臨海工業都市と環境科学

坂 本 峻 雄

On the Scientific Research for the Improvement of the Environment of Cities on the Deltaic Areas

By

Takao SAKAMOTO

Abstract

Big cities in the world as follows, New York, Helsinki, San Paulo, Rio de Janeiro, Chicago etc., stand on the hard rocks, such as pre-Cambrian gneiss or Paleozoic formations.

On the contrary, many cities in Japan are situated on the deltaic areas with marine silt or silty clay. The land-sinking and the earthquake are their suffering subjects. Besides this, the soft ground constituting of volcanic clay also suffers many cities in our country.

The politicians in Japan should understand that it is the most efficient and appropriate investments for the future to pursue investigations in natural conditions on the deltaic areas.

わが国では文化と産業がますます発展するにともない、新しい都市と交通網が加速度をもつて建設される。さらにこれまで不十分であつた大都市の生活環境を改善するため、給排水など付帯設備が完備するであろう。ここでは企業家は地価の負担を軽くすることに努め、建築家は空間開発の自由なビジョンをもち政府もまた過密都市の空間はニュー・フロンティアと認め、高層ビルによる開発の計画を進めていると伝えられる。こうして巨大なビルや工場がふえ、大空港ができ、恒久的の地下構造も必要となつてくる。これら重量の大きい建造物を安全に支えるために、まず基礎地盤が十分な強度をもたなければならない。そうでなければ平時でも、地盤沈下(東京下町で 30 mm/年)、ガス・水道管の破損などがおこり、地震や高潮におそわれると、予想をこえる大災害をひきおこすことは、あらためて東京・大阪または新潟などの例をひくまでもないことである。

第 1 表			
強度 順位	都 市	基盤地質	できた年代
最 強	1. ニューヨーク・ヘルシンキ・サンパウロ・リオデジャネイロ	片 麻 岩	20億年前
	2. シカゴ・エデンバラ	古 生 層	4 "
強	3. ベレン(アマゾン河口)	第三紀層	2,000万年前
	4. 東京山手	"	1,000 "
軟	5. アムステルダム	洪 積 層	10 "
最 軟	6. 東京下町	沖 積 層	10~1 "
	7. メキシコシティ	"	10~1 "

* 三菱商事 K.K. 顧問, 自然公園審議会委員

いま東京都を含めて世界の大都市の基礎地盤を比較してみると、地質によつてまったく強度が異なることがわかる。

ニューヨークではセントラル・パークに片麻岩(花崗岩の類)が出ているのでもわかるように、地盤がきたいので、エンプайヤ・ステート・ビルなどを建てることできる。ヘルシンキもリオデジャネイロも、同様の大通りに片麻岩が現われている点で、ニューヨークに似ている。サンパウロはやはり片麻岩にマサ土のおおつたところで、シカゴは古生層の水平な石灰岩の上に氷河が運んできた礫層がうすくおおつている。エジンバラも古生層で、とくに古城は玄武岩に似たドーレライトと呼ぶ火成岩で、古生層を貫いた大円柱の上にたてられている。これらの都市では、数十階建てのビルでも、すこしも心配はなく基礎として最強である。

アマゾン河口のベレン市は、河からわずか 10 m ぐらいの平坦地で、第三紀層の非常に厚い粘土の上にたつている。これはアマゾン盆地をうずめ、ところにより 600 m の厚さに堆積したラテライト(紅土)の一部で、結晶性のカオリン粘土である。火山物質やコロイド粘土を含んでいないのでかたくしまり、ここには 10 年前に 26 階建てのアパートが建った。

東京は新宿あたりから武蔵野平野にかけ、関東ロームと呼ぶ赤土の下に第三紀砂岩・泥岩がある。関東ロームは箱根や富士が飛ばした火山灰であるが、水を含んでもすぐ流れだす性質はない。その下の泥岩も火山物質を多く含んでいるが、固まつて俗に「ドタン」と呼ばれる石になつているので、比較的強度がよいことは幸いである。なぜかというところの同じ層は、静岡県由比や新潟県下などで、よく大きい地氾りをおこすからである。東京の山の手は平野の地盤としては強い方に属している。

アムステルダム付近は、巨大な防潮堤を設けて干拓した低地である。耕地の水を次々にレベルの高いキャナルへ揚水して排水しなければならぬ。市街では軟弱地盤があるとみえ、中世紀以来のものと思われるレンガづくりの 3 階あたりで、隣家との間が菌並みのわるい人の菌のようにくいちがつているところがある。しかしここでは幸いにも海成粘土はうすく、洪積世氷河で運ばれた砂が 200 m 近くもあるので、巨大な防潮堤も支持することができ、市街も建てられる。砂には海水が含まれ井戸は使えないので、内陸から淡水を引いてこれに注ぎこみ、地下の海水を海へ押し出すことが試みられている。砂の強度は沈下に対しては若い海成粘土よりはよいのであるが、地震動のため流砂現象をおこす危険がある。

東京の下町には最近まで海が来ていた。この海はいまから 1 万年あまり前、いわゆる氷期海面低下の際浦賀水道まで引いていた。そのころ旧利根川はいまの隅田川口で、いまより 60 m くらい下を流れ、浦賀水道で海へ注いでいた。氷期が終わつて海面が上がるにつれ、湾内に 60 m ほどの厚さに黒い泥が堆積しこの切り下げられた谷を埋めどし、いまの下町の地面ができた。内湾性の堆積物は砂と泥が混じりあい、とくに軟弱である。伊勢湾・大阪湾なども同様である。旧利根川と大小の支流とか武蔵野台地に切りこんで、かたい地盤が手の指を開いたように残っていた。その間の谷を埋めどしたのが東京下町の軟弱地盤である。あらかじめこの軟弱地盤の深さを知り、補強工事の可能性を調べる必要がある。東京地盤調査研究会編「東京地盤図」は、こういう調査のためにたしかによい指針といえることができる。

ナイル河畔のカイロは一見して泥の上にたつているようであるが、よく見ると泥ではなく微砂であつて火山物質は含まれていない。それでこの地盤は見かけより強いようである。日本の内湾性粘土には背後地の関係から、たいいてい火山物質が多く、特に新潟では著しい。これは沈下・地氾り・坑道盤ぶくれの原因となるやつかいなものである。次に述べるメキシコシティは極端な例であるが、日本でもこの被害がきわめて多い。

メキシコシティの中央に白い大理石づくりの国立美術館がある。これが沈下して正面から車で入り、そのまま進めば表玄関のひさしの高さへ停車することになる。10 年近く前のことであるが、この美術館の隣に 42 階建てのビルが、ほとんどできあがつていた。町の人が下の 2 階はそのうちに地下へもぐる予定だと冗談をいつていた。また大きい寺院で横に傾いたものがあつた。それは一方の端は岩盤にかかつて

おり、他方はそれがなかったためであつた。古くから寺院の前でレンガづくりの建物があつた町を、とり払つて広場をつくつたところ、急に傾きはじめたということであつた。メキシコシティの中心街は浅い火山湖を排水してたてている。町はずれにまだ水面が残っている。このように沈下がはなはだしいところからみると、地盤は新しい火山灰が多量に入つた、ベントナイト質のものではないかと思われる。政府は井戸水のくみ上げを禁止していたようであつたが、たまたま筆者が訪問していたころ、新大統領の施政演説に取り上げた大問題の1つは、この地盤沈下問題であつた。

東京その他日本の臨海工業都市では、これから埋め立てて拡張したうへ、港湾・タンク・工場・ビルなどの重量建造物や地下構造が必要になる。かりにいまから10年・20年後を考えてみると、科学技術の進歩に見合つて、工業は今日予想もできないほどの発展を示すことであろう。超音速機に乗ると、世界中どこでも12時間以内で行ける。しかし通信衛星・テレビ電話・電子計算機情報網を使えば、交渉や商談が早いので、出張旅行や会議召集はあまりいらなくなるかもしれない。国際間の商品の動きがおどろくべき量に達し、なかんずく石油は、いまの世界需要(14億 ton/年)の3倍になるであろうといわれている。この増産分の1/4は大陸棚沖合油田から出るであろうと思われている。日本は最近アメリカに次いで自由世界第2位の石油需要国となり、世界の注目の的であるが、10年・20年後にもこの地位から下がることはあるまい。将来の日本産業は大量生産型と別に、原子力・エレクトロニクス・ロケット等が発展するとの見方もあろうが、石油・鉄のようにアップグレードして大きい付加価値を生む原材料は、雇傭増加のうえからもその生産を拡大していかなければならない。

石油だけを考えてみても、タンカー・港湾・貯油タンク・パイプライン・石油化学工場など一連の建設が伴わねばならない。港湾や貯油タンク適地、および工業都市地盤強度の調査は、さらにこれらの建設に先行して行なわれなければならない。

東京をはじめ日本の臨海工業都市の基盤は、メキシコシティに次いで軟弱であることは上に述べたとおりである。火山灰粘土がとくに弱いことは上の例でも述べたが、その厚さ・地下深度などは一時代前の旧河川の流路、その後の海岸線の動きなどに関係し、第四紀地質学の問題である。建設の現場では物理探査とボーリングでかたい基盤の深さと起伏を調べ、問題の多い粘土および砂の透水率や強度については、荷重・震動などが与える影響について、アナログ・モデルを用いて試験をすることが望ましいと思われる。

日本が貿易によつて、また工業生産によつて発展するためには、臨海工業都市が文字通り堅実な基礎のうえにたつてゆかなければならない。なお都市計画にあたり基盤とともに重要なのは水利と防災である。地下水は有限であるが、安い水資源である。河川ではダム建設もあるが、堆砂などの問題もあつて得られる水量が無限ではない。将来の人口増加・工業発展にそなえ、海水淡水化も問題となるが、既存水資源のむだのない利用について、都市・工業・農業間の調整が、もつとも合理的に行なわれる必要がある。また洪水・地震・火山・高潮などに対し、十分な被害対策が、はじめに計画に入っていなければならない。

世界の人口は年2%(日本は現在1.7%、将来1.3%に減る見込み)の増加で、食糧は反対に年1%減少の傾向であるといわれる。海・陸をふくめ、生活する国土の環境を理解することは、宇宙科学に対して環境科学である。アメリカ政府では昨年7月大統領の議会提案により、気象・測地・ラジオ電波その他の部局を統合し、「環境科学サービス庁」を設けたようである。わが国でもかりに10年・20年後の人口・工業生産・貿易を見通し、特に臨海工業都市を中心とした環境科学的研究を進めることは、きわめて必要ではあるまいか。

建設事業に先だち、早期にかつ広域的にこのような研究を推進することは、中央政府機関の方が適当であり、10年・20年後には、それはきわめて有効な公共投資であつた、ということとなるであろう。

(なお本稿の要点を別にとりまとめたものが、昭和41年1月13日付けの読売新聞評壇に、“臨海工業都市中心に環境科学研究を進めよ”というタイトルで掲載されている。——編集委員)