

11. 大阪低地

—大きな高潮が頻繁に生じている湾奥低地

1. 地域の環境

大阪湾および大阪平野は、長径約 90 km の長円状の沈降域に形成された構造盆地です。周囲は六甲・淡路・和泉・生駒などの断層山地で取り囲まれ、盆地縁辺のほぼ全周には六甲断層・生駒断層などの活断層群が走っています。この沈降域の東半部を、外部から流入する淀川および周辺山地からの河川が運ぶ土砂により埋め立てられて出現した陸域が大阪平野です。堆積した沖積層の厚さは、海岸部でも 30 m 程度、大阪湾中央で最大 35 m 程度とさほど厚くはありません。

平野中央には東西方向の圧縮力により形成された南北方向の隆起帯があり、その頂部は南から長く突き出

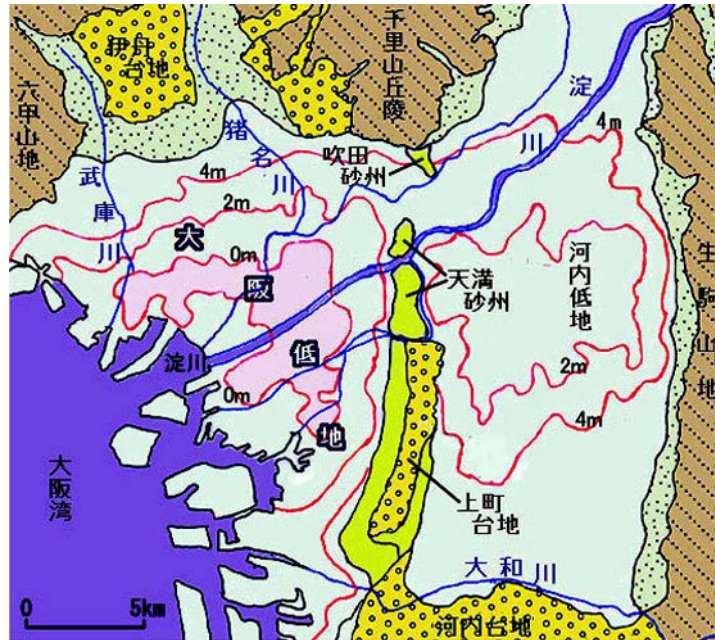


図1 大阪平野の地形

た細長い台地(上町台地)をつくっています。台地の北にはかつての湾口を閉ざすように発達した砂州(天満砂州・吹田砂州)が続きます。標高は、台地が 15～20 m、砂州が 3～6 m です。大阪平野はこの台地と砂州により、内陸部の河内低地と海岸側の大阪低地とに分けられています(図1)。

気候温暖であった縄文前期には海面は現在よりもやや高く、河内低地には海が進入していました。約 6 千年前のピーク時には海岸線はおよそ海拔 5 m 等高線の位置にあり、大阪低地もこの当時ほぼ全域が海でした。花崗岩で構成される六甲山地および和泉山地が供給する多量の砂は沿岸流に運ばれて、河内湾の湾口や上町台地の西縁に砂州を形成しました。台地北端から伸びる天満砂州の先端近くは、1600 年前ごろの洪水時に決壊して水路がつくられていたのですが、仁徳天皇の時代に人工的に拓けられて淀川の水も流す水路となりました。

淀川上流域には琵琶湖および京都・奈良の盆地があり、運搬土砂の多くがそこで堆積するので、下流部にまで運ばれる土砂は多くありません。このため河内湾の埋め立ての進行は遅く、飛鳥・奈良時代になっても広い水域が難波潟として残っていました。大阪湾側では上町台地縁辺の砂州群と北部の武庫川・猪名川の扇状地性低地の前面に、「難波八十島」とよばれた多数の砂州がある広い干潟が拓がっていました。

ここは西国や大陸と畿内とをつなぐ交通の要衝で、台地先端部の水域には難波津の湊がおかれ、台地上には応神帝・仁徳帝などの難波宮が次々と造営され、政治・経済・文化の中心地となりました。市街地は台地上から砂州へと次第に拡大していき、現在も大阪の中心部となっています。江戸時代に入ってから干潟の干拓による新田開発が積極的に進められて、海岸線は 200 年の間に 4 km ほど前進しました。この干拓地起源の陸域は海面近い標高の非常に低いデルタです。明治になってからはさらに海岸側に埋立・盛土によりやや高い標高の人工造成地がつくられ、臨海工業地帯が展開しています。

このように大阪低地の大部分は、最近の数百年間につくられた新しい土地で、標高はほぼ 3 m 以下、周辺の砂州部で 3～6 m ほどです。低地中央には地盤沈下によって生じた広いゼロメートル地帯が

あります。新しい海岸埋立地は標高3～6mほどですが、内陸部の古いものはおそらく地盤沈下のため1～2mと低くなっています。行政上では大阪市を中心部とし、北側の尼崎市・西宮市および南側の堺市の臨海部がこの大阪低地に含まれます。

地盤沈下は昭和初期から始まり、大阪平野内の低地部全域で起こりました。1935年～1999年の間における沈下量は、大阪低地の全域で1.5m以上、淀川河口部で最大の3mに達しています。これにより低地中央部(かつての干潟干拓地)に35km²のゼロメートル地帯が、平均満潮位(海拔高0.9m)以下の土地64km²が出現しました。淀川河口部左岸(南側)には標高がマイナス2.6mの最も低い場所があります。1960年以降沈下の中心は内陸に移り、河内低地の中央では累計沈下量が1.1mを示しています。この地盤沈下は臨海部で高潮の、内陸部では内水氾濫の危険を大きくしています。

2. 高潮災害

大阪湾沿岸では日本で最も頻繁に大きな高潮が発生しています。これは大阪湾が南西方向に開いた奥深く水深の浅い湾であることによるものです。水深は湾の北半部で20m以下と浅く、海底は非常に平坦です。1945～1999年の期間に2m以上の最大潮位偏差(天文潮を引いた潮位)を示した高潮の発生回数は、大阪湾4、伊勢湾2、有明海1、土佐湾1、周防灘1でした。大きな高潮災害としては、1934年室戸台風、1950年ジェーン台風、1961年第二室戸台風によるものが挙げられます(図2)。

高潮は海面(潮位)が異常に高くなって持続する現象で、台風の強い風により海水が海岸に吹寄せられることが主因となって生じます。台風の進行右側では、反時計回りではせん状に吹き込む風にその進行速度が加算されて風がより強くなり、危険半円とよばれます。台風の本土来襲は一般に南西方向からなので、南西に開いた湾の西側をその湾奥方向に平行に高速で進行すると、湾内に真っ直ぐに強風が吹き込むので海水吹寄せが著しくなります。先細まりの浅い湾の奥では、海水が側面からも押し込まれて潮位が一層高くなり、また、海底沿いに海水が外へ逃げる余地が小さいので、潮位が非常に高くなります。

室戸台風は観測史上最強の勢力をもって来襲し、高潮および強風により全国の死者3,066人、流失・全壊家屋4.3万戸などの大きな被害を引き起こしました。台風は西側を高速で北東進したため、大阪湾では最大潮位3.2m(T.P.とよばれる東京湾平均海面からの高さ)の高潮が発生しました。高潮海水は大阪低地に進入し、大阪市の20%(浸水家屋数17万戸)、堺市の30%、尼崎市の40%が浸水しました。浸水域の面積は75km²、最大浸水深は3mを越えました(図3)。浸水域の大部分は中世以降における干拓地でした。この高潮による死者はおよそ1,900人で、これ以外は大部分が強風によるものでした。この当時まだ台風観測および情報伝達の体制は不備でほとんど不意打ちの状態であったため、大きな人的被害となりました。高潮被害は地盤沈下域で甚だしかったことから、災害後に地盤沈下の機構が調べられ、工業用地下水の多量汲み上げによる帯水層の圧密沈下が原因であることが明らかにされましたが、軍需生産優先のなかで揚水制限などは行われませんでした。

ジェーン台風は大阪湾の西方を高速で進行して、最大潮位2.6mの高潮を引き起こしました。これはほぼ干潮時でしたが、もし満潮であればさらに0.5mほど高くなったはずですが。潮位は室戸台風時に比べかなり低かったものの、浸水面積は90km²と室戸台風を上回りました。これは戦前・戦中における地盤沈下の進行により低い土地が拡大していたためです。室戸台風時以降における沈下

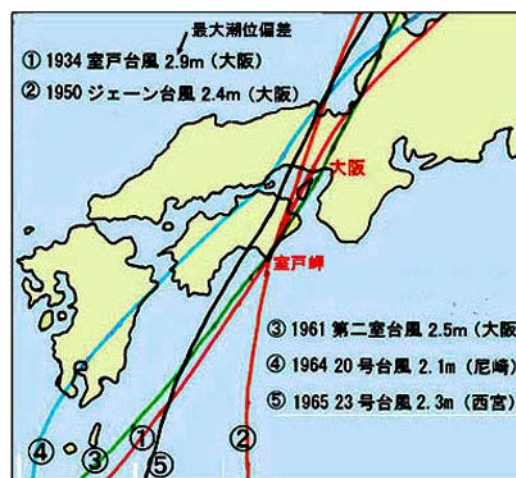


図2 大阪湾に大きな高潮を起こした台風のコース

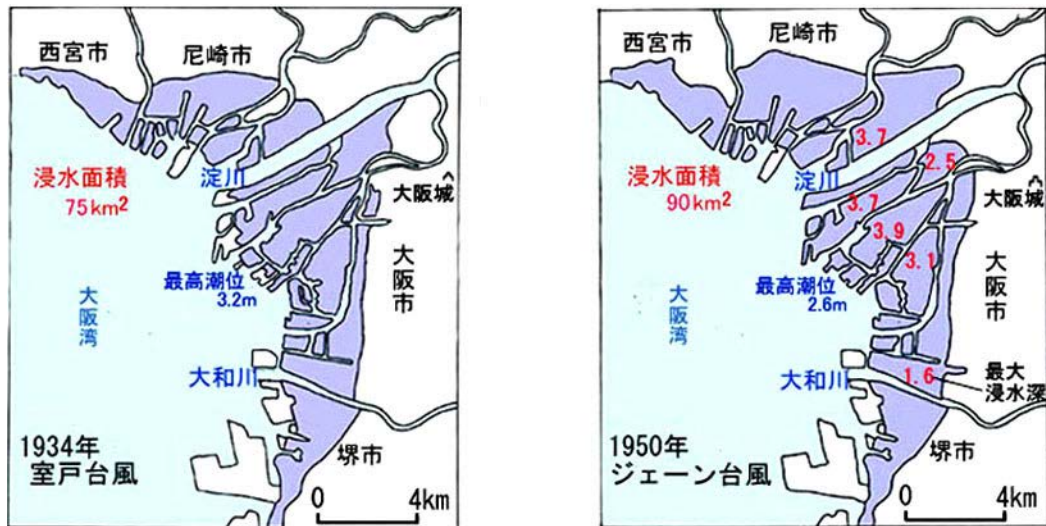


図3 室戸台風およびジェーン台風の高潮浸水域(大阪府・大阪市, 1960)

量は沿岸部で1 mに達していました。工業地帯が広がる淀川北岸域では地盤沈下がとくに激しかったので、浸水面積は室戸台風の1.5倍にもなりました。尼崎市・西宮市の被害は、流失・全壊家屋937戸、浸水家屋38,250戸で、室戸台風のおよそ2.5倍大きいものでした。しかし死者は31人と1/5でした。

大阪府の被害でも、死者数は室戸台風1,812人に対しジェーン台風240人と1/7以下に大きく減少しています(浸水家屋数では1/2)。この人的被害減少には、台風予報の精度向上、当日は休日で沿岸工場地帯に人が少なかったこと、昼という時間帯であったこと、などが関わっています。戦後、米空軍による観測データが気象庁にも提供されるようになり、台風の観測と予報の精度は格段に向上し、室戸台風のような不意打ちはほとんどなくなりました。

第二室戸台風は戦後最大の勢力を示した台風で、室戸台風と同じコースをとって近畿地方に襲いました。大阪港では最大潮位3.0 mの高潮が14時ごろに発生し、大阪市中心部など48 km²が浸水しました。市内の小河川・水路を高潮が遡上して内陸で氾濫した場合が大部分で、浸水域は室戸台風のときよりも内陸域に拡大しました(図4)。ジェーン台風後、総延長124 kmにおよぶ防潮堤がつくられていたのですが、昭和30年代になってさらに加速した地盤沈下により計画高以下になっていたところが多く、河川堤防の各所で越流氾濫が生じました。ジェーン台風以降の地盤沈下は、最大で1 m近いものでした。防潮堤は重量が大きいので沈下が激しく起こります。地下水の揚水規制により地盤沈下が停止し始めたのは第二室戸台風後の1962年ごろからです。この台風以降における地盤沈下は最大0.5 mほどで、現在ではさらに地盤が低くなっていることとなります。

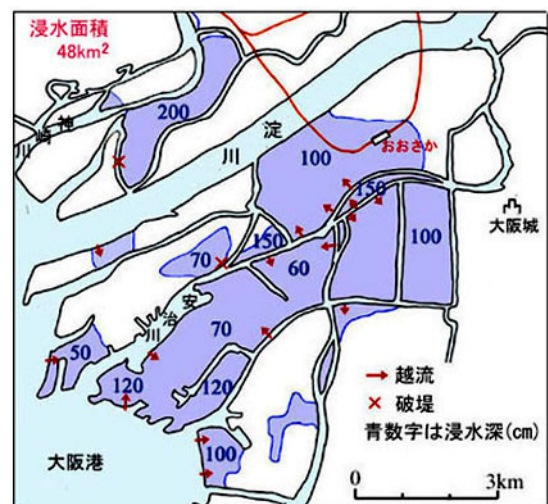


図4 1961年第二室戸台風の高潮(大阪管区気象台, 1962)

第二室戸台風は巨大な勢力をもっていたものの、死者数は総計202人であり、この大部分は強風によるものでした。大阪市の高潮により浸水した区における死者は4人ときわめて少ないものでした。テレビというこれまでになかった効果的な情報伝達手段を通じて、巨大台風に関する情報の伝

達と警戒・避難の呼びかけが前日から継続的に行われたこと、および同じような土地環境にある名古屋における2年前の伊勢湾大高潮災害のいまだ生々しい記憶が多数市民の避難を促進させたことが、人的被害減少に寄与したと考えられます。その基礎には室戸台風・ジェーン台風などの直接の災害経験による土地の危険性の認識があります。災害経験は避難を促進する最大の要因ですが、この効果は風化しやすく、また、軽微な災害の経験は危険の判断をかえって甘くするという面もあります。

第二室戸台風後の1962年から緊急に堤防高を最大1.2 mかさ上げするなどの工事が行われ、1965年に完了しました。1964年20号台風では最大潮位2.6 m(尼崎)とジェーン台風を上回ったものの、大阪・兵庫の両県被害は死者6人、住家浸水26,425棟など、ジェーン台風よりも1桁小さいものでした。被害の大部分は神戸市と西宮市で生じました。1965年の23号台風は最大偏差2.3 m(西宮)の大きな高潮を引き起こしたのですが、幸い干潮時であったので最大潮位は1.9 mと低く、大阪湾での被害は軽微でした。

高潮対策の中心は防潮堤の建造です。しかし大都市の市街地では小河川や水路を遡上する高潮の防御が難問になります。既存の堤防を高くすると非常に多数ある橋・道路のかさ上げが必要になるからです。このため大阪では、河口近くに防潮水門をつくり高潮はそこで停めるという方式をとっています。上流からの洪水はポンプ排水します。大きな水門は船の航行のためにアーチ型にしています。こうして海岸部の防潮堤の高さは最大でT.P. 6.8 mであるのに対し、水門の内側の堤防高はこれよりも2.3 m低くしています。防潮堤の大半はコンクリートや鋼矢板の壁であり、壁面1枚で高潮を防いでいます。大阪低地の高潮対策は、防潮水門の機能にほぼ全く依存しているというかなり脆弱な防御態勢にあります。

3. 淀川低地の洪水

淀川の治水工事は、仁徳天皇の時代(およそ1600年前)と伝えられる茨田堤の築堤や難波堀江の開削にさかのぼるといふ最古の歴史をもち、水害を防ぎ、また舟運を確保するために、長年にわたって努力が積み重ねられてきました。その基本方針は難波(大阪)中心部の洪水を防ぐということにあり、淀川左岸堤防を右岸より高くして洪水を右岸に溢れさせるといふ豊臣秀吉による文禄堤築造(1596年)、河川流路を短くして排水を促進する目的の安治川開削(1684年)、河道付替えにより淀川本流の流量を低減させる大和川付替え(1704年)などが、近世以前における代表的な河川工事として挙げられます。奈良盆地から流れ出し河内低地を経て淀川に合流していた大和川の流路を、台地開削により直接大阪湾に流入させる付替え工事では、1,000 km²の流域が淀川から切り離されました。

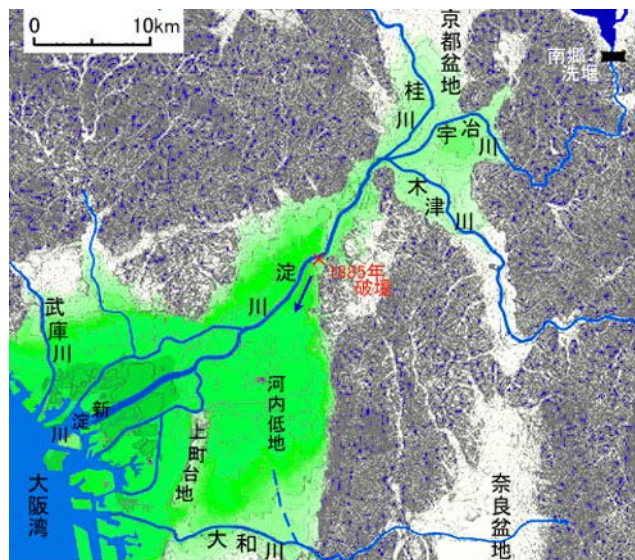


図5 淀川水系の河川

河口部デルタで淀川は大きく3本の河に分流して大阪湾に注いでいますが、明治に入って1885年、1889年、1896年など大きな洪水が続いたことをうけて、中央の中津川流路を利用した幅広い放水路を開削し、1910年に新淀川として完成しました(図5)。淀川上流の琵琶湖およびその流域は3,800 km²と淀川全流域の半分近くを占め、淀川の洪水に与える琵琶湖の影響は絶大です。この湖水が流出する瀬田川に堰(南郷洗堰)を設置して下流への洪水流出を調節する工事も行われ、1904年に

完了しました。堰の設置、とくにその高さは、上下流の利害が完全に相反するという問題を引き起こします。

1885年(明治18年)の洪水は河川法制定の契機となったという大きなものでした。淀川堤防は天満砂州の上流15km地点で左岸堤(枚方市)が破堤し、大阪市内の大半など160km²が浸水しました。被害は死者100人、浸水戸数7.6万戸などの大きなものでした。最大流量の記録を更新する大きな洪水は大正以降も続きました。1917年洪水および1938年洪水は最大流量が約7,000m³/sと1885年を1,500m³/sも上回る規模でした(いずれも上中流で氾濫しなかったとした場合の下流部における推定流量)。1953年台風13号の洪水はさらに大きく推定流量8,650m³/sで、大阪府(主として河内低地)の浸水戸数は16.3万戸にもなりました。

治水計画の基本となる計画高水位(氾濫させない上限の水位)は、1938年洪水に基づき決められた値が現在も維持されたままです。計画高水位を上げると橋の架け替えなどが必要となり影響が大きすぎるので、代わって、上流ダム群による調節および河道内水路の拡幅による流下能力増大という対策を採っています。この対策では、上流部での氾濫による下流部でのピーク時流量の低下を前提にしています。淀川には宇治川・木津川・桂川の3大支流があり、山崎の狭さく部直上流でこれらが合流して大阪平野に流入しています。この3川の出水が重なると大阪平野で大きな洪水が生じるおそれがあります。河内低地では地盤沈下および都市化により、内水氾濫の危険が大きくなっています。

4. 地震活動

中央構造線の南を除く近畿地方は、活断層が日本で最も密に分布する地域です。その大部分は山地内あるいは山地縁辺を走っていますが、上町断層は例外的で大阪平野内を南北に伸び、しかも大阪中心部を貫いて走っています(図6)。日本の大きな都市でこのようなところは他に見当たりません。したがって、この断層が活動した場合の被害はきわめて大きなものになる恐れがあり、死者4.2万人、全壊97万棟(首都圏直下地震の2.5倍)という被害想定もなされています。

上町断層は豊中市から大阪市を經

て岸和田市に至る全長42kmの断層群です。この全体が一度に活動した場合のマグニチュードは7.5と推定されます。その平均活動間隔は8,000年程度で、最新活動時期は約28,000年前～9,000年前とかなりの幅があり、これに基づいて求められた地震発生確率は30年以内に2%から3%とされています。この確率は日本の主要活断層の中では高いグループに属するものです。最新活動時期からすでに平均活動間隔を超えています。内陸活断層では確率はこのように小さく計算されます。大阪低地は、活断層が直下にあり、また南海トラフの巨大地震の震源域にも近いので、今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率は50%程度とされています。なお、有馬-高槻断層帯および生駒断層帯の30年以内確率は0～0.1%、六甲断層帯は0～0.9%とかなり小さいものです。

一般に大河川デルタの沖積層は厚く軟弱ですが、ここ大阪低地ではほぼ20～30mとさほど厚くはなく、また上部にやや締った砂質層が多くて、地盤条件はとくに悪い部類には入りません。しかし、

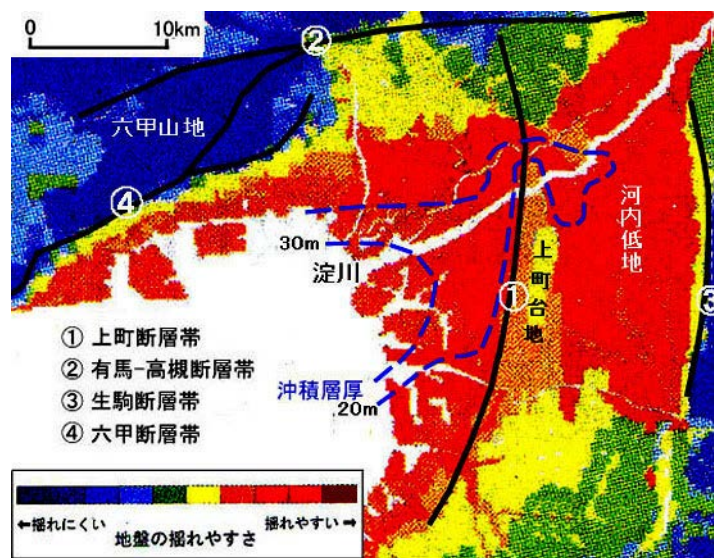


図6 地盤の揺れやすさの程度および活断層
(地震調査研究推進本部資料)

上町断層が活動した場合、大阪低地では震度7の激しい揺れが起これると予想されます。砂質であるため液状化の危険が高く、1995年兵庫県南部地震では低地内各所で液状化が起きました。南海トラフの巨大地震(M9.0)による津波の高さは、大阪港において最大4～5mと想定されています。大阪湾は南出口の紀淡海峡が狭いので、津波は高くはなりません。

国土地理院(1975)：土地条件調査報告書，大阪平野。

大場・藤田・鎮西編(1995)：日本の自然地域編5，近畿。岩波書店

貝塚ほか編(1985)：日本の自然5，日本の平野と海岸。岩波書店。

国土交通省(2008)：淀川水系河川整備計画。

大阪府(1936)：大阪府風水害誌。

大阪府・大阪市(1960)：西大阪高潮対策事業誌。

大阪管区気象台(1962)：第二室戸台風報告。大阪管区異常気象調査報告9-3。

防災基礎講座：地域災害環境編

http://dil.bosai.go.jp/workshop/06kouza_kankyo/

公開：平成28年10月

国立研究開発法人 防災科学技術研究所 自然災害情報室

文責：水谷武司(客員研究員)