



産業の拡大～工業の発展はまことに
すばらしいいきおいですんでいる

産業の拡大か 国土の保全か

地盤の沈下と塩水の侵入 双頭のワシ
がめまぐるしく日本の国土をおそって
いる

1年分に換算して40~50cmにもよんだときがあるという新潟港周辺の地盤の沈下 夏の渇水に乗じて一挙にすすんだ四国海岸の塩水化 そして地盤沈下地帯の上におおいかぶさった伊勢湾台風による5m余の海面上昇しかも これら自然の脅威にさらされている臨海部になおもせせと拡張をつづけなければならない各種工場群がひしめき合っている現実 私たちはいま一度国土のなりたち そして古めかしい言いだが 大自然の姿を注視し 私たちの都市計画や産業育成のすすめ方が間違っていないかどうかを確かめてみることは 決して無益のわざではなさそうである。

私たちは自然を改革し利用してきた……

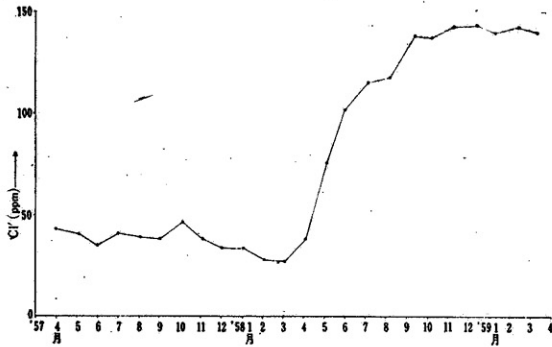
私たちは長い年月かかって自然を改造してきた。 まずあばれん坊の河道を固定し あるいはまた河川の分水を試み 山の土どめを行うかたわら 洪水を防ぐダムをつくり 山を切りくずして道路や宅地をうみだし さらに浅い湖海を埋めて全く新しい農地や工場敷地を獲得してきたのである。 むろんこのためにはいろいろなぎせいが払われたし またその結果として自然の利用度 すなわち自然への依存度もおのずから高まっていると思わざるをえない。 そしてロボット操作 オートメ 遠隔制御 そのほか電子工学的なさまざまな管理方法が採用されて せっかく改造した自然が人間の手中から逃げだしていかないようにくふうされているのであるが……

しかし挿図をご覧願いたい これは西日本のある都市の水道水源井にみられた地下水のきわめて典型的な塩水化を示す昭和33年の実測例である

この記録をとった水源井の地下水はもともと 40 ppm 前後のCl⁻を含んでおり すでに塩水化の徴候を示してはいたのであるが(この付近の地下水の原水のCl⁻は10 ppm台) たまたまこの水源井から南方1.5kmのところを 日量 40,000m³ の地下水を使っている工場があった。

この工場の井戸管理は 私たちの地質調査所です以前から指導してかなりうまくいっていたのであるが その南隣にその揚水量の40%程度の水量を使う工場が新設され この工場はどこの指導も受けずに 独断で2本の井戸を掘って 所要水量をまかなおうとしたのである。



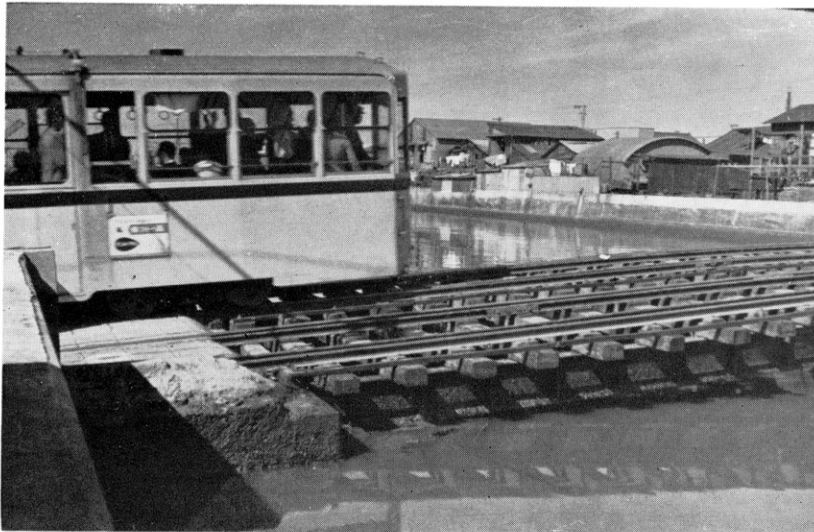


某水源井の塩水化の記録

もともとこのあたりにはすぐれた地下水の透水帯がある関係上 1本の井戸で3,000 m³/日 前後の揚水は十分可能なのであるが その工場は適正規模よりはるかに大きなポンプをつけ 昭和33年4月ごろから2本の井戸で15,000 m³/日 前後の水をくみあげ始めたのである。

その結果 たちまち圧力面の異常なくぼみを生じ 周囲の地下水の補給ルートが乱されだした。北隣りの40,000 m³/日 揚水している工場の井戸もむろん影響を受けたわけであるが 透水帯上にある関係上それほどの影響はなく むしろその外周 透水帯の前線を回って 北方へ向かって影響をおよぼし 40 ppm まで塩水化していた部分の地下水をずるずると引き込んだのである。そこで上述のような上水源井の塩水化が急激に生じたものとみられるのである。

心ない企業家の井戸に対する過信 過大な揚水 井戸の酷使がこうして塩水化地帯を少しずつ……しかも細かくみるとある時期に急速に……押しひろげていく。こうした事実は尼崎でも東京でもはっきりと指摘できる。



古くからはじまっていた東京江東の地盤沈下は いまもなお野放しの状態で進行をつづけている 江東区整川にかかっている都電の橋も あと2〜3年で水没してしまう

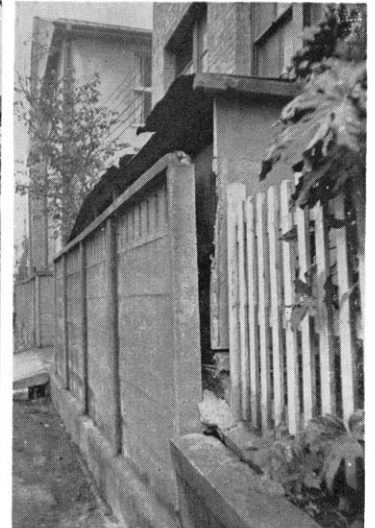
地域的に多数の工場が集まって揚水を行う結果 過剰揚水を生じる場合 しばしば子細にみると こうした少数の過大揚水井が発火点となり 糸口となって その付近に水位の低下に始まる一連の災害を生じているのである。むろん地盤沈下も遅れをとらじと直ちにその行動を開始するだろう。国土の保全という観点から これはまことに憂うべき現象である。

そこで私たちは反省の要があるのではなかろうかと思う。自然を改造し利用することに得意になり過ぎていているという恐れはありはしないかと……

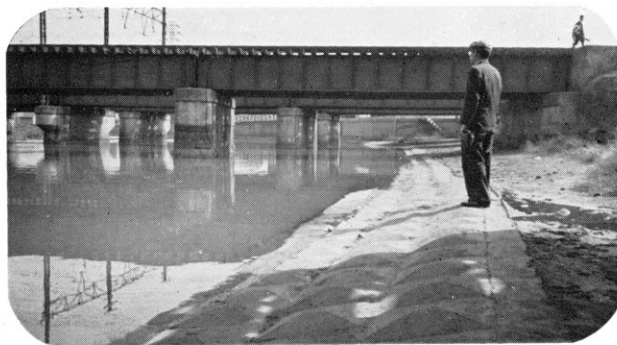
いま私たちはここに一つの場合……自然の規模とおかまいなく進められている産業拡大の一こまを紹介したのであるが これはたしかに問題だと思う。いまま少この点にふれてみたいと思う。

工業は周知の通り大量の用水を 冷却や洗浄やそのほかいろんな部門に必要としている。しかもその水をなるべくたやすく かつ低廉にえられなければならないという。そこで一番その理にかなった地下水が 工場敷地内でくみあげられることになるのである。

ところが地下水は地中の砂や礫の粒子 片塊のすき間をぬって流れ動いてくるのだから 摩擦抵抗を受ける。いきおいその流動量は制約され 限られた時間に限られた場所に集まりうる水の量には 限度があるというわけである。むろん砂や礫あるいは泥の混じり方によって



東京にはこんな沈下の被害もある 道路沿いの沈下が塀を母家の屋根から引きずりおろしてしまった 25cm ぐらいの沈下を物語る例 東京港区赤坂中の町所見



京浜地区では工業用水法の指定を外れた横浜市鶴見川末吉町付近に沈下が目立ってきている。満潮になると護岸の石垣の天端が没するようになった国鉄鶴見川鉄橋付近

その流動量には大小の差があるにせよ 企業家が頭の中で勝手に期待し 工務関係者が予算の面から割りだした必要水量をいつも安全に満足させてくれるとは限らない。

「地質に見合った揚水量」が地下水の利用についても守られなければならない。にもかかわらずきわめてしばしば多くの企業家は 自分の企業のために都合のよい数字だけから 過大な量の地下水を限られた敷地で求めることに 非常に深い執着をもっている。しかも現実には工場の必要水量は いろいろな面で増加の一途をたどっている。 用水現場の大型化・用水型工場の増加 しかも一方において工場の集団化 敷地の買収上の障害などから その傾向……つまり井戸の酷使 地下水の過大な揚水があちこちで助長されている。

その結果 ふたたびもとにもどることのない地下水の圧力の減退 そしてそれに引きつづいて誘発される地下水

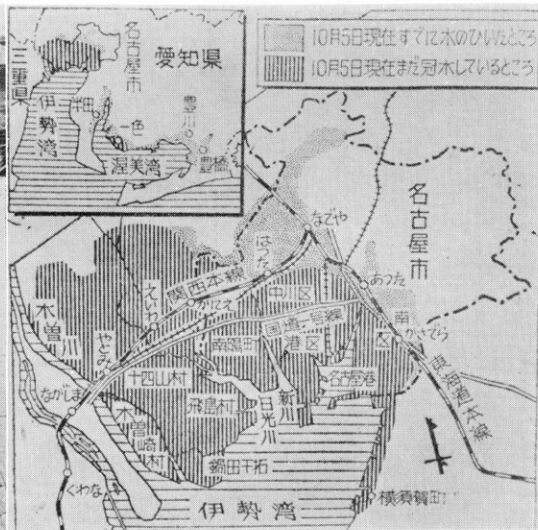
への塩水の呼び込み 地盤の沈下など いわゆる慢性的漸進性の災害が促進されるようになったのである

むろん地下水は 利用するためにこそあるのであって その利用を制約することは好ましいことではない。 しかし相手は人工物と違って自然の対象なのだから 無理をいってもきいてはくれない。 道理にしたがい 自然の姿をそのままに反映する忠実なやり方で それを利用する以外に道はない。 とくに何にせよ密度の高い日本の沖積平野にあって 一つの工場の井戸の影響が隣接の工場のみならず 広くその周囲一帯の地域の民生・経済にまで影響を与えるとあっては きびしい自然のおきてに忠実に服してもらうのが先決問題であろう。 自然の規範から逸脱した利用の方法を つつしむという目標に向かって企業家は地下水を適正に……つまりその地質に見合った揚水量の範囲で せっかくの天賦の資源を開発・利用されるよう あえてご忠告申し上げたい。

もっともこの場合すぐにぶつかる障害がなくはない。 つまり企業家が井戸の利用の適正化をはかろうとすると水量の不足になやまされ 余計な経費がかかるという反対の声がでるであろう。 しかし水量が不足するからといって 自然を冒どくするにもひどい過大な揚水が許されることにはならないし また井戸の2本 3本を余計掘る予算がないという理由ではすまされる問題ではない。 用水の価値の再認識に出發する水使用の節約と合



一時的とはいえ5m余の海面上昇に未曾有の水害を受けた名古屋市南部（伊勢湾台風通過10日後 高橋彌技官撮影）



伊勢湾台風による被害（東京新聞から借用）皮肉なことに深井戸運転水位が40m以上になっている名古屋市南部で 水害によって地盤沈下が実証された

理化 循環使用の高度化 他種の水源への切り替えなど工夫すべき点は少なくない。そしてそれでなお足りなければその立地条件を 少なくとも用水の面から検討しなおさなければならなくなる。

そこで いずれにしても企業者のせっかくの配慮を頭打ちにする公算の大きいものは 基本的には工場立地の適性度……たとえば適正な条件での地下水の利用可能量……いかんということであろう。しかし投機的につりあげられていく土地の値段 何でもかまわず企業誘致に成功すればよいという現行税制に支配されている地方自治体の誘致態勢などが 慣行水利権のしつような網やあるいは 水資源の分布と無関係にできている地方自治体の行政区画などからみ合っ て 工場の立地に当ってしばしば自然条件の重要性を忘れさせてしまう。

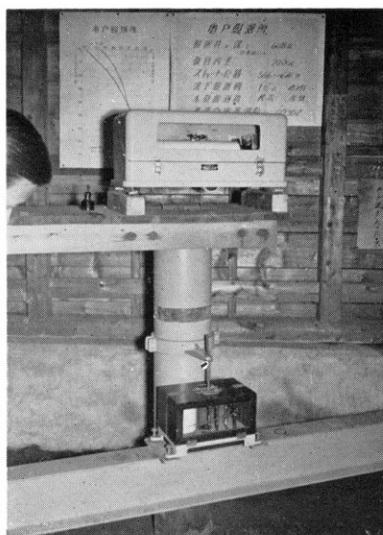
またかりに忘れさせぬにしても自然条件の中の たとえば水源の問題などは 何とかなるだろう式の考え方で軽くかたづけてしまうように追い込み勝ちなのである。この点からみると 地方自治体はもっと卒直に管轄圏内の自然の姿 たとえば沖積平野の地下地質とか水供給の能力など 直接産業の拡大に必要な方面の 自然の実態についての理解を深める必要があるだろう。ともあれ野放図といっても過言ではなさそうなほどに急速な産業拡大が ぶつかるべき第1の障壁はまずこうしたかたちで 私たちの眼前にいまや立ちふさがろうとしているのである。

他山の石となるアメリカの地下水

59年夏私たちはアメリカの用水事情を視察する機会をえた。カリフォルニア平原では単純な地質ながら一連の厚い砂礫層に地下水を求めて 大きな井戸が群をなして揚水している。そしてその結果 地下水の需給のバランスがこわれ 水位の低下 塩水の侵入などがすでにかなり以前から生じていたという。……ここまでは日本のそれと変わらない。

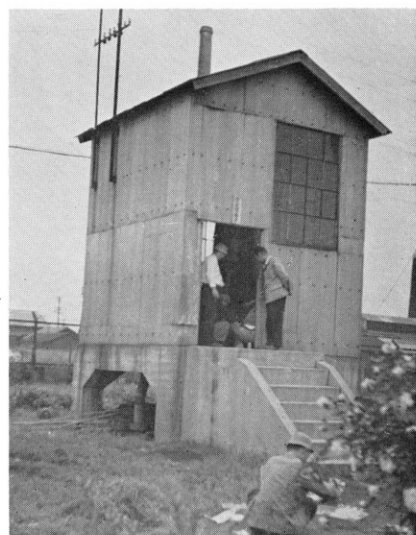
しかしカリフォルニア州では そこから先が違っている。まずたとえば760エーカーの敷地のある精油工場では 1日8,800m³の地下水の利用が割り当てられており これ以上の分は水道水を使わなくてはならないように州法で定められている。また別に地下水の揚水量の実績に応じて税をとりてたる州法があり その収税による収入の基金の一部として 遠距離導水事業のための資金をえている。ロスアンゼルス市の水道水は400kmもの距離のところから送水されているが さらに新しく1,000kmの大導水計画をたてており こうして十分豊富に貯えられた水……ロスアンゼルス市の場合には1年分の市民の必要水量がすでに貯溜されているというが……その一部を圧入井群を通じて地下に注入し 消も うされていく地下水を補強するとともに 海岸沿いに淡水の防壁を築いて 地下水の塩水化をくい止めている。

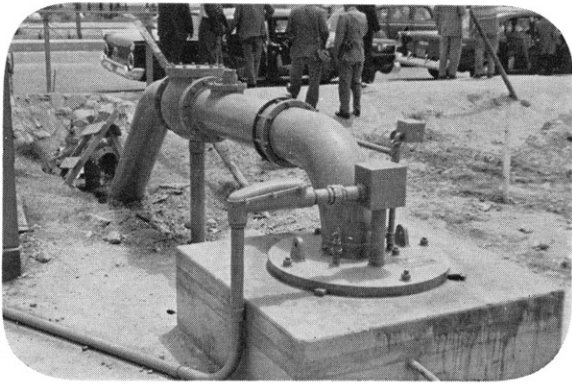
これは協定を結んだマンハッタンビーチ市などいくつかの衛星都市が試み あるいは試みようとしているのであるが 要は地下水の利用者に少しでもよい状態でもらえるよう 地方自治体が積極的に乗りだして サ



← 地盤沈下の観測井と観測装置
(東京都江東区亀戸観測所所見)

地盤沈下地帯では防潮対策として工場敷地の土盛り 周囲にめぐらした刑務所のような高いコンクリート塀そして井戸施設もこんな風にして保護されている (尼崎市所見)





カリフォルニア州の地下水利用 ロスアンゼルス市北部上水道水源井 深さは70~80m 20~24時のボアホールに150~200IPの水中モーターポンプを配して 7,000~8,000m³/日の水をあげている
そしてこんな井戸が道路のわきにずらりとならんでいる

ービスをしているという点で感心させられるのである。

日本では「自家の敷地の地下水は自分の勝手になるもの」という考えのもとに 地下水が私権に属している。いきおい自然をわきまえない「酷使」をしても平然としておれるのである。それがアメリカではすでに地下水は公共のものとしての待遇をうけており 開発と保全とを併行させているというわけである。この点は私たちがあえて他山の石として学んでよいのではなからうか。

カリフォルニア平原など アメリカの地下水調査のため Geological Survey がいろいろと詳細な調査を長い年月をかけて行っていることはすでに周知の通りであって それらの結論が上記のような技術的配慮を促がし

たのであるということはいうまでもない。しかし州自体が地下水を自州の貴重な水資源の一環として扱おうという基本的な考え方が こうした措置を行政的に押しすすめる 直接の原動力になったということは 是非とも見逃がしてもらっては困るのである。

沖積平野の規模の小さい割合に 地形

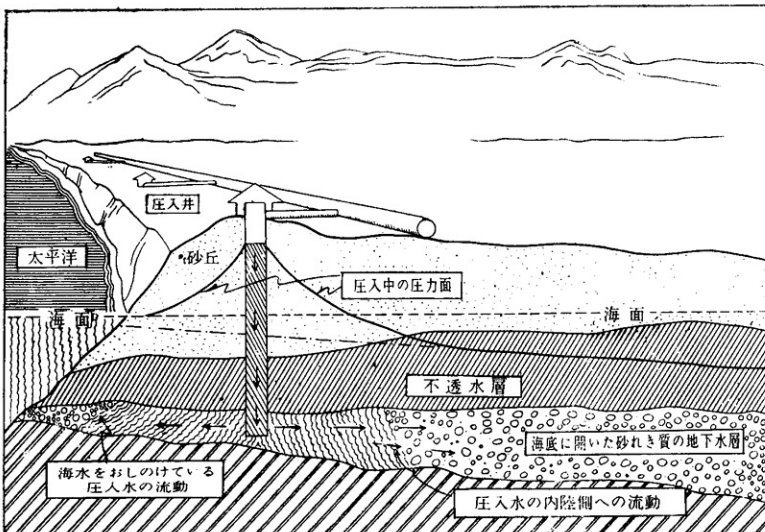
・地質が一段と複雑にできているその上に 地方自治体の行政区画が細かにかつきわめて不自然に分けられている日本では ますますこうした地下水の公共化をとりあげることはむずかしい
しかしこれを他山の石として日本は日本なりに地下水の保全計画をたてる ことがいまや緊急に必要となってきたのである

水に関する覚せいを促す

工業用水法はまさしく そうした独得の観点から工業地帯に対してあみだされた地下水の制限法である。しかも自然を相手にしているという点で 地質調査所がその技術的バックアップをしていることはすでにご承知のことと思う。そしてすでに法適用による効果は尼崎などで徐々にではじめているのである。

しかし視野をひろげると 事態はさらに深刻であることがわかる。そしてここ両3年産業界の景気の上昇がつづくならば その事態は急速に深刻化していくと考えざるをえない。

そこで 私たちはもはやちゅうちよしていることはできない。



マンハッタンビーチ市で試みられている地下水の塩水化防止のための水道水の地下圧入事業の模式図

企業家の水に対する覚せいを行い 自然に対してけんきょに開発のほこ先を向けることを要請することが第一 そして次には地方自治体がせめて自己の行政区画内の地下水を含めた水資源の実態把握を完全に行い それから保全の配慮が先行した安全な開発計画を強力に押しすすめるよう 地方自治体自身を指導していくこと……これが必要と思う

ところで広く日本の地質を案ずるに 多くの都市 そして多くの臨海工業地帯が 日本なりにおおきな河川のその河口近く いわゆる三角洲に位置しており ルーズな軟弱な泥砂の上に立地している。 しかもある場合には念の入ったことにも そうした軟弱地盤の上に重なった海岸砂丘にのっており また別のある場合にはせまい海岸平野からつき出された人工の陸地……圧密不十分な干拓・埋立地……につくられており あるいはそうしたところにつくられようとしている。

用水源の有無 背後から用水を補給できる可能性の有無はいま一応考えないにしても もともとそこは決して安定した地盤ではないし さらに建設がすすめば 重量

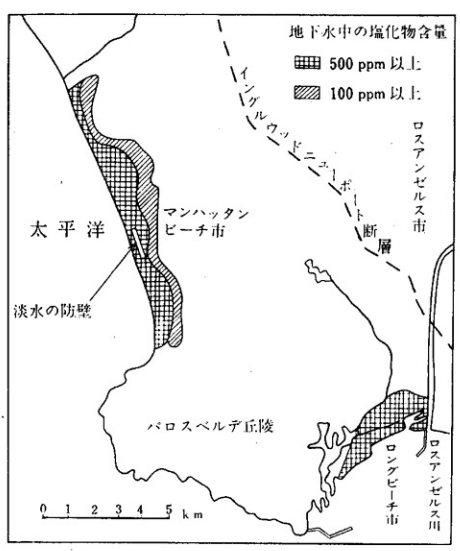


マンハッタンビーチ市の水道地下水圧入用井戸 現在12本の圧入井戸群で 15,000 m³/日 の水道水を地下に注入し地下水塩水化の防壁をつくっている

建築物が大きな荷重をもつてのしかかり 地上からの水の浸透を妨げるような舗装が広く行われるに違いない。そしてすでに不安定な地盤は一層安定を失う方向に追い込まれるだろう。

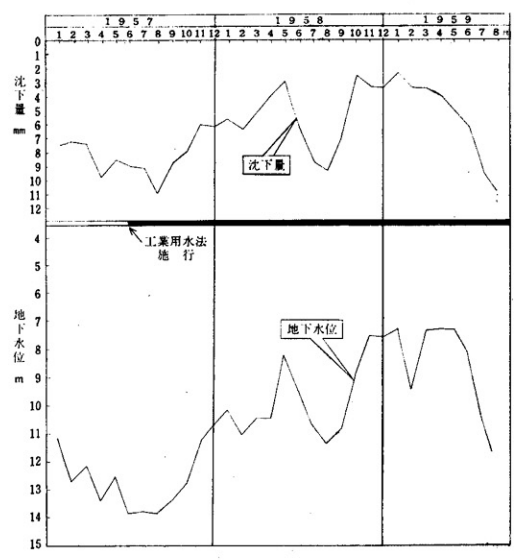
10,000 トン級のタンカーを 接岸させようとする努力……港湾のしゅんせつは しばしば海岸の地下水をせき止めていた粘土の壁をぶちこわし せっかくの地下水を追いだしてしまうと同時に 残りの地下水の塩水化も促進する。 ある場合には砂層の中にはさまれている泥のレンズをしぼりだして 臨港部に不慮の災害を招くであろう。

しかも問題はそれだけではない。



← カリフォルニア平原の地下水の塩水化とその対策として行われている水の圧入によってつくられている淡水の防壁との地理的關係 現在 2.5 km ほどが防壁をつくっているが これをさらに 20km ほどにのびることが計画されている

ロングビーチ市では 採油過剰のため 1年 30cm の沈下を生じているが 海水の地下水圧入によって適量の採油を行いながら 沈下の抑圧に当たっている

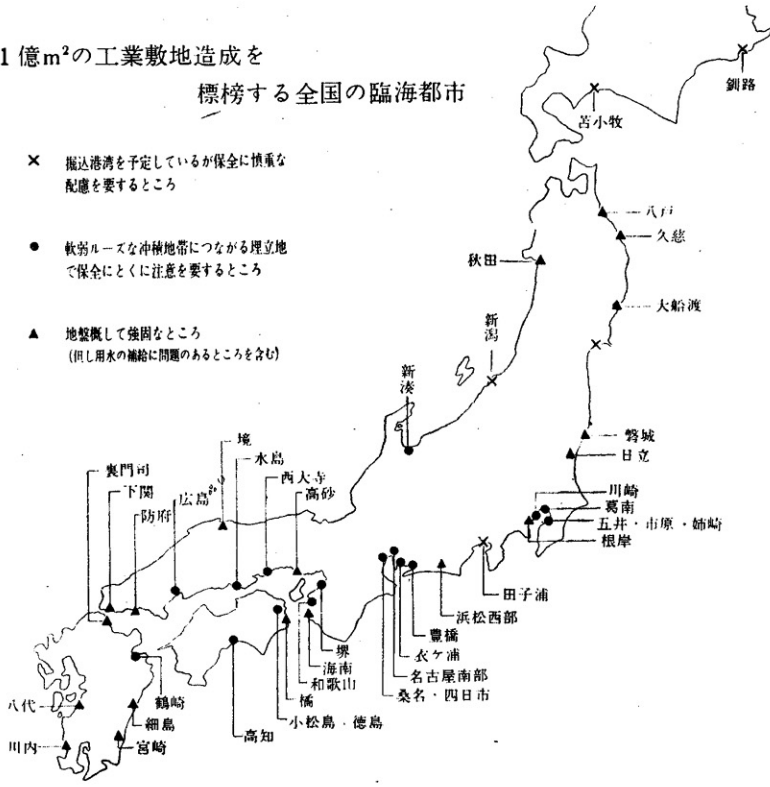


工業用水法施行後3カ年を経過した尼崎市にみられる施行効果(尼崎市のとりまとめ資料による)

1億m²の工業敷地造成を

標榜する全国の臨海都市

- × 掘込港湾を予定しているが保急に慎重な配慮を要するところ
- 軟弱ルーズな沖積地帯につながる埋立地で保急に十分に注意を要するところ
- ▲ 地盤掘して強固なところ (同じ用水の供給に問題のあるところを含む)



産業基盤は大部分堅硬な岩盤の上
にできあがっている。

これに比較すると日本の都市の
工業地盤は ことさらに低い土地
軟弱でルーズな地盤の方へ方へと
伸びていっているかのように思わ
れる。

原子力発電所ならずとも 大型
化している工場施設には これは
明らかに安全な方向に進んでいる
というわけにはいかない。 しか
も毎年のように襲ってくる台風 あ
るいは不意に見舞う地震というふ
うに 招かれざる客を迎えねばな
らない宿命の火山列島であってみ
れば 地質学者ならずとも 冷汗

三斗をおぼえるであろう。

国内の多くの地方は地震に見舞われる公算が大きいと
ころが多い上 また地向斜的宿命になやまされて 自然
の沈下を続けているような沖積平野も決して少なくはな
い。 こうしたところに私たちは手放しで臨海工業地帯
の拡張をはかっていよいだろうか。

サンフランシスコにせよ ニューヨーク・ワシントン
にせよ 工業都市のバルティモアーにしてもアメリカの

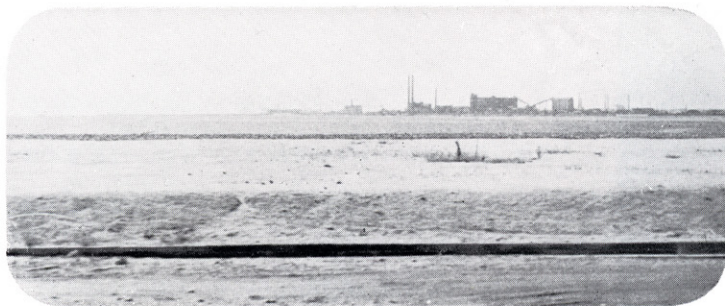
ましてや調査や事前の投資にとかくお
金をかけたがらないこの国の習慣から
みれば これは余ほど注意して慎重に
すすめなければならないことだと思

産業の拡大が 地盤の

沈下や塩水の侵入などによ
って ブレーキをかけられ
るということは まことに
不都合なことである。 し
かし一方 国土の保全とい
うことは いうまでもなく
基本的にだいじなことであ
り国土の保全を行わずして
産業の開発・拡大は満足な



沈下の激しい新潟市山の下護岸付近



← 海底のしゅんせつ土砂により埋立てられた臨海工業地帯 幸いその土砂が砂分の多い場合には 比較的好ましい工場地盤がえられる

成果を期待すべくもないのである。そして地質という自然の世界が生々しく若さをほこっている日本の国土について このことは一層厳密に考えられなければならないのである。

新潟港の沈下にしても かりにその原因が天然ガス井の過剰なかん水排出にあるにせよ また港湾しゅんせつあるいは亀田郷の排水などに関連あるにせよ とにかくその天然資源を開発し 産業を拡大させようとする方へののみ関心が払われ かつ投資が行われ 他方新潟平野の水の循環（供給・排出の関係）砂丘砂層という特殊な地質条件の存在など 巨視的にみた自然環境のバランスシートについて 少なくとも深い配慮が払われなかったということが かくも激しい沈下に見舞われる根本の原因になっているのだとは考えられまいか。

もしそうだとすれば 沈下の根本の原因こそ それぞれの企業や事業者が 自然を甘くみて それを利用・改造するに余りに勇敢すぎたことにあったのだと考えるべきではなからうか。

私たちは 国土の保全と
いうことのために産業の
拡大にブレーキをかけよ
うとは思わない

しかし一部に海面の上昇が論ぜられてさえいる現在 ただでさえ不安定な地質の日本列島 しかもそのうちでもことさらに不安定な沖積平野

に臨海工業地帯を造成し そこに限りない産業の拡大をはかっていこうとするからには その「自然把握」が十分詳細・丹念になされ その結果に基づいた無理のないかたちで計画され 事業化されなければならないのである。

簡単なボーリングと若干の水質調査とで 数十億 数百億の投資の行われる工業地帯の将来を左右するという従来多くのやりかたは 日本の沖積平野では 産業の拡大と国土の保全 双方を失う結果となる公算がきわめて大きいのである。

経済は需要によって押しすすめられるという。まことにしかりと思う。しかし地質や地下水あるいは気象の条件といった自然相手の対象は しばしば需要を見込んでよくばり過ぎた経済基盤にとって とんだくわせものとなることがありうるのである。

（地質部 工業用水課）



しかし細砂遊泥に富む海岸ではいきおい埋立造成地も排水のわるい軟弱地盤とならざるをえない