだろう、其材料の方を調べて見たい考で今調査中であります。……（ママ）」

— 352 —

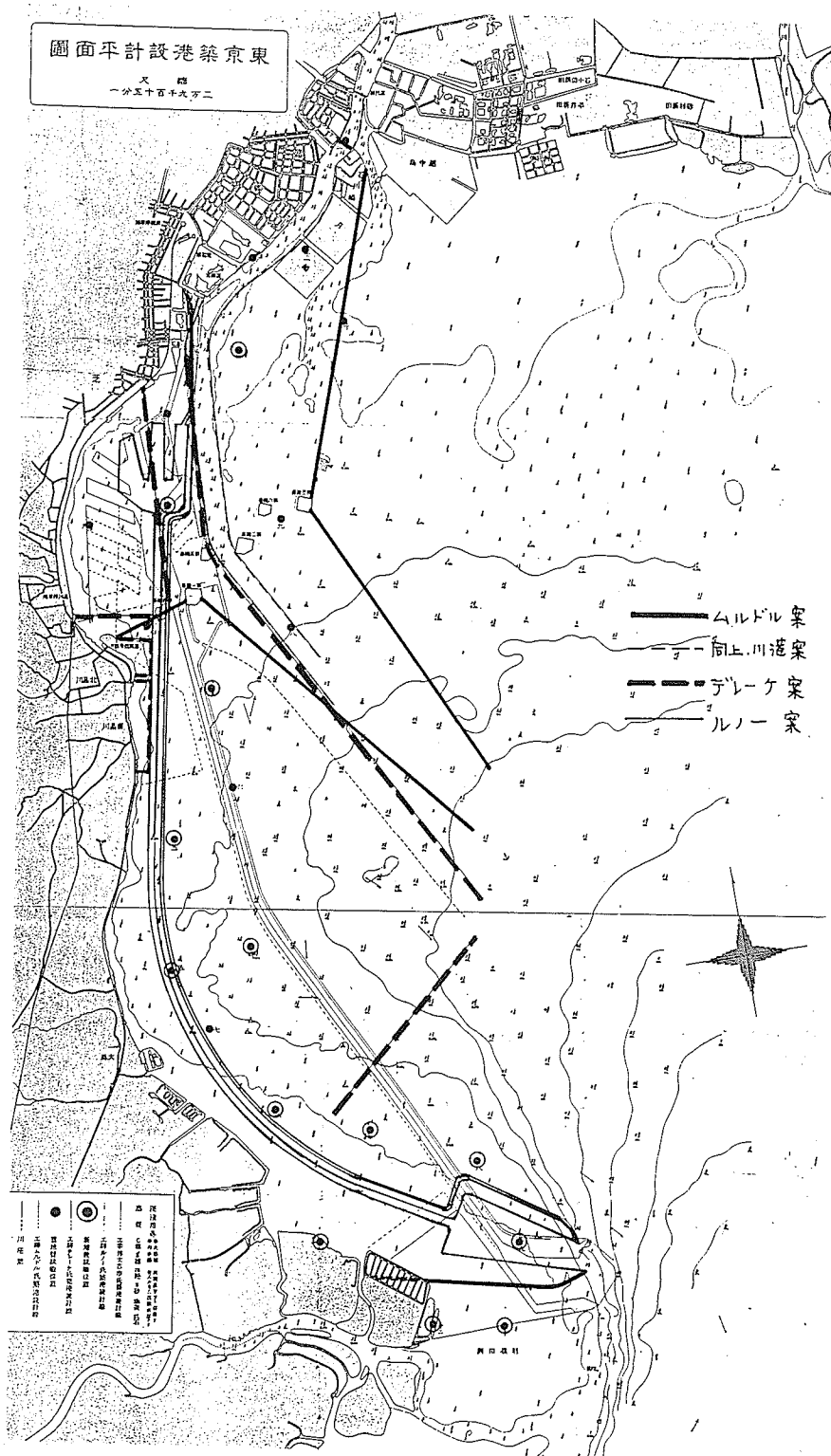
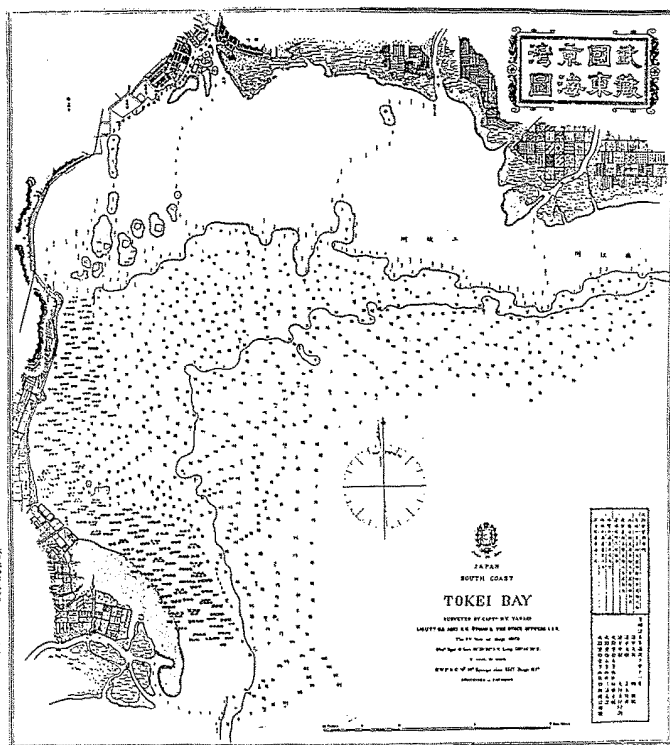


図-2 ムルドル、デレーケおよびルノー東京港計画法線

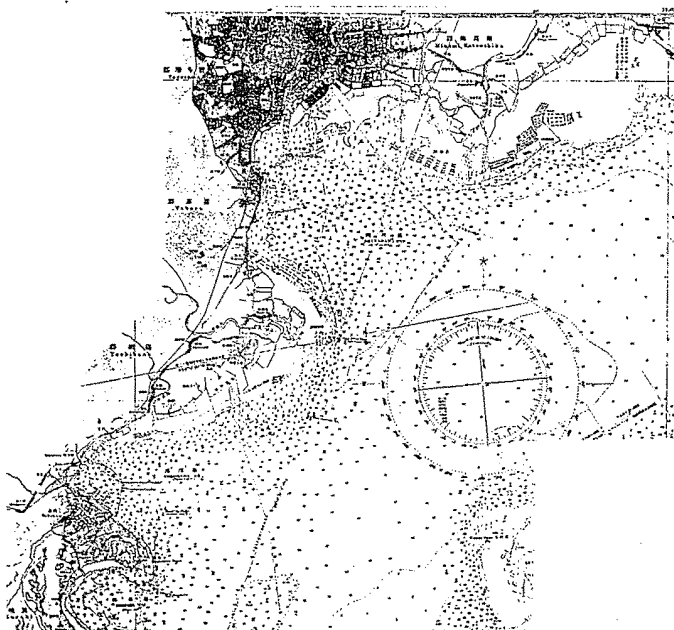
明治14年(1881年)11月24日、内務省土木局雇工蘭人ムルデルは東京府の委嘱に応じて、東京湾築港を設計し、これを提出している。ムルデルは築港案として川策(案)と深港策(案)の2案を提出しているがここでは前記のように比較検討するため、深港案のみについて記す。しかしながら、東京で取り扱う物資の過半は隅田川を中心とした掘割沿いで行われているため、小型船による輸送を無視することは出来ない。当然3人の外国人技術者の計画もこのことは十分配慮している。計画技術上では濬筋の確保、導流柵の築造などがあげられる。そこで、ここでは当時の濬筋や濬標(図一3および図一8参照)、明治40年(1907年)前記の東京の河岸地(共同物揚場)の図を示しておく。

ムルデルは日本の首府には、これにふさわしい大港湾(海港)が将来とも不可欠のものであるという視点から、その必要性をといている。すなわち、「日本ノ首府ナル東京ニ在テ大商船並ニ軍艦ノ出入ニ堪ユル良港ヲ備フルノ重要ナルニ注意シ、又海ト交通ノ不便ヲ問ハズ、今已ニ東京ニ擴張セル商運ヲ觀察シ、又人口百萬ヲ有シ廣大ナル沃野ノ端末ニ位セル市城ヲ以テ、此貿易ヲ與フル非常ノ繁盛ニ着眼スルトキハ、則第一ニ港策ニ密結セル財用困難ハ、此策ノ施行ニ由テ東京ニ呈スル大利益ヲ以テ之ヲ償フニ餘リアリト決断スベシ。……」³⁾とのべている。なお、ムルデルは明治15年2月21日、東京市区取調委員に任命され、築港計画の詳細目論見のため、内務省土木局長より東京府知事松田道之に推薦されている(明治15年5月5日)。

図一1のムルデル案は2本の突堤、すなわち東堤は石川島より第三台場を



図一3 明治5年(1872年)の東京港付近海図(明治5年11月、大日本海水路寮 第九番 松田龍山刻之)



図一4 明治26年(1893年)東京港および横浜港付近海図(明治26年5月18日、水路部、第九十號)

經由して湾口まで焼く3,780間(6,873 m)、西堤は陸地より第四および第一台場を經由南東進して、約2,975間(5,409 m)である。湾口幅は西堤と東堤とを同一水深まで延伸するとしてみて900尺(273 m)、湾口での水深は4間(7.3 m)、泊地水深は低水下23尺(7.0 m)、泊地面積約1,000町(9,917,000 m²)であり全体として湾口をせばめた漏斗状をなしている。又東落筋確保のため1,450間(3,636 m)のソダ工導流堤を東堤に沿ってもうけている。

ムルデルの意見書⁴⁾によれば「一、瀬壁ノ築設 其壁縁ニハ洋行大船ヲシテ直接ニ横繫セシムルニ適當ナルモノ。」とし、ルノー同様、接岸荷役を前提として計画している。さらに、「一、水路、浚渫

石川島ヨリ港口ニ至ル距離殆ンド三里ノ間、深サ大抵干潮面二十四尺(7.27 m)ニ達スベキモノ。」としてゐることから、当時7,000トン級の貨物船の入港も考慮に入っていたように考えられる。浚渫については、その量が膨大であることから

「…於レ是港内ノ浚渫ヲナサバ凡ソ六箇ノ浚渫器械ヲ使用シテ著シク其ノ効ヲ奏セシムルヲ得ベシ」⁴⁾としており、これもこれらの工期は暫定的には4ヶ年、完成までは8ヶ年と予想している。また、東京港に流入する沿岸側からの排水については、ムルデルは「此池ニ放池スル水ハ、第一靈岸島及京橋、市溝、第二古川、第三陳鐵道堤ノ溝渠ナリ。然レドモ此溝渠ハ時々浚渫ヲ加ヘテ洗淨ニ保チ、又古川、汚物ヲ送ルヲ止ムルノ制度ヲ建ツルトキハ、此水ハ港池ヲ害スルコト微ナルベシ。」⁵⁾として、浚渫と汚物の放水を止めることで港そのものには支障がないと考えている。

同じ蘭人工師であるデレーケは、明治22年(1889年)3月8日ムルデル築港意見後、約7年、東京港築港意見を土木局長西村捨三宛提出している。この築港位置は、ムルデル案がほぼ砲台群より隅田川河口の範囲にかけて泊地が計画されているのに対して、デレーケ案は砲台群より外海側にあり、その形状は図-2に明らかなように泊池は広大な養潮池(Tidal Basin、水深1.82 m)を設け、この泊池の干潮による水流を利用して、港口水深の維持を考えている。このことはムルデル及びデレーケ案ともに東堤および西堤に対す基本的設計思想は同類であって、東堤は主として江戸川、中川、隅田川からの流砂対策を念頭におき、西堤は波浪など防波堤本体の泊池防禦をめざしたものとといえよう。

また、都心近くに埠頭を計画し、流通面からの対策には十分なる配慮がみられる。ただし、ムルデルとデレーケでは船舶の大型化や動力源などの進歩に、短年月の間にも差違がみられ、このため埠頭計画にも変化がみられることは当然である。

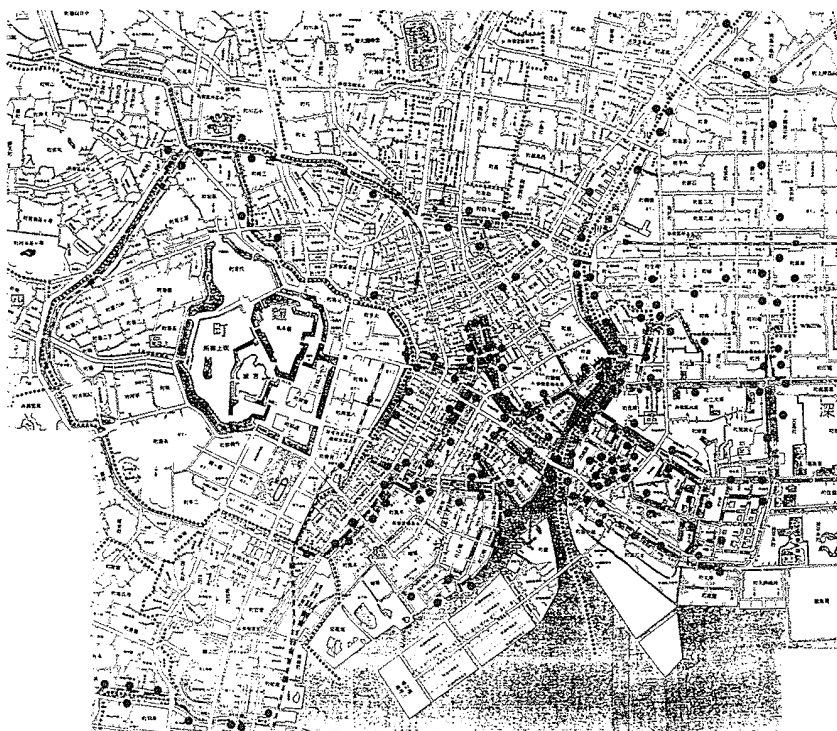
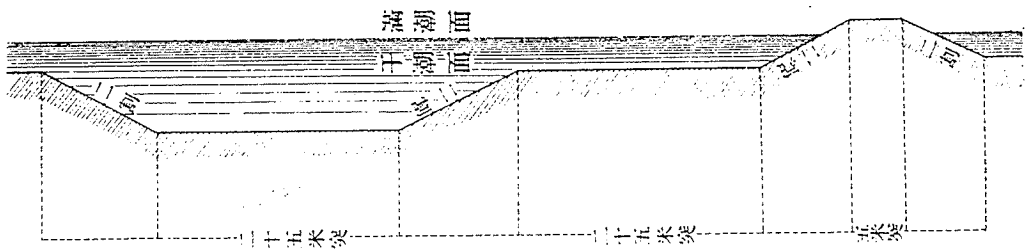


図-5 明治40年前期の東京河岸地(共同物揚場)(●印)

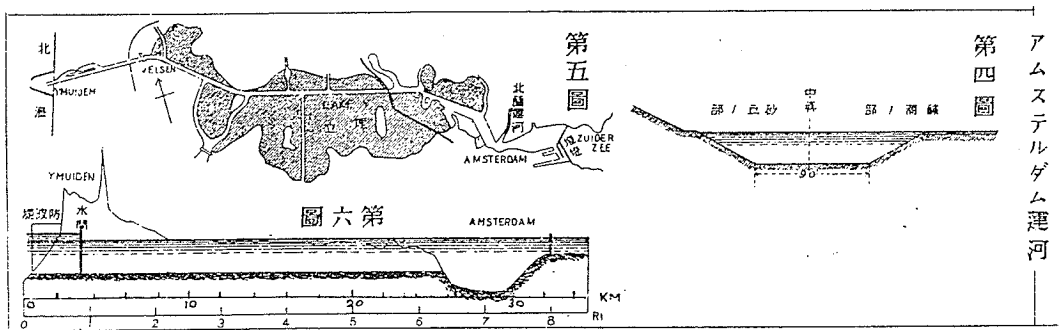
法線について三氏の案を分類すれば、オランダ工師らによる案、すなわち、ムルデル案（漏斗状）およびデレーケ案（養潮池）の計画思想と形態はほぼ類似しており、一つの種類、オランダ技術タイプということができよう。

これに対して、ルノー案は可成りその法線形式は異なったものとなっている。これはルノー自身の海港建設に対する経験や学識によることは勿論である。しかし古市公威が内務大臣、山県有明に欧州諸国巡回に随行して渡佛した際、デレーケ案およびムルデル案、東京港地質調査等の資料等を持参し、最終的に佛国海軍省海工監督官ルノーと協議し意見を求めた結果の集約であったと考えてよい。

図一2に示すように、ルノー案は二条の突堤を東に開いた前港と都心と連絡容易な繁泊所を長大な運河で結ぶものである。港門は後記のように漂砂を断つ位置に置き、船舶の出入りを容易にし、航路は大型海洋船を意識して8 mとし、幅員は2 mとして、さらに余裕として25 mをとっている。繁泊所には十分な水際線を取り、さらに次のようにのべている。「繁泊所ハ市街ノ南ニ於テ最モ接近シタル浅洲ヲ掘鑿シテ之ヲ設ク、我輩ハ自然ノ地勢ニ據リ其ノ位置ヲ撰定セリ。即チ鐵道ニ近クシテ市内ニ縦横スル運河及ビ隅田川ニ通ズル便アリ。繁泊所ノ周囲ニハ廣キ埋立地ヲ得テ倉庫ヲ建設スベシ。而シテ商業ノ擴張スルニ隨ヒ漸次ニ整頓シ、遂ニ壮大ニシテ完全ナル装置ヲ爲スニ至ルベシ。」⁶⁾としている。このルノー案は前述のオランダ側の案とは異なる形状、機能を有している。



図一6 ルノー案による東京港運河計画図



図一7 アムステルダム運河（廣井勇：「築港、後編」、明治32年3月14日、丸善より引用）

古市公威は、「ルノー氏ノ考案ハ、アムステルダム新航路ノ計畫ト趣ク同フス。」⁷⁾として、「アムステルダムノ前港ハ、北海ニ在リテ直線ノ海岸ニ突堤ノ長凡千五百『メートル』アリ、羽田ニ比シテ地勢不良ナリ。……前港ヨリアムステルダム繁泊所ニ達スル運河ハ長凡二十五『キロメートル』ナリ。」⁷⁾とし、この報文を明治22年（1889年）11月、東京市区改正委員長芳川顯正に提出している。

2. 波浪と漂砂について

東京気象台は明治8年（1875年）に創立され、翌明治9年よりの観測資料が公表されているように考えられる。

港湾計画には波浪、異常潮位の諸元が必要であるが、ムルドルの意見書には「漏斗ヲ爲り及第一第三兩砲臺ニ接スルノ堤ハ、多ク風浪ノ衝擊ヲ受ケザル可ラズ。故ニ其築港之ニ準ジ強クシテ高カラザル可ラズ。」⁸⁾の事項が見えるのみである。しかしデレーケ案にはこのような記述はみられない。

しかしながら、東京港計画ではなく明治21年(1888年)の「英國陸軍工兵少将バルマル横濱築港計畫報告書」によれば、「横濱ニ於テ風勢速力ノ度ニ付テハ、未ダ確信ヅルニ足ルモノナシ。其ノ装置完備ニシテ、最近ノ地ニ在ル觀象臺ハ、東京ニ在ルノミニシテ、當地ヲルコト大約廿英里(約79km)ナリ、今同臺ニ於テ觀測シタル十二ヶ年間(千八百七十六年ヨリ千八百八十七年迄)、平均風力ヲ聞クニ、風向即チボーホート量風器、五度(9.73 m/s)以上ニ達セシモノハ、一ヶ年三十四日間トス。風力五度ナルモノハ、大約二十二英里ノ速力ヲ以チ走ル微風を稱シテ、十二度(23.3 m/s)ノ風勢ハ颶風ナリ。」⁹⁾ また「今之ヲ約言スレバ、横濱港ニ於テ築港工事ヲ侵襲スベキ波濤ノ最高キモノハ、大約拾英尺(3.05 m)内外ニシテ、此ノ波濤ノ來ル方向ハ東南ナリ。」¹⁰⁾ にみられるようにバマーの計画報告書には、風浪のみならず荷役可能日数の推定もみられる。

また、廣井勇は「日本築港史」の中で古市中山案は「佛国人(Renaud)ノ考案ニ基キ第四十八圖(図一2参照、筆者)ニ點線ヲ以テ示ス如ク港口ヲ羽根田ニ設ケ運河ヲ以テ品川臺場以内ノ西半部ニ設クル所ノ本港ニ接続スルニアリ同案ニヨル港口ノ位置ハ品川灣ニ出入スル沿岸潮流ノ旺盛ニシテ水深ヲ維持スルニ足レルヲ利用スルノ目的ヲ以テ之ヲ定メタルモノニシテ位置ノ選定宜シキヲ得爾來幾多ノ設計ニアリテモ亦之ニ據レリ」¹¹⁾としており、また後年のこととして「東京港ノ一大禍根タリシ隅田川上流ハ明治四十四年以來十三ヶ年ニ互リ工費二千三百餘萬圓ヲ以テ開鑿サレタル荒川放水路ニヨリ東京灣ニ流出スルニヨリ港内へ殆ンド全ク土砂ノ下途ヲ免レタルモノナリ」¹¹⁾と記述している。

3. 港口水深の維持について

ムルデルまたはデレーケの港口の水深維持対策は流水によるフラッシュ効果を前提として考えている。このように港口の水深維持策について当時から疑問がなげかけられている。

まず、メイク(英国人、Charles Scott Meik)は、明治20年(1887年)北海道庁のお雇外国人とし招聘されている。彼の経歴をみると1875年(明治8年)22歳でハル市選任技師(英国土木学会会員)となり、河岸改良、フェリー、都市土木の設計に従事し、1881年(明治14年)から1887年(明治20年)34歳の来日までバートアイランド、ボーンズ、ブライス、ワークワース、アイマウス、シロス等の港湾工事の責任者として勤務した著名な港湾技術者である。¹²⁾ 彼が北海道の港湾に関して報告した、北海道庁長官岩村通俊への報文のなかに、次のような部分がある。すなわち、

"I may here remark that deepening by natural means such as the scouring action of tidal or river water should not be resorted to at river entrances without the exercise of extreme caution for although it is an easy and cheap method of obtaining depth of water within the harbor or river it frequently comes more expensive than dredging in the since the material carried down by the scouring current is almost invariably deposited in the stiller water in the area of the outer harbor or outside the pier heads forming a bar in much the same way that a delta is formed at the natural mouths of same river.

The material thus deposited has in the end to be removed by dredging under conditions more unfavorable than had the material been dredged from inside the river entrance in the first."¹³⁾

と英文でのべている。これは、水深の維持を図るため港口などで、自然の掃流力を利用することは結果的にその周辺(外側)にデルタ状の堆積を生じることになり。このため浚渫に多くの費用を費やすことになり、このような方法で水深の維持を保持することは可成り慎重でなければならず、浚渫のために意外に費用がかかると注意をうながしている。また明治22年(1889年)12月2日の東京市区改正委員会議録のなかに、ルノーの見解として次のような批判がなされている。「……海潮干満ノ差大ナラザレバ、退潮ニ港門ヨリ流出スル水量モ亦

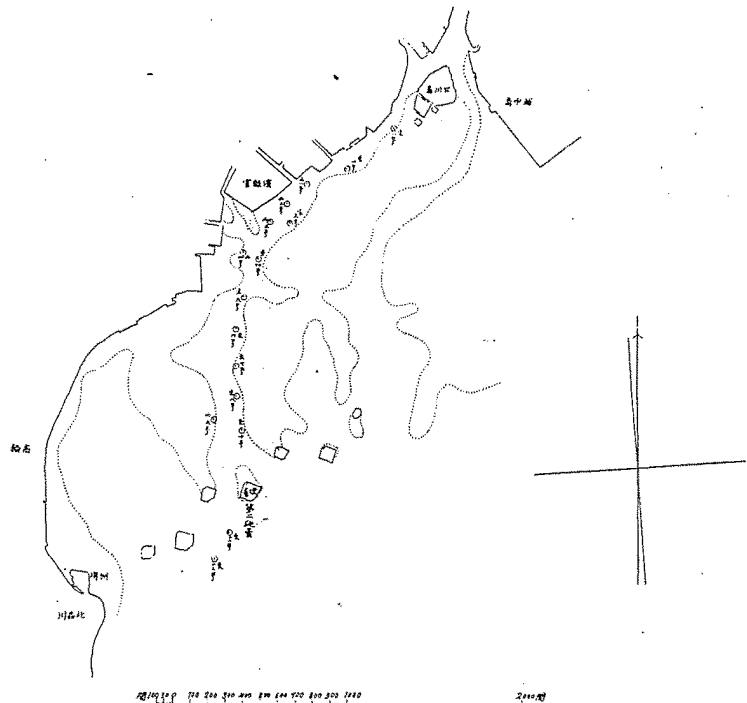
小ナリ。故ニ潮力ヲ保ツ能ハズ、類似ノ場合ニ於テ實驗スル所ニ據レバ、到底此方法ヲ以テ好結果ヲ得ルノ望ナシトス。故ニ港門ヲ維持セントスルニハ、不斷浚渫ノ方法ニ依頼セザル可ラズ。即チシユエス運河ノ入口ニ於テボルサイドノ港門ヲ浚渫スルト一般ナリ。」¹⁴⁾ このことから、ムルドルまたはデレーケ案の港口に対して、新利根川（江戸川、筆者）からの河口に近いことをも含めて、港口水深維持には巨額の費用を要することを指摘している。ルノー案の港口の位置については、ルノー自身、欧米における実例（キングストン港の港門）やステクレ、ラロシウらの著をひきあいにだし、彼の提案の港口位置が、海底地形の急深な地点で、かつ潮流の速いところにあることをあげ有利さを強調している。さらに、この地点が多摩川河口付近にあっても、港口部を水深4尋（7.32 m）から5尋（9.15 m）深さにおき、かつ突堤の長さを200 mとすると、長年にわたって多摩川の影響により港門閉塞はないものと予想している。

4. 小型船対策とソダ沈床工法について

東京港の河岸には、隅田川河口より出入して荷役をあつかう舟着場（河岸）が、図一5にみられるように明治40年（1907年）前期における東京河岸地（共同物揚場）141ヶ所もあり、和船やダルマ舢舨の往来も極めてはげしく、その取扱量も東京港全体の過半をしめていたことを考えると、これに対応する方策も当然配慮されなければならない。お雇外国人技術者らムルデル、デレーケ、ルノーの3氏ともに、海港の大港湾計画と併行して、これら河岸を利用する

小型船対策として、大港湾計画の配慮に沿い、その東側に落筋の流路、浚渫などを検討している。とくに、ムルデルは彼の計画の東堤に沿ってソダ工導流堤（2,900間=5,273 m）を計画している。

この導流堤を、明治22年12月東京府土木課より知事へ提出された「東京湾落標位置記入方」の依頼書の付図（図一8参照）をもとに検討してみると、落筋確保の入退潮流に対し妥当な法線にあるものと考えられる。海港としての東京湾計画法線は、上記の小型船の入出港場所を河岸とは分離した考え方を示しているが、完



図一8 明治22年（1907年）西澤の標識位置並びに東澤および西澤図

全分離ではなく大型船からの中継もあり、そのため水路も配慮してある。また、内務卿山県有朋がムルデル案をもとに、太政大臣三條寛実に提出した「築港工事解説書」のなかにみられるソダ導流堤の構造は、「粗朶導流堤ノ構造ハ海底ノ深淺ニ随ヒ幾層ノ沈床ヲ爲シ、捨石ヲ以テ之ヲ覆ヒ、堤頭ヲ低水面ノ高二達セシムルニアリ。」¹⁵⁾ としており、さらに突堤については、「突堤ノ構造ハ、海底ノ深淺ニ随ヒ一層或ハ二層ノ沈床ヲ爲シ、捨石ヲ投ジ之ヲ覆ヒ、堅牢ナル基礎ヲ設ケ其海ニ向テ突出セシムルニアリ……。」¹⁵⁾ としている。

ソダ沈床工法などを含む海港建設、いわゆるオランダ技術に対する批判検討については、日本政府港湾技師

シー・エス・メイク (C.S.Meik、英国人、港湾技術者) の観察紀行にみられる一文と、「日本築港史」(丸善、大正15年)に記述されている廣井勇の記述をもってこれにかえたい。

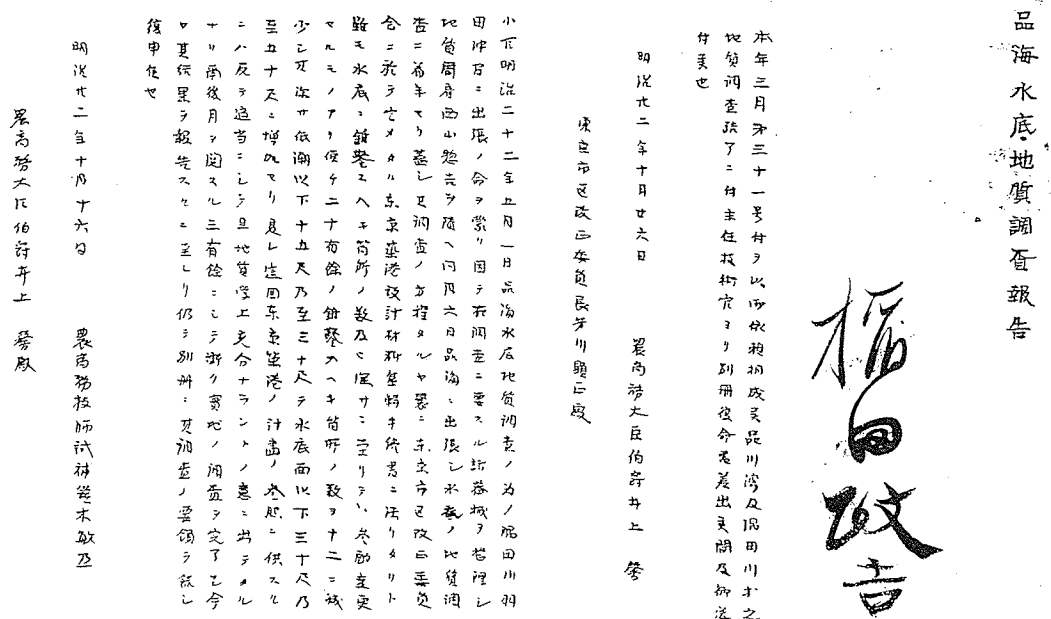
C.S.Meikは前述のように英国の港湾技術者であるが、「日本南部の港湾および疎水工事の視察紀行」(1888年(明治21年)4月7日、札幌にて)のなかに、野蒜の項で「塩竈の次に野蒜を訪問しましたが、この場所は港湾形成にとって利点があるようには思えないことを申し上げておきます。またこの改修の企てにかなりの資金が費やされたことを残念に思うだけです。仙台地方に残っている場所は石巻と女川で、私の意見としては、このうち1ヶ所は、この地方のための港湾として建設されるべきであります。それぞれの長所を考える前に、私は第一級の貿易港の主な必要条件は、船舶にとって全く安全でかつ陸上交通機関との連絡設備があり、十分な埠頭敷設と保管施設を有していることであると簡単に申し上げておきます。」¹⁶⁾

さらに、廣井勇著「日本築港史」によれば野蒜港の挫折について、次のようにのべている。「主任工師バン・ドールン以下関係技術者ハ河川工事ニ於テハ相當ノ學識及ヒ経験アル人ナリシナランモ築港工事ニ就テハ經歷ニ乏シカリシモノ、如ク先ツ其施セル調査極メテ不完全ニシテ例之ハ河口ニ當リ暗礁ノ存在スルヲ工事着手ノ後ニ至リテ発見シタルカ如キ又内港ノ水底ニ岩礁ノ散在セルヲ知ラサリシコト、或ハ沿岸ノ漂砂ニ著目セサクシ等ハ調査粗漏ノ罪ナシトセズ……又堤ノ構造ニ於テモ單ニ沈床數層ノ上ニ小形ノ粗石若クハ混凝土塊ヲ累積スルノ設計ヲ施シタルニ至リテハ以テ、バン・ドールンノ築港ニ関スル知識ヲ疑ハザルヲ得サルナルモノナリ」¹⁷⁾

5. 品川灣及び隅田川地質調査について

明治22年(1889年)12月2日に古市公威が市区改正調査委員会にルノー案を提出する。一ヶ月ほど前に、長年の懸案であった「品海水底地質調査報告」が農商務省技師試補鈴木敏によって報告されている。(図—9参照)

調査地点は図—2の●印の位置12ヶ所、調査深度は水底面下30尺(9.1m)から50尺(15.2m)の範囲で



図—9 東京港ボーリング調査報告書

あった調査方法は九錐で軟質の底土を見通し、硬質土は螺錐で掘り下げるもので堅坑に鍍筒を押し入れて土砂の崩落による坑口の閉塞を防止する方法をとっている。

結果は地質学的に観察するとともに、採取土砂より、その種類を特定しており、現在のN値等の測定や深度が浅いことなどを除けば可成り精度の高いものと考えられる。

鈴木はムルドル案に対して「……其波堤ノ構造頗ル堅牢ナラザルヲ得ズ。之ヲ堅牢ニセント欲セバ其土臺又鞏固ナラザルベカラズ、然ルニ前項ニ照シ地堤ノ線路ニ當レル底質ヲ示見ルニ、泥土、砂土、灰泥土等ノ累層ヨリ成リテ、地質學上最モ新シキ地質ニ属シ、其質柔軟ニシテ堪重力ニ乏シケレバ、當局者宜シク這般ノ地質ニ適スル築堤法ヲ撰ブベシ」としている。また「品川洲崎ヨリ第四及ビ第二砲臺ヲ經テ大森沖ニ互ル波堤ハ前者ニ比シ風波ヲ受ケルコト少ク、又其延長モ短カケレバ、堅牢ノ土臺ヲ要セザルモ、其線路ノ過半ハ軟質ノ凝灰質粘土及ビ沖積土ヨリ成レル水底ヲ經過スルコトナレバ、亦這種ノ土臺ニ適スル築堤法ヲ行ハザルベカラズ」としている。さらに文末に「品海ニ良港ヲ營築スル何ゾ容易ノ業ニアラザランヤ。爰ニ聊カ蕪言ヲ附シテ以テ報告ノ局ヲ結ベリ。」として、軟弱地盤上の工事であり、多くの工事上の困難があることを指摘している。

おわりに

東京港築港計画と技術的検討は、この後もルノー案を基準として、工学博士古市公威、同中山秀三郎によって進められることになるが、本論は外国人技術者らによる比較検討ということで、この部分で終了することとする。農商務省技師三浦宗次郎の第二次の地質調査を含めた、以後の問題については機会を改めて検討を加えるつもりである。最後にあたり、ムルデル、デレーケ（蘭人）の技術と佛国人であるルノーの技術の比較を「港湾歴史文献データベース構築調査報告書」平成6年3月、土木学会、によりまとめると、まず明治期に來日したデレーケ、ムルドルのオランダ技術者の築港技術特性は、

- (1). 内港建設を主体とするものであり、外港建設の技術を有していなかったと推定される。
- (2). 港湾都市建設を目的とするものであった。したがって大水深の外港建設は未経験であった。
- (3). 施工技術の中心は粗朶沈床と石積みであり、コンクリート構造術は有していなかった。

一方ルノーについてはアムステルダム港、同運河をはじめ、当時の欧米の最新の築港技術を経験しており、役職上も築港に関する多大な学識を有し、明治初頭より内外の多くの技術者の見識を得つつあったと推測される。このことは廣井勇の「日本築港史」はじめ古市公威や中山秀三郎らの明治期の築港技術者の判断からも推測される。

〔参考文献〕

- 1.) 東京市役所：「東京市史稿、港湾篇第四」、大正15年12月25日、に貼付してあったもの
- 2.) 同、p.588 3.) 同、p.42 4.) 同、p.373～374 5.) 同、p.39 6.) 同、pp.483 7.) 同、pp.488
- 8.) 同、p.37 9.) 同、p.393 10.) 同、p.392
- 11.) 廣井勇：「日本築港史」、昭和2年5月25日、丸善（株）
- 12.) (社) 寒地港湾技術研究センター：「北海道の港湾・海岸に関する調査報告書（明治20～23年）」、1994年11月1日、p.210
- 13.) C.S.MEIK C.E (HABOUR ENGINEER JAPANESE GOVERNMENT)：「FIRST REPORT ON THE HOKKAIDO HARBOURS」、8th November、1887
- 14.) 東京市役所：「東京市史稿、港湾篇第四」、大正15年12月25日、p.479
- 15.) 同上、p.182～183
- 16.) 同上、12.) p.140～141
- 17.) 11.) p.34～35