

## 大阪における高潮・津波災害の変遷

京都大学防災研究所 河田恵昭

京都大学防災研究所 土屋義人

### 1. 緒言

大阪では、多数の住民に、巨大な自然災害は起こらないと思われている。こうした状況はなにも大阪に限られることなく、巨大災害であっても、百数十年に1度というような低頻度であるがゆえの宿命をいっているのである。たしかに、1961年以降、顕著な高潮がやってきていないことや、まして津波にいたっては明治以降被害がほとんど発生していないことを考えると、前述した状況は無理からぬ一面もあろう。といって、将来これらの災害が絶対起こらないのであればよいのだが、そう断言できないから困るわけである。大阪の歴史を振り返ってみれば、巨大な高潮や津波が「忘れた頃」にやって来たことも事実である。

高潮や津波災害は繰り返されてきたが、それらの被災形態や被災過程などは時代とともに変化してきている。例えば、犠牲者の数がほぼ同じであっても、なぜそのような数になったかという原因や過程が異なっており、内容的に同じものは歴史的にほとんど繰り返されていないのである。すなわち、災害の様相が時代とともに変わってきている。災害の変遷や復元の研究は、単なる事例研究に留まるのではなく、仮に現在、あるいは近未来の臨海立地型高度情報化社会で発生する危険性のある災害の様相を予見する重要な手段になりうると思われる。そこで、ここでは、大阪における津波と高潮災害の変遷について考察する。

### 2. 大阪平野の地形特性

高潮や津波の氾濫原である大阪平野は、図1に示すように3つの地域に大別される。それらは、河内低地、上町台地及び大阪海岸低地であり、図中の河道については1500年当時のものである。それぞれの地域の特徴は、次のように要約される。

1) 河内低地：約6000年前、現在の海面より3m程度高くなり、生駒の山麓まで海城が前進したことがわかっている。これは縄文海進といわれ、その後約1800から1600年前までに海岸線の後退が起こり、時代の経過とともに、この低地は河内湾、河内潟及び河内湖と呼ばれてきた<sup>1)</sup>。中世までは図1にあるように、この地域で大和川が北流し、淀川と合流して、上町台地の北から大阪湾に流入していた。したがって、古代以前には、洪水のみでなく高潮や津波がこの地域に侵入して、氾濫災害が発生したと推定される。集落は自然堤防上に発達し、1704年の大和川の付け替え後は、天井川であった旧河道で綿花などが栽培された。

2) 上町台地：最高点の標高が23m、最大幅2kmの北高南低で、西側が東側に比べて傾斜が急な台地である。700年頃には海岸線は西麓を走っており、北向きの沿岸漂砂による天満、難波砂堆が発達していた。古文書に書かれた高潮や津波の最初の記述として、続日本紀によれば、753年に御津浦（現在の南区三津寺町付近）に高潮が発生し、約560人死亡したとある。津波については、三代実録に887年、「摂津国では海潮漲陸し、溺死者あけて計ふべからず」とある。

3) 大阪海岸低地：難波津として栄えた古代以後、遠浅の海岸沿いに漁村が散在したに過ぎなかったが、16

世紀後半の豊臣秀吉の時代に大阪は都市として爆発的に発達することになる。中世の500年間に、淀川や大和川からの流送土砂が河口デルタを発達させ、低湿地帯が上町台地から西へ数km広がっていた。大阪の最初の運河である東横堀（1584年）は当初排水用として掘られたものであり、それ以降の10以上の堀は低湿地に地揚げ土を積んで宅地に替えるために連続的に池を掘った跡である。大阪の潮差は約2m弱であって、干潮のときには海岸線が木津川の西まで達していたようである。図2から、臨海地帯の新田開発で200年間に海岸線がさらに約4km前進し、新たに約2000ヘクタールの耕地が得られたことが分かる。近代に入って、1960年代以降盛んになった埋立はさらに4000ヘクタール以上に達し、昭和年代の地下水の過剰汲み上げによって、臨海地帯を中心とした地域に累計3mに及ぶ深刻な地盤沈下を引き起こすに至っている。

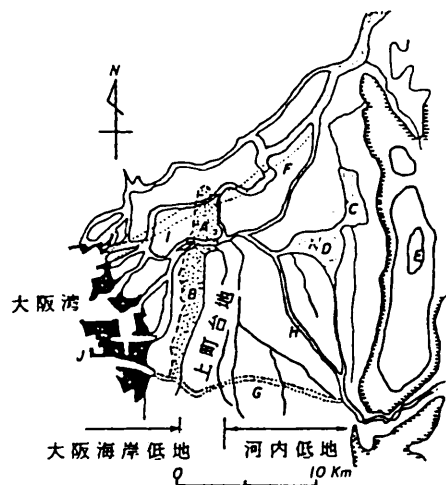


図1 大阪の地形特性  
A；天満砂堆，B；難波砂堆，C；深野池，D；新開池  
E；生駒山（642m），F；淀川，G；（新）大和川  
H；大和川，I；（新）淀川，J；埋立地（1900年以降）

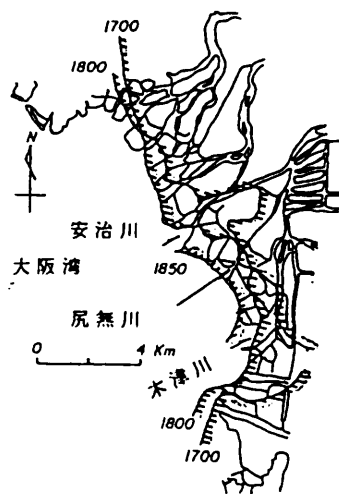


図2 江戸時代の新田開発の変遷

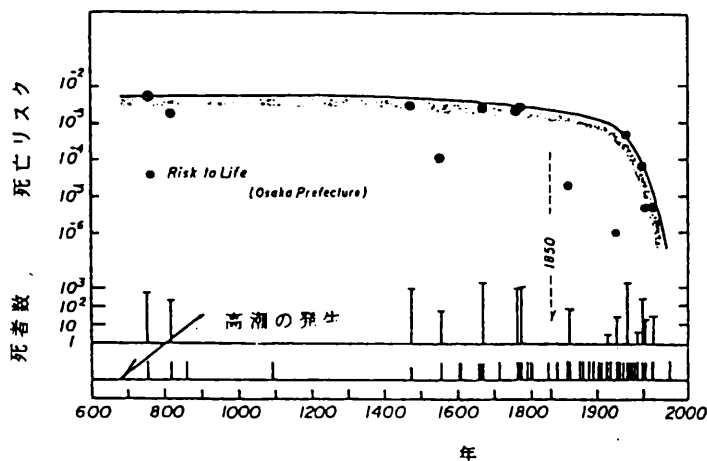
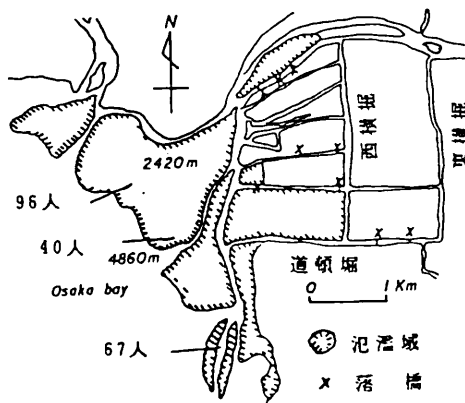


図3 大阪における高潮災害の発生数、死者数及び死亡リスクの変遷

### 3. 大阪の高潮・津波災害の変遷

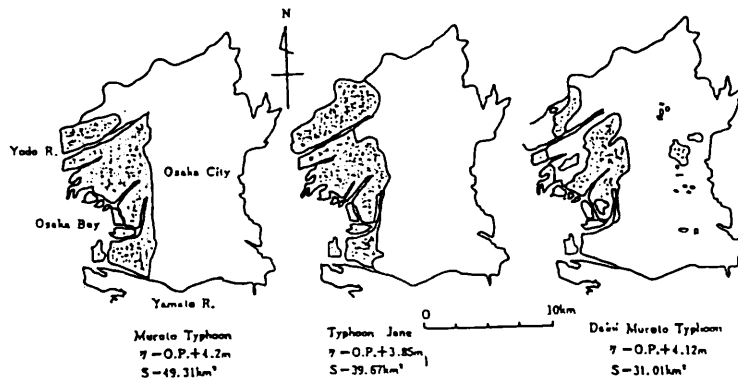
1) 高潮災害の変遷：図3は大阪における高潮災害の発生頻度や死者数及び死亡リスクの変遷を示したものである。これから、大阪では高潮災害が53回発生し、そのうち死者1000人程度以上の巨大高潮災害は7回であって、平均的に120年間隔で発生しており、しかも群発していることがわかる。これらの死亡リスクのオーダーは10のマイナス3乗であるから、住民1000人に1人の割合で死亡していることになる。これは、高潮対策がなんら行われていない場合の値であって、サイクロンによるベンガル湾の高潮に襲われてきたバングラデシュのそれと対応している<sup>2)</sup>。これらの巨大高潮の潮位としては室戸台風によるものと同程度か少し大きなものであって、その平均発生間隔は高潮の極値統計解析結果と一致していることがすでに見いだされている<sup>3)</sup>。図4は1670年の寛文の高潮による氾濫域を復元したものであり、比較のために昭和の室戸、ジェーン及び第二室戸台風の高潮氾濫図も示してある。寛文の高潮では木津川以西のいわゆる西大阪はもとより西横堀（現在、埋め立てられて阪神高速道路環状線が走っている）まで浸水被害が及んでいる。室戸台風以降、高潮対策事業の一環として、臨海区でO.P.+3mまで地揚げされたところはジェーン台風による高潮でも、地盤沈下があったにもかかわらず被害が少なかったと報告されている。大阪では防潮水門方式による高潮対策は一応完成されているが、1961年以降、大型台風が大阪湾を直撃しておらず、高潮災害の激減はこれに負っていることも確かである。



(a) 寛文 (1670年)

表1 大阪に襲来した巨大津波年表

No.	発生年
1	684
2	887
3	1099
4	1361
5	1707
6	1854



(b) 室戸台風 (1934年) (c) ジェーン台風 (1950年) (d) 第二室戸台風 (1961年)

図4 高潮による氾濫域の比較

2) 津波災害の変遷：表1は大阪に襲撃した巨大津波災害の来襲年である。大阪に被害をもたらした過去の津波はいずれも南海トラフを震源とする $M=8$ 程度以上の海洋性巨大地震によるものであって、しかも図5からわかるように、かなり周期的に発生している。この図では、横軸の地震発生間隔は地震発生後から何年経過して次の地震が起きたかを指し、これと地震のマグニチュードとの関係を示している。図中には南海道と東南海道における発生年の比較的近い3組のいわゆる双子地震を区別して示してある。この周期性の原因はほぼプレートテクトニクスの理論で説明される。図5から、巨大地震発生から経過時間が短ければ、次に発生する地震（もちろん内陸性地震の発生も影響を受けるが、ここでは海洋性地震のみを取り上げることにする）のエネルギーが小さくなる傾向が見いだされるのは、この理論の妥当性を物語っている。したがって、南海道にみられる巨大地震による津波の発生は、純偶発的ではなく、かなり、周期的であることが認められる。

さて、大阪に大きな被害をもたらせた津波のうち、記録が一番多く残っているのは1854年の安政南海道津波であり、ついで1707年の宝永南海道津波である。これらの津波による人的被害は、前述した巨大高潮の場合とほとんど同じである。津波の規模については、宝永の場合、たとえば道頓堀では木津川の合流点から日本橋までのすべての橋が落橋したのに対し、安政ではそれより海側の金谷橋までであることから、前者の方が大きそうであるが、図2に示したように、海岸線の位置がこの150年間で随分相違するので、むしろ同程度と判断した方がよさそうである。図6は安政南海道津波による大阪市街における津波氾濫水の挙動を示したものである。人的被害や物的被害、あるいは天保山における津波の挙動などから、このときの津波の高さは約1.9mと推定され<sup>4)</sup>、津波の伝播計算結果とよく合っている<sup>5)</sup>。

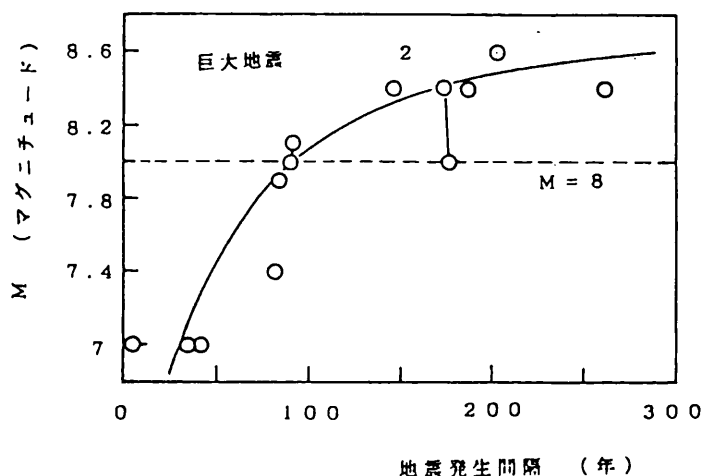


図5 海洋性地震の発生間隔とマグニチュードとの関係

大阪における高潮の極値統計解析の適用性については、台風の経路を考慮すれば、極値分布によく従い、その結果は、歴史的な巨大高潮の平均発生間隔と一致することをすでに示した。そこで、ここでは、津波について考察した結果を示すことにする<sup>6)</sup>。図5から、巨大地震の発生間隔に上・下限値が存在するので、これを考慮すれば、再帰期間の累積分布関数を求めることができる。その結果、再帰期間の平均値は約140年となり、単純に考えれば南海道では平均的にこの時間間隔で巨大地震が発生してきたことになる。そこで、将来における海洋性巨大地震の発生確率を求めるには、次のようにすればよい。いま、評価する時点から将来 $t$ 年間の巨大海洋性地震の発生は、前の地震からの経過年数をも $s$ とおけば、発生確率 $P$ は、再帰期間の累積分布関数から $t$ をパラメータとして、求めることができ、その計算例を図7に示す。この図より、前の地震からの経過年数 $s$ が発生確率に大きく影響し、もはやポアソン過程の性質が消えていると指摘されている。

つぎに津波の規模を求めた結果を図7に太実線で示してある。この図を使って、将来のある時点における津波来襲の確率を推定してみよう。たとえば、1946年の南海地震後100年経過して2046年になった時点では、その年にもし津波がやって来るとすれば、高さは0.85m、その年からさらに50年以内に津波がやってくる確率は0.5である。

ここで示したように、海洋性巨大地震は周期的に発生する特性をっており、これを考慮した極値統計が必須であるといえる。巨大地震発生直後は安全であり、時間の経過とともに再び地震発生の危険性が高くなっていく。したがって、高潮や異常波浪のように、再現期間で表した発生確率が、評価する時点に無関係で

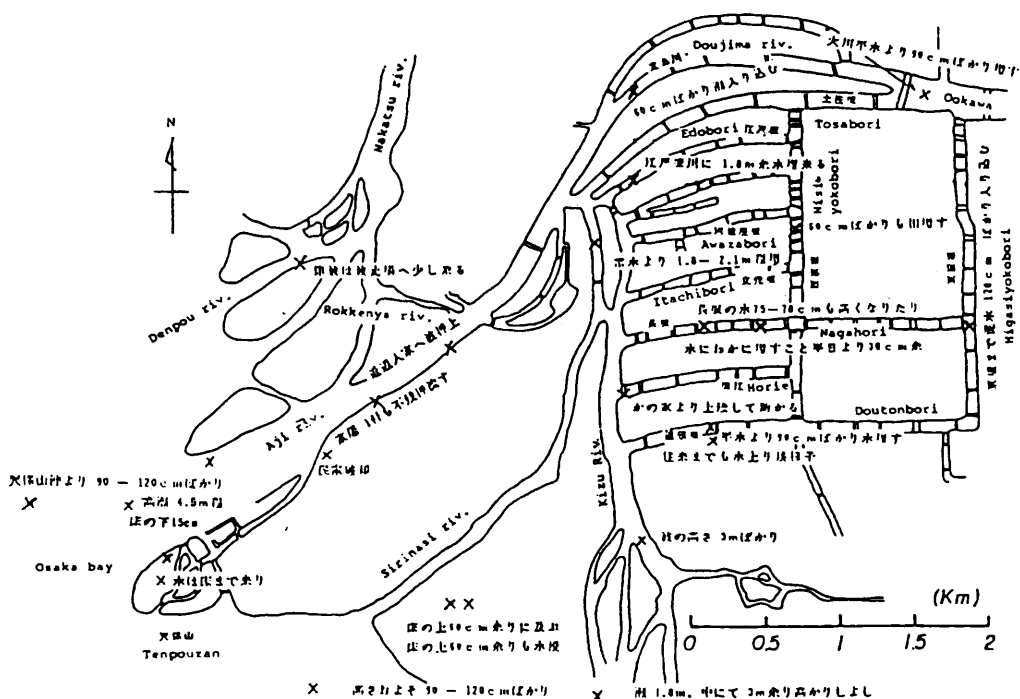


図6 安政南海道津波の氾濫水の挙動

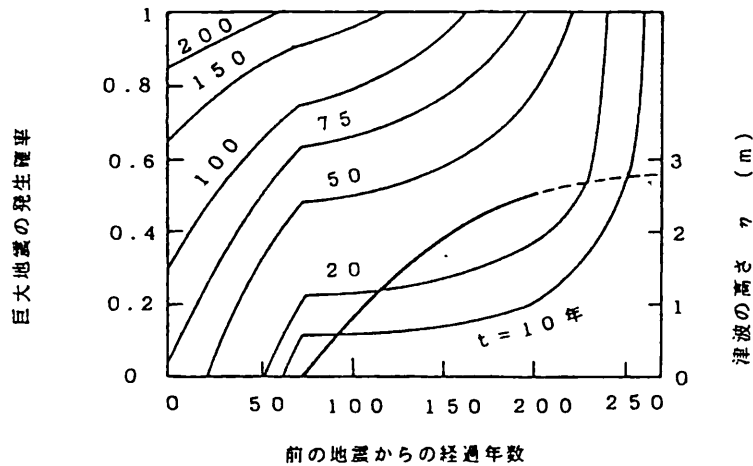


図7 南海道における巨大地震の経過年数、発生確率及び津波の高さ

あるのに対し、津波では前の地震から評価する年までどれくらい時間が経過したかが、発生確率を求める場合に重要な要素であるといえる。現在と10年先では明らかに津波の発生確率は後者の方が大きい。このことから、津波と高潮や異常波浪との結合確率を求めるときには、いつの時点で評価するかを明示する必要がある。

## 5. 結 語

広大な埋立と複雑な水際線、臨海地帯にある400以上の水門・樋門・樋管、度重なる古い防潮堤のかき上げ、地盤沈下、ゼロメートル地帯における地下街や地下鉄網の発達など、ここ四半世紀に大阪の臨海・低平地でみられる自然・社会環境の激変は歴史上かつてなかったものであり、しかもそれぞれが高潮や津波による氾濫災害の発生・拡大要因になっている。背後地で営まれている社会活動が多岐・多様化しつつあることを合わせて考えると、単なる氾濫災害に留まらず、複合災害となる可能性が高いといえよう。一方、住民にとっては、このような災害が過去のものに着実になっていっており、今後ますます災害対策の計画や実施が困難になってこよう。このような状況下で現在の防災のハードウェアやソフトウェアが本来の機能を発揮するようにしておくことが、最低限必要だろう。

## 参 考 文 献

- 1) 梶山彦太郎・市原 実：大阪平野のおいたち，青木書店，p.138，1986.
- 2) 河田恵昭：災害史に学ぶ，NHK市民大学—災害の科学—テキスト，pp. 129-143，1987.
- 3) Tsuchiya, Y. and Y. Kawata: Historical study of changes in storm surge disasters in the Osaka area, Jour. Natural Disaster Science, Vol. 8, No. 2, pp. 1-18, 1986.
- 4) 土屋義人・河田恵昭：大阪における安政南海道津波の復元(1)—氾濫災害について—，京大防災研年報，第29号B-2，pp. 763-794，1986.
- 5) 土屋義人・河田恵昭・酒井哲郎・島田寛美男：大阪における安政南海道津波の復元(2)—津波の規模と氾濫シミュレーション—，未発表.
- 6) 河田恵昭：高潮の極値統計，海岸海洋水工学(岩垣煥一編著)，九巻(印刷中)。