

## 11. 大阪平野

—大きな高潮の発生が多い湾奥の低地

### 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(図1)。周囲は六甲・生駒・和泉・淡路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連なっています。この盆状沈降域の東半部を、盆地外部から流入する淀川と盆地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。堆積した軟弱沖積層の厚さは、湾中央部で最大40 m程度と、顕著な沈降域としてはさほど厚くはありません。

大阪平野(東部陸域)の中央には、細長い台地(上町台地)が南から突き出ています(図2)。これは東西方向に作用している地殻内圧縮力により形成された南北に伸びる隆起帯の頂部です(図3)。

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)が形成されています。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、内陸の河内低地と海岸側の大阪低地とに分けられています。

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、この当時大阪平野は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、かつての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拡げられて淀川の水も流す主水路となりました。

淀川上流域には琵琶湖(近江盆地)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量は多くはありません。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

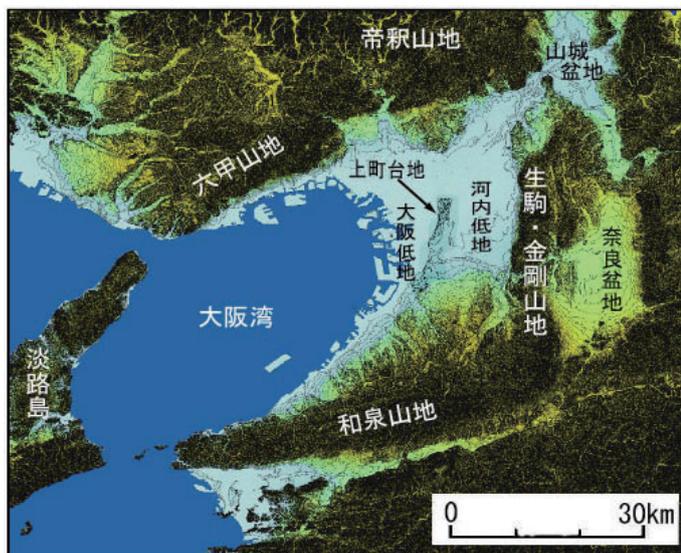


図1 大阪構造盆地

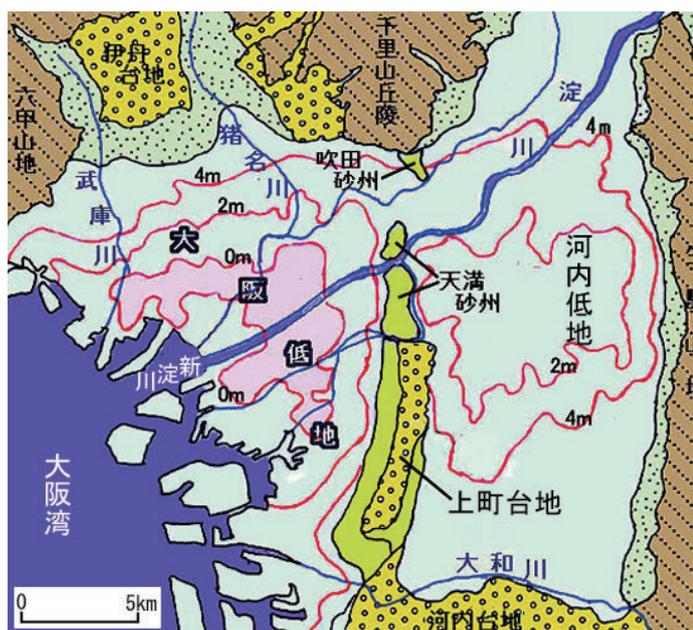


図2 大阪平野の地形

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発達する広い干潟が広がっていました。

軟弱な沖積層の厚さは、大阪湾沿岸域で25～35 m、河内低地で最大20 m程度です(図4)。沖積層の基底面は屈曲に富み、多数の埋没谷が認められます。安治川河口部ではN値0というきわめて軟弱な泥層が厚さ40 mほどあります。

上町台地の西面に広がる砂州域では、表層にかなり締まった厚い砂層があります。上町台地の地層はその硬軟に大きな変化があります。

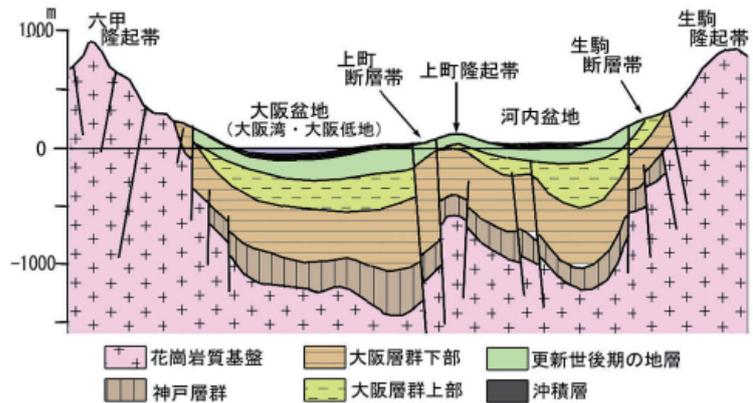


図3 大阪盆地(北部)の東西方向地下断面

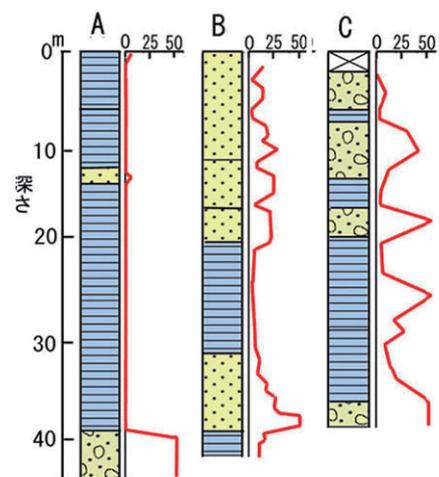
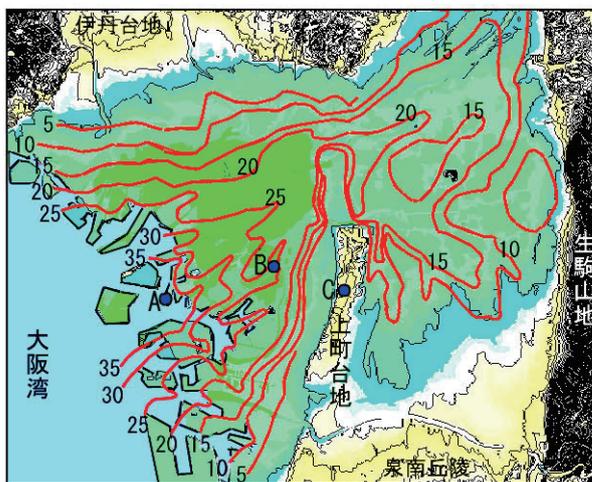


図4 沖積層基底の等深線および代表的ボーリング柱状図

ここ大阪の地は西国や大陸と畿内とをつなぐ交通の要衝で、台地先端部の海岸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・文化の中心地となっていました。市街地は台地上から砂州へと次第に拡大していき、現在の大阪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(図5)。明治初期の大阪市街はこの陸側にあり、天保山からは4 km ほど離れていました。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、現在では臨海工業地帯が展開しています。

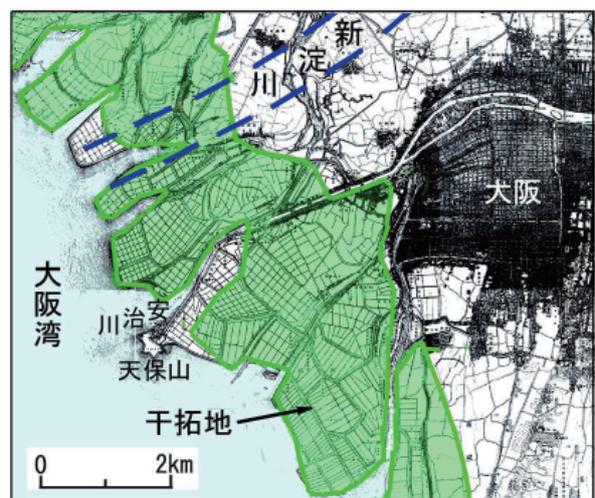


図5 明治15年地形図 緑色は干拓地

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。なお、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。低地中央には地盤沈下によって出現した広いゼロメートル地帯があります(図2)。新しい海岸埋立地は標高3～6 m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標高1～2 m程度と低くなっています。

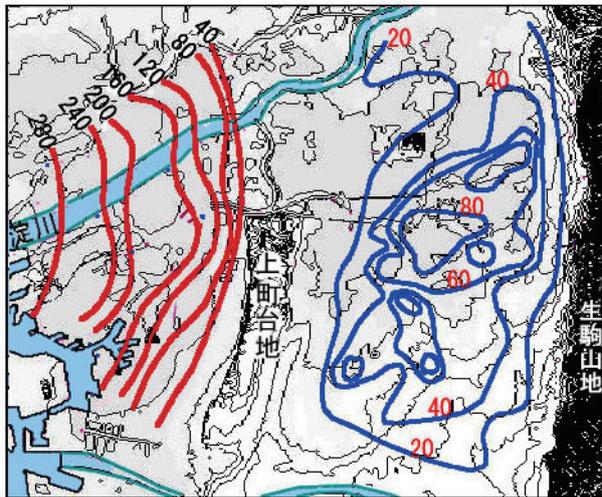


図6 地盤沈下量 赤線は1935～1999年(大阪低地)  
青線は1963～1973年(河内低地)

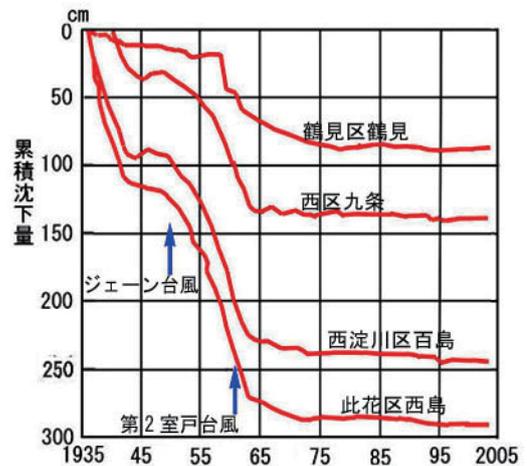


図7 地盤沈下量の推移

地盤沈下は昭和初期から始まり、戦時期から終戦直後にかけてほぼ停止した後、経済活動の回復により1950年ごろから再び激しく進行し、地下水の揚水規制の効果により、1960年ごろにほぼ停止しました。1935年～1999年の間における沈下量は、淀川河口部で最大の3 mに達しています(図6, 図7)。これにより低地中央部(かつての干潟干拓地)に35 km<sup>2</sup>のゼロメートル地帯が、平均満潮位(海拔高0.9 m)以下の土地64 km<sup>2</sup>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2.6 mの最も低い場所があります。

臨海域を中心とした揚水規制および市街化の進展により、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最大1.1 mを示します。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20 m以下と浅く、海底は非常に平坦です。1945～1999年の期間に2 m以上の最大潮位偏差(その時の天文潮位を差引いた潮位)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2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8)。

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

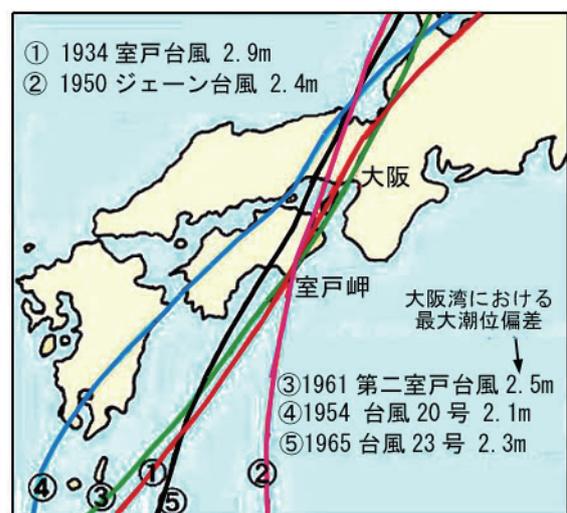


図8 大阪湾に大きな高潮を起こした台風の経路

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、反時計回りでらせん状に吹き込む風による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。大阪湾奥はこれらが起こりやすい条件下にあります。

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(図9)。浸水域の面積は75km<sup>2</sup>、最大浸水深は3mを超えました。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、台風来襲は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。しかし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。



図9 室戸台風高潮の浸水域 (大阪府・大阪市, 1960)



図10 ジェーン台風高潮の深水域・浸水深 (大阪府・大阪市, 1960)

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。台風最接近はほぼ干潮時でしたが、もし満潮時であればさらに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90km<sup>2</sup>と室戸台風を上回りました(図10)。これは戦前・戦中における地盤沈下の進行により海拔高の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量は沿岸部で1m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倍も大きいものでした。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以下と非常に少ないものでした(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來襲しました。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 km<sup>2</sup> が浸水しました(図 11)。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。11 年前のジェーン台風後、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による氾濫が生じました。

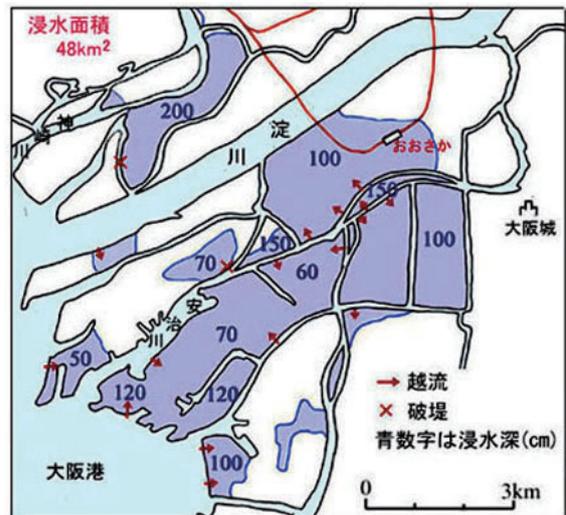


図 11 1961 年第二室戸台風の高潮  
(大阪管区気象台, 1962)

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。

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い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・兵庫両県の被害は死者 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。河川の上流から来る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ることとなります。大阪低地の高潮対策は、防潮水門の機能にほぼ依存しているといふかなり脆弱な防御態勢にあります。

### 3. 淀川低地の洪水

淀川は日本最大の琵琶湖と、京都・奈良・大阪というかつての日本中心部を流域にもつ重要河川です(図12)。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、水害防御や舟運確保のために、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ます。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う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 km<sup>2</sup>の流域が淀川から切り離されました。

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した。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。淀川上流の琵琶湖およびその流域は3,800 km<sup>2</sup>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15 km地点で左岸堤(枚方市)が破堤し、大阪市内の大半など160 km<sup>2</sup>が浸水しました(図13)。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7,000 m<sup>3</sup>/sと1885年を1,500 m<sup>3</sup>/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8,650 m<sup>3</sup>/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



図12 淀川水系 赤線は流域界

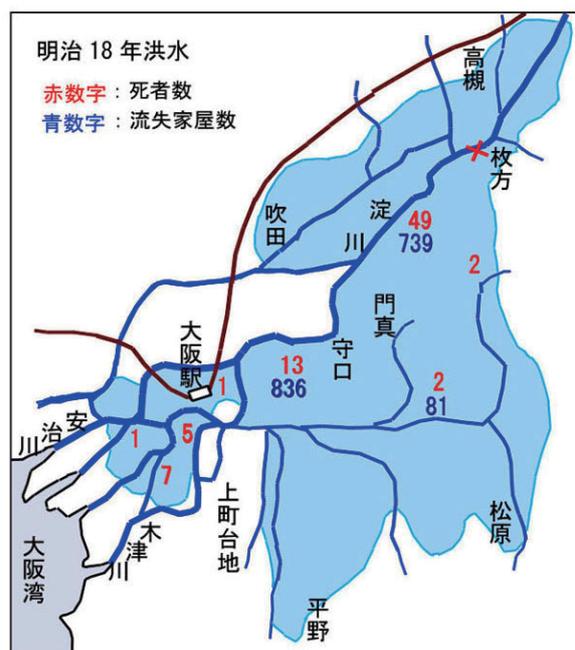


図13 明治18年の淀川洪水

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が採られています。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

近畿地方とその周辺域では、大被害地震が集中発生しています。近代的地震観測が始まった1885年以降の130年間に於いて生じた死者1,000人以上の大震災は12件で、その中の9件がこの地域で起こっています(図14)。内陸地震に限れば6件全てが近畿と周辺域で起こったものです。活断層が日本で最も密に分布する地域であり震源の浅い地震が多いこと、および南海トラフでの巨大地震が陸地近くで起こることがその主な原因です。

大阪盆地では、六甲・生駒などの活断層帯が全周囲を取り囲み、さらに大阪平野中央を上町断層帯が南北に走っているという悪い条件があります(図15)。有馬-高槻断層帯は1596年に慶長伏見地震と呼ばれるM7.5の地震を起し、畿内および周辺域に大きな被害をもたらしました。大阪の震度は6であり、堺で死者500余という記録があります。六甲-淡路島断層帯では1995年に兵庫県南部地震(M7.3)が発生しました。大阪府における被害は、死者31人、住家全壊895棟などでした。

上町断層は東西方向の圧縮により生じている上町隆起帯の西面に沿い、南北に走っています(図2)。これは豊中市から大阪市を経て岸和田市に至る全長42kmの断層群で、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8000年程度で、最新活動時期は約28000~9000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2~3%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。内陸活断層では一般に確率はこのように小さく計算されます。断層は中心市街を貫いて走っているため、これ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(図16)。

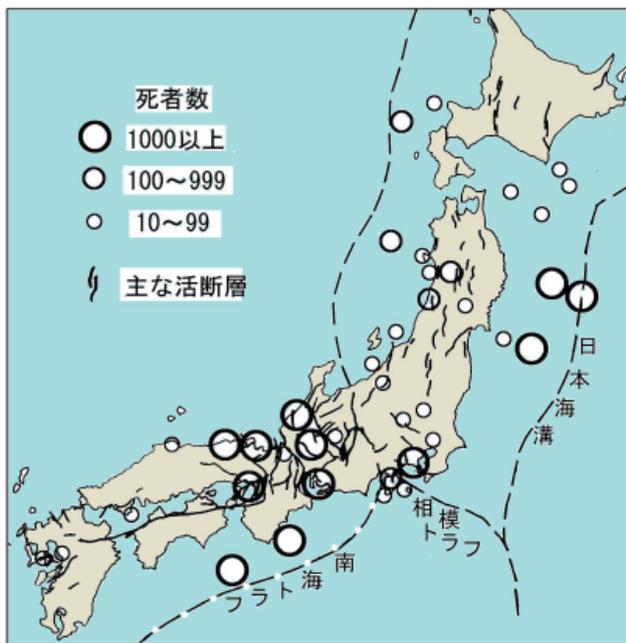


図14 被害地震(1885~2015)

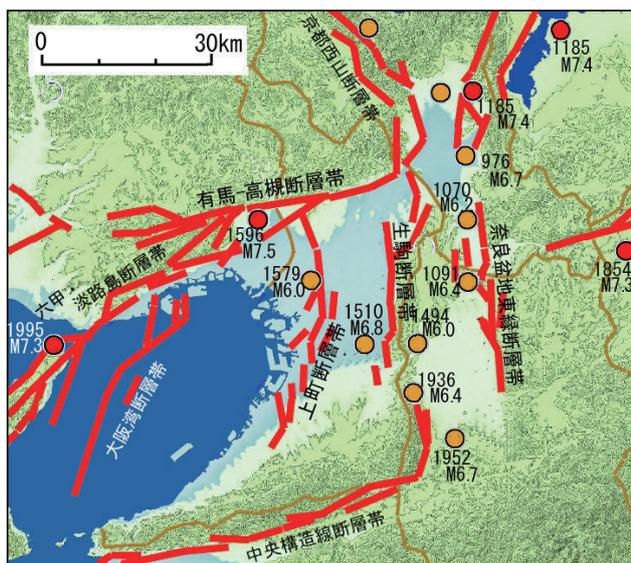


図15 大阪平野周辺の活断層および被害地震

大阪低地は、活断層が直下にある、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年以内発生確率は0~0.1%、六甲断層帯は0~0.9%とかなり小さいと評価されています。

南海トラフにおいて100~200年の間隔で発生する海溝型巨大地震は、大阪に大きな被害を繰り返し引き起こしています。1707年宝永地震(M8.6)は、大阪で死者約750人、家屋全壊1,000棟余、他に津波による死者多数とされています。差し迫っているとされる想定南海トラフ巨大地震(M9.0)による津波の高さは、大阪港において最大4~5mと予想されています。1854年安政南海地震(M8.4)では、高さ2m程度の津波が大阪湾北部を襲い、安治川などを遡上して大きな被害(一説に死者7千人)を引き起こしました。大阪湾は南出口の紀淡海峡が狭いので、津波はあまり高くはなりません。

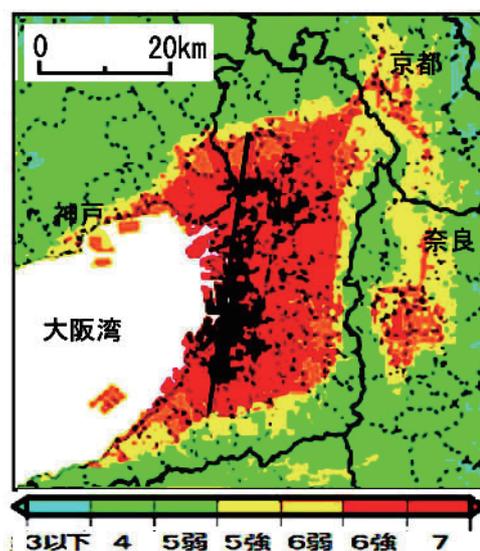


図16 上町断層の地震による想定震度 (大阪府資料)

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。

大阪管区气象台(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/](http://dil.bosai.go.jp/workshop/06kouza_kankyo/)

公開：平成28年10月

改訂：平成30年12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)