

大 阪 に お け る 水 災 害 の 歴 史 的 変 遷

河田恵昭（京都大学防災研究所助教授）

1. 緒 言

大阪の繁華街である‘キタ’と‘ミナミ’には世界でも最大級の広さの地下街がある。しかし、これらの地域の標高は高いところでO.P.+4m程度であり、低いところでは+1mにもならない。つまり、海岸低平地にあるわけである。O.P.とはOsaka Peilの略で、潮位の基準点であり、大阪港の低潮位(L.W.L.)はO.P.+0.35m、高潮位(H.W.L.)は+1.8mになっている。このことから、満潮のときすでに海面下の地域があることになり、地下街はそれより5m以上も低いところにあるのでほとんど常時海面下になっているといえる。しかも、これに複数の地下鉄が接続している。これらの組合せは、たとえば地下鉄は下水管網、地下街は終末処理場にたとえられる。ひとたびここに氾濫水が入ればどのような惨事になるかは容易に想像できる。

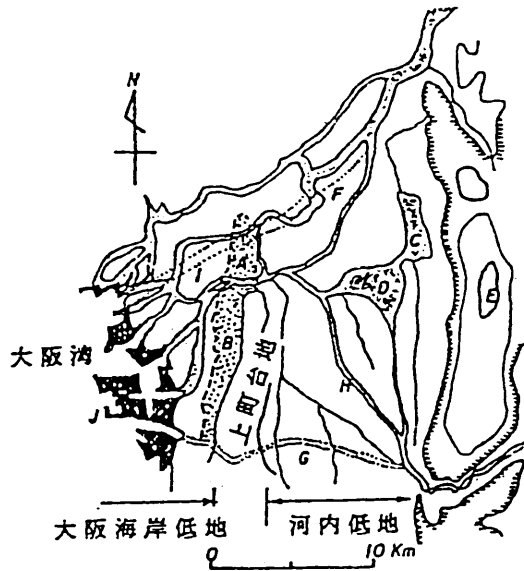
冒頭からかなり刺激的な例を挙げたけれど、私達が住んでいる大阪は氾濫災害に対してそれほど安全ではないことを言いたかったわけである。しかも、歴史的に氾濫を起こす外力は繰り返されているけれども被災の様相が時代とともに変化してきたことも事実である。高潮を例にとりて考えてみよう。近年大きな台風が大阪の近くを通過しないこともあって、多数の住民に、

大きな高潮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ではなく、死者が千人にも達する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年の第二室戸台風以降、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。

大阪では高潮や津波あるいは洪水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。たとえば、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と言える。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氾濫災害の様相を予見する重要な手段になりうると考えられる。そこで、ここでは、大阪における氾濫災害、とくに津波と高潮災害の変遷について述べることにしたい。

2. 大阪平野の地形特性

高潮や津波あるいは洪水の氾濫原である大阪平野は、



- 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1 大阪の地形特性

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、つぎ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、生駒の山麓まで海域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¹⁾。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、

すなわち現在の天満橋付近から大阪湾に流入していた。大阪のことを浪速とも言うが、これは潮差が約2mもあるので、上げ潮や下げ潮のときにこの付近で逆巻く流れの様相のことを描写したものとされている。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。縄文海進時に後述する安政津波（1854年）が来襲したときの氾濫水深や流速の地域分布を数値計算によって求めることによって当時の津波災害を復元することも可能である。古代から中世にかけて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、河内木綿として有名であった。

（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、溺死者あげて計ふべからず」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

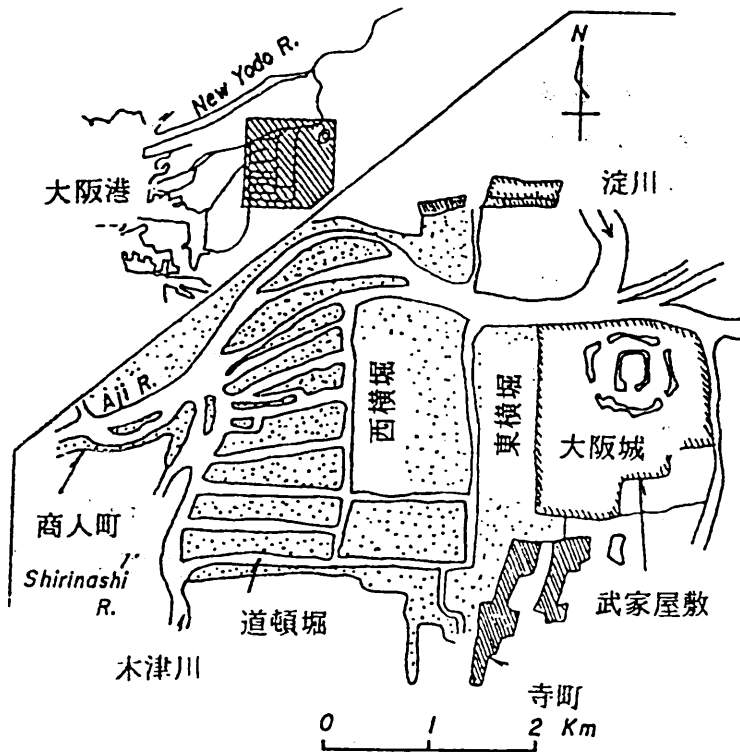


図2 江戸時代の大阪市街図

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。図2は当時の市街地であって、道頓堀以北、木津川以東に広がっていたことがわかる。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3から、江戸時代の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わかる。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。このことから現在の大阪の海岸低平地は、近世当時より氾濫災害に対して地形的に条件が悪くなっていることが理解できよう。

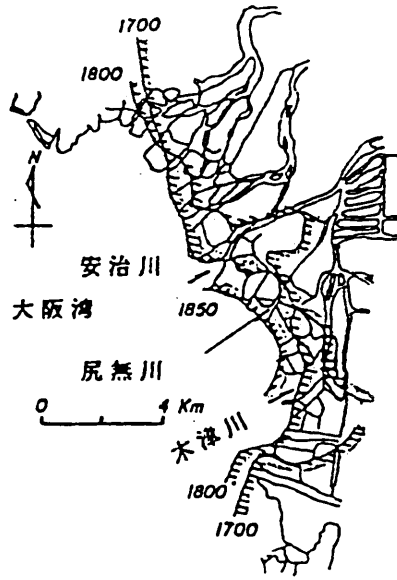


図3 江戸時代の新田開発の変遷

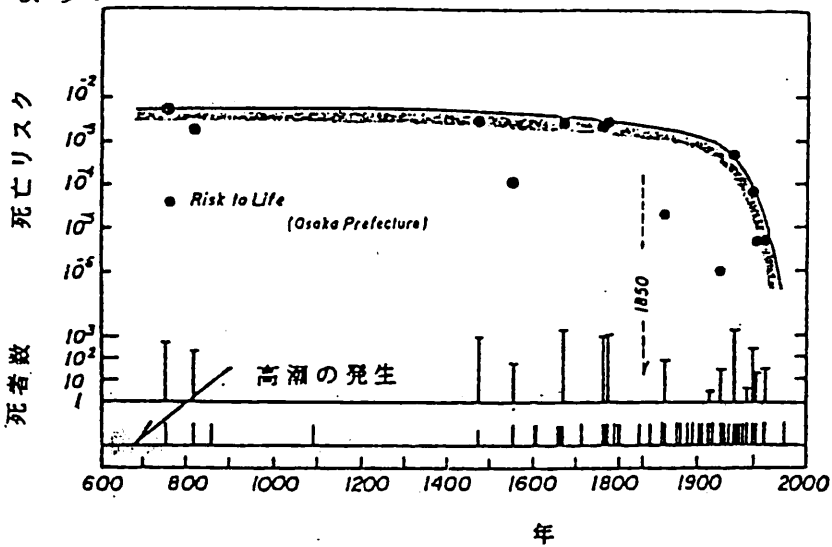


図4 大阪における高潮災害の発生数，死者数及び死亡リスクの変遷

3. 大阪の氾濫災害の変遷

(1) 高潮災害の変遷^{2), 3)}

1) 近世以前：図4は大阪における高潮災害の発生頻度や死亡者数及び死亡リスクの変遷を示したものである。死亡リスクは災害による死者の数を住民数で割った値である。これから、大阪では高潮災害が53回発生し、そのうち死者千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、住民千人に一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、図5に示した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⁴⁾。これ

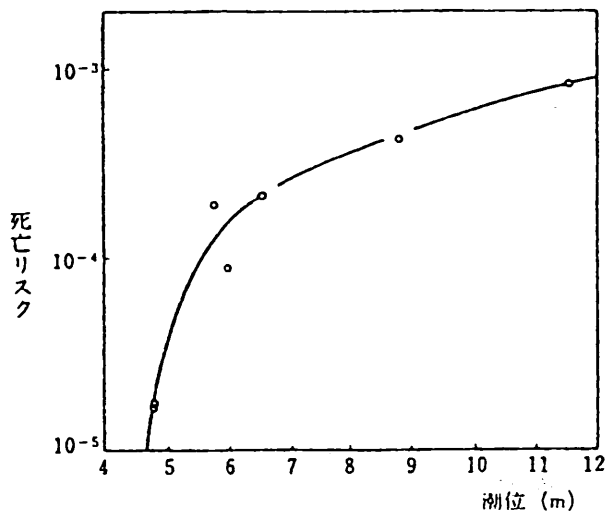


図5 1960年以降のバングラデシュの高潮の死亡リスク

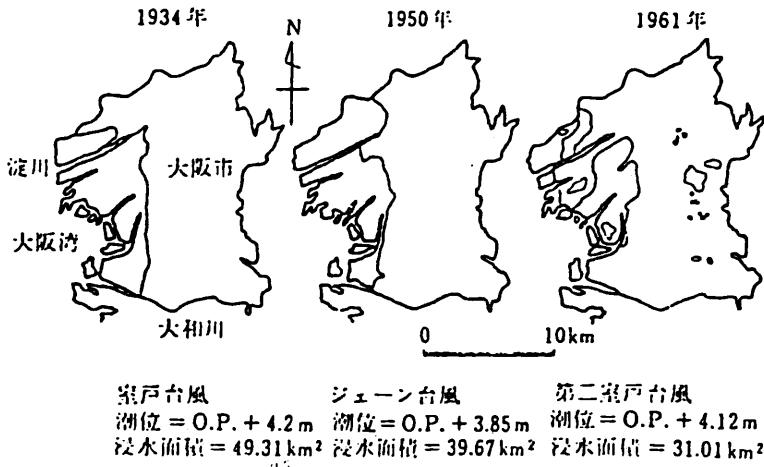
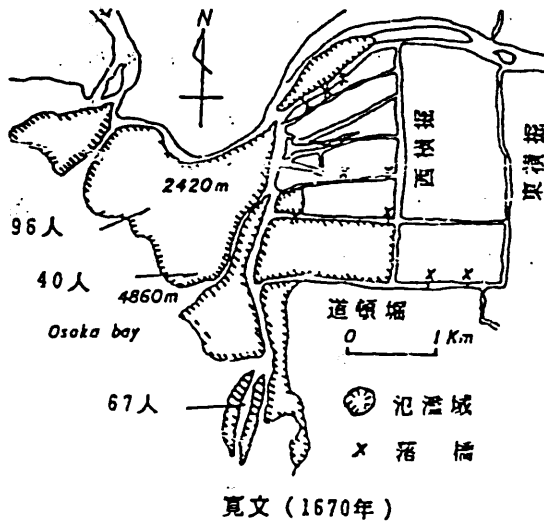


図6 高潮による氾濫域の比較

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⁵⁾．図6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．

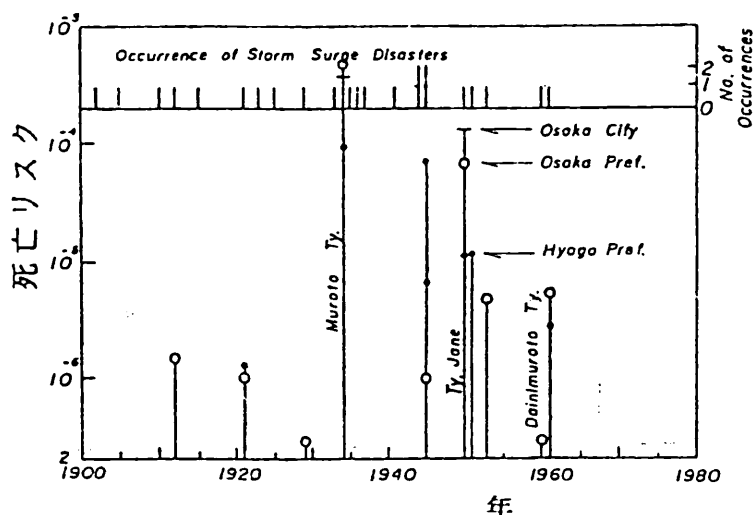


図7 1900年以降の高潮による死亡リスク

2) 近代以後：図7は1900年以降の高潮による死亡リスクであって，室戸台風以後，顕著な死亡リスクの低減が認められる．これには，a)防潮堤などの高潮対策の整備，b)台風情報や避難情報の充実，c)臨海地の地揚げ，などが大きく寄与している．まず，a)については図8に示すように，ジェーン台風以降，本格的

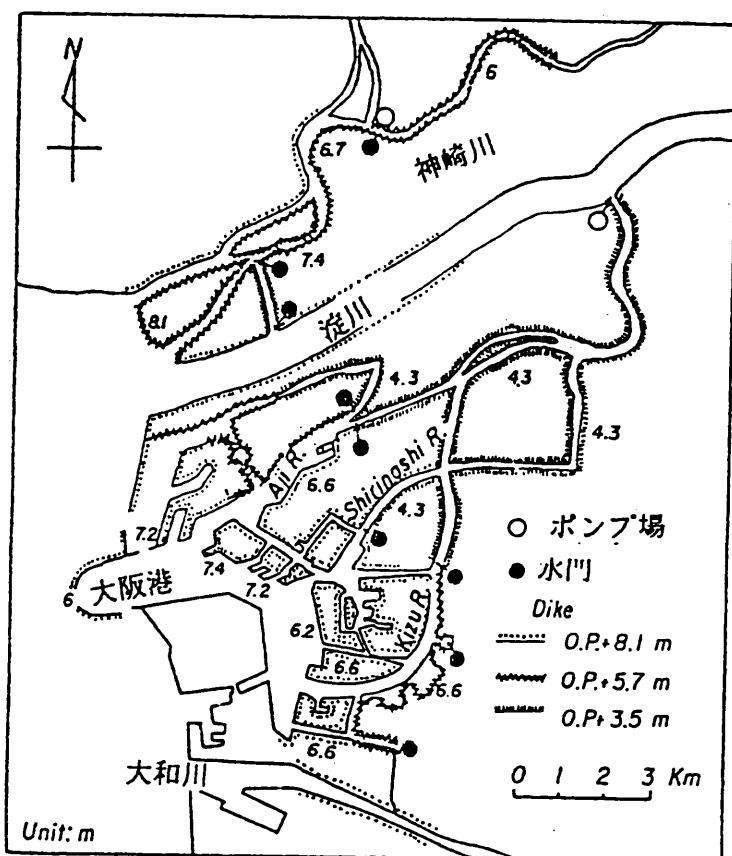


図8 大阪の防潮方式

な高潮対策事業が推進された結果，防潮水門方式による計画高潮に対する対策を一応終了している．b)については，たとえば表1にまとめたようなわが国の気象情報の充実が背景にある．これらは，貴重な災害経験に基づいて，より早く，より正確に，かつ詳しく報道されるに至っている．c)では，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まで地揚げされた図9の黒く塗ったところはジェーン台風による高

表 1 気象情報の変遷

1883 (明治 16) 年	暴風警報の制定
1928 (昭和 3) 年	ラジオの全国ネットによる「気象通報」の開始
1935 (昭和 10) 年	暴風警報と気象特報に分離
1952 (昭和 27) 年	気象特報を気象注意報と改正
1953 (昭和 28) 年	テレビによる「気象予報」の開始
1974 (昭和 49) 年	アノダス運用開始 (1978 年全国網完成)
1977 (昭和 52) 年	静止気象衛星「ひまわり」の打ち上げ

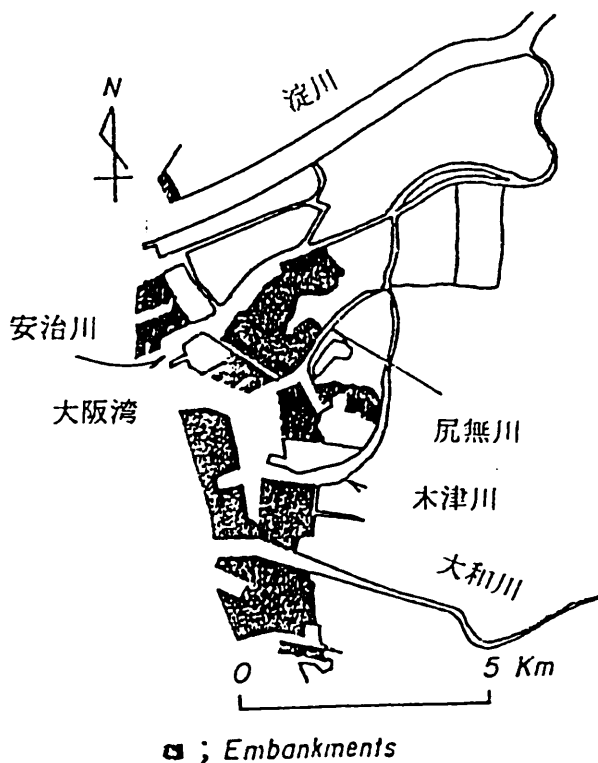


図 9 室戸台風後、地揚げした地域

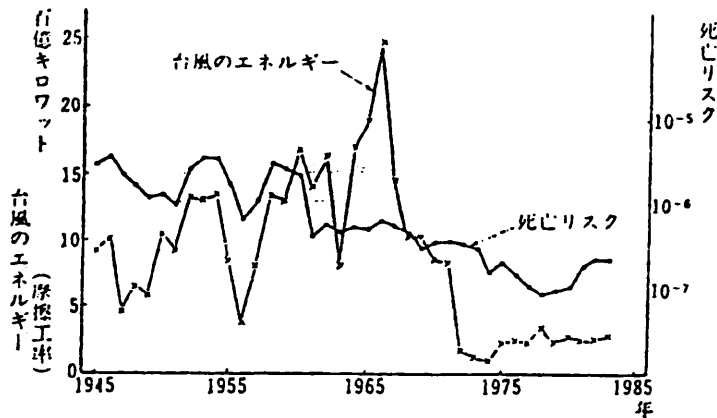


図 10 台風のエネルギーの経年変化

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。

大阪では前述のように、防潮水門方式による高潮対策は一応完成しているが、1961年の第二室戸台風以降、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。全国的にも図10のように上陸台風のエネルギーの減少がこの頃より見られ、このことから対策事業の効果を過大評価してはならないといえる。

表 2 大阪に来襲した巨大津波年表

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

(2) 津波災害の変遷^{6), 7)}

1) 津波発生の周期性：表2は大阪に来襲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

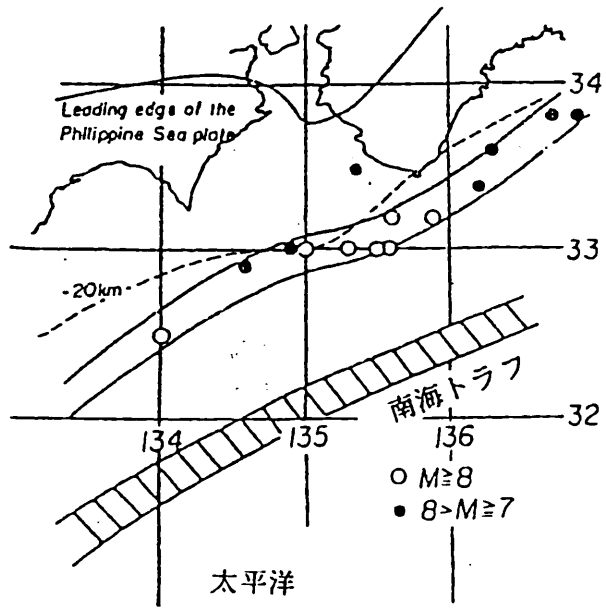


図 1 1 巨大地震の震源

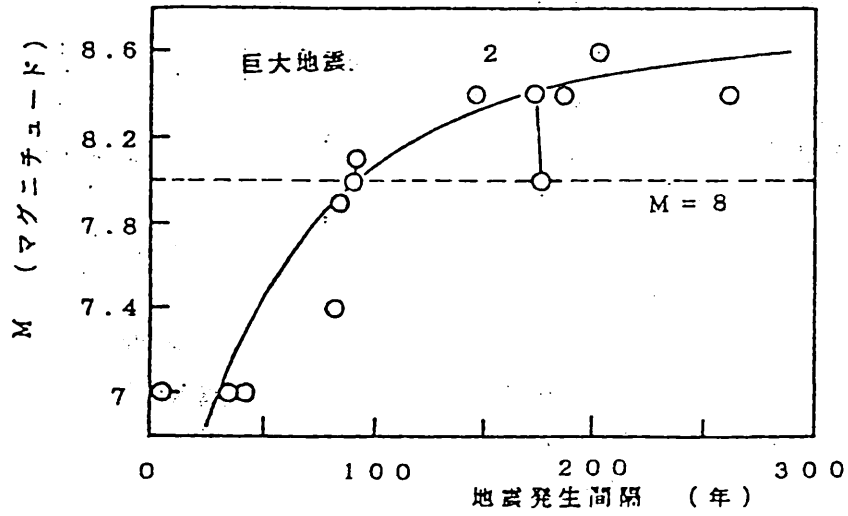


図 1 2 海洋性地震の発生間隔とマグニチュードとの関係

過去の津波はいずれも図11に示すように、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12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つぎ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12から、巨大地震発生から経過時間が短ければ、つぎに発生する地震（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。

2) 津波災害の復元：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3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。ここでは安政南海道津波（以後、安政津波と略称

する) 災害の復元結果を示そう。

日本地震史料^{8)・9)}などにまとめられた古文書などから安政津波の規模を推定するには、つぎのようなことを明らかにする必要がある。

- 1) 海に面した所での津波の高さとそこでの被害
- 2) 津波来襲時の潮位
- 3) 浸水域内での津波の挙動と被害
- 4) 臨海地帯の地盤沈下
- 5) 氾濫図の復元

そこで、それぞれの項目について検討した結果を要約してみよう。

(a)津波の高さの推定：当時の大阪で、海に面した唯一の集落は、図13に示す安治川左岸の天保山にあ

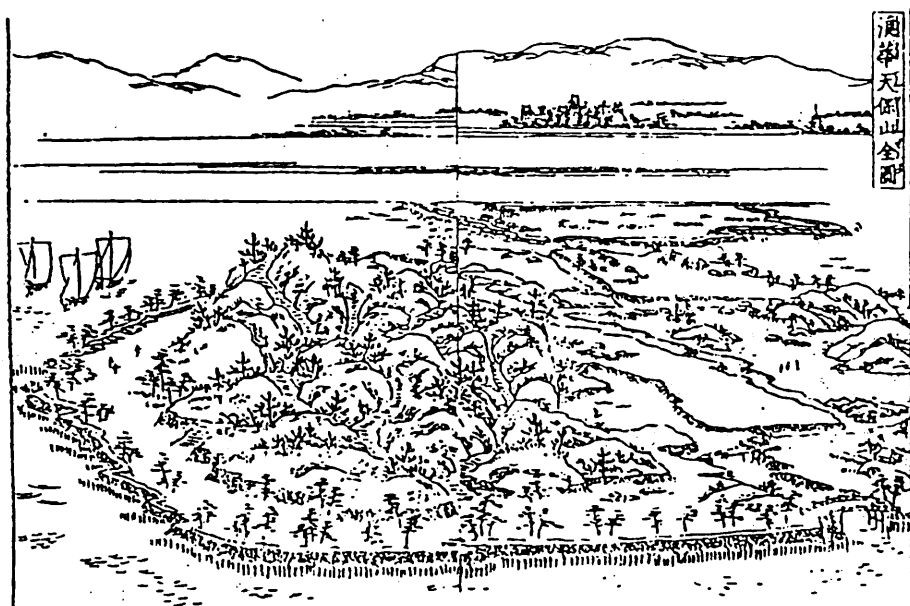


図13 安治川左岸の天保山(天保山名所図繪)

った。津波による被災については，1)天保山内の堀にかかった6橋は落橋していない，2)山頂や屋根に避難した人がいたが，一人も死んでいないことがわかって

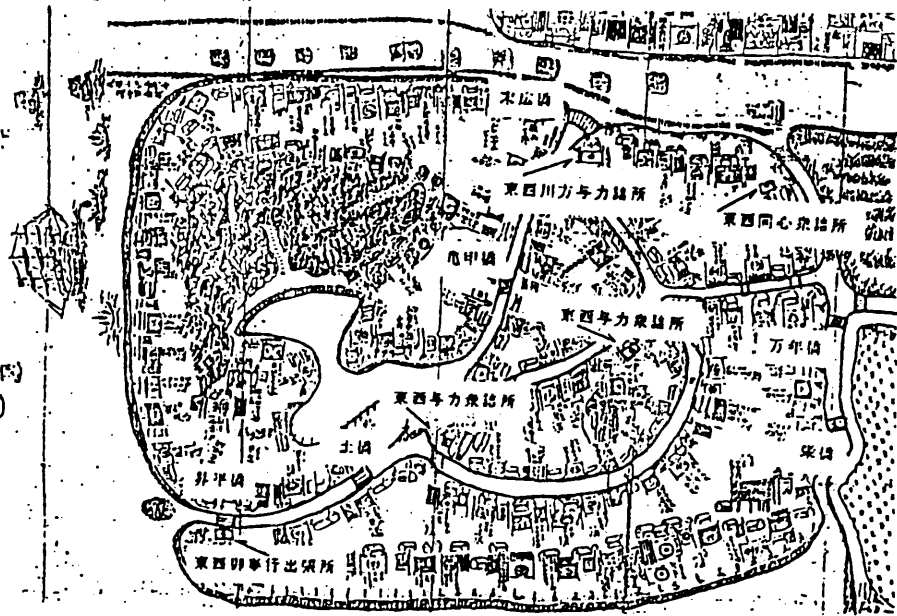


図 1 4 天保山出張全図（部分的に名前を拡大して示してある）

いる。また，浸水状況については，山本屋伊右衛門，同勤太郎書状に，『天保山両組御小屋は，台所廻り，床の下五寸許迄，大汐差込み』とあり，また鐘奇斎日々雑記に，『天保山常詰同心一人・・・水は床まで来た』と記されているので，これらの建物の場所がわかれば，かなりの精度で浸水深の推定が可能である。幸いに，津波来襲の2ヶ月前に，ロシア軍艦「ディアナ」が天保山沖に停泊したため，幕府は急拠，63の諸藩に命じてここに小屋を建てさせたときの配置図が図14の「天保山出張全図」¹⁰⁾として残っている。

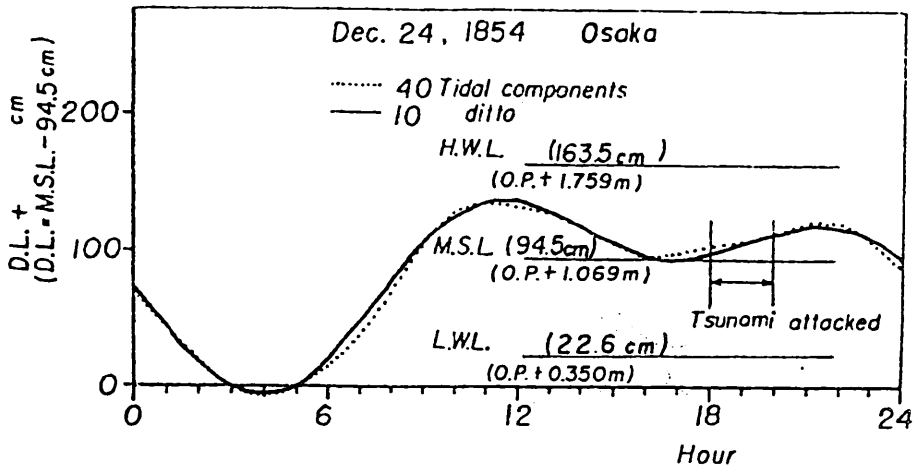


図 1 5 安政津波当時の大阪の潮位追算結果

この図から該当する建物を見つけ、当時の公儀の建物の寸法から、浸水深を推定できる。このほかに、石垣の高さや石垣に津波が衝突して陸上にそ上する高さなどから、津波の高さは1.9m程度と結論された。

(b)津波来襲時の潮位：1854年12月24日の津波来襲当日の潮位推算結果を図15に示す。実線は主要10分潮を、点線は40分潮を用いた場合のものである。安政津波は平均潮位より10～40cm高い潮位のとくに来襲したようである。なお、この推算に際しては大阪湾岸の埋め立ての影響を検討したほか、古い潮位記録で妥当性を確認しており、また干・満潮時刻や潮差は当時の「諸国浦々潮時計」¹¹⁾の記述とも一致している。

(c)氾濫原における津波の挙動：津波の高さや上昇した水位を、「日本地震史料」の記述から地名とともに抜き出して、1854年の「大阪細見図」上にまとめたものが図16である。これによると、道頓堀以北の市

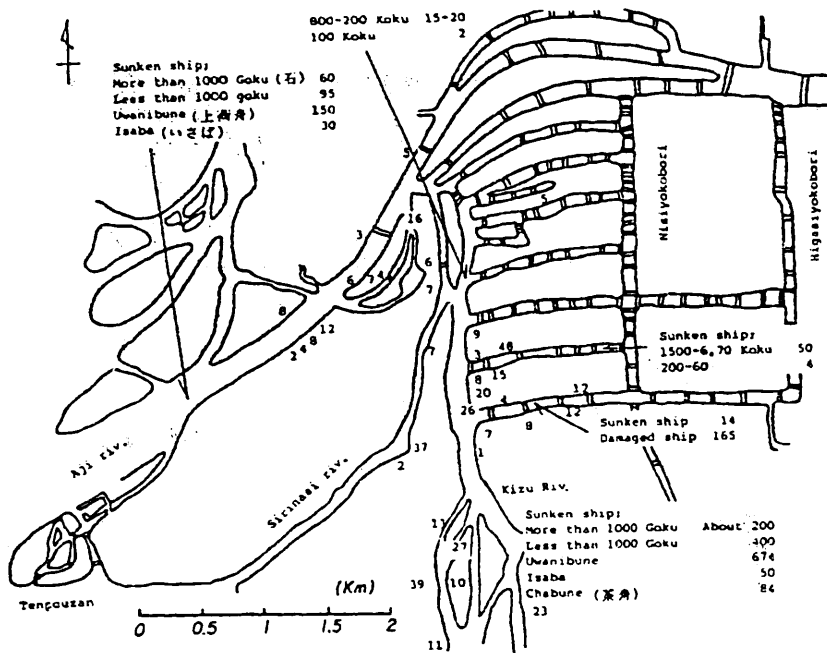


図 1 7 安政津波の人的・船舶被害の地域分布

木津川や安治川、それに川幅の広がった道頓堀や長堀で大船の侵入があり、11橋も落橋しており、ここで述べた人的・物的被害の程度と整合しているといえる。

(d)臨海地帯の地盤沈下：天保山は人工の丘（周囲1.8km，高さ18m）であり，沖積層上に作られたので当然地盤沈下が発生する。この付近は昭和年代に地下水の過剰汲み上げで50年間に約3mも沈下したところであって，地質的に非常に軟弱であるといえる。安政津波当時の氾濫計算を行うには，氾濫原の標高が必要であり，一番古い地形図からこの沈下量を補正してやらねばならない。そこで，明治年間に天保山に作られた2つの

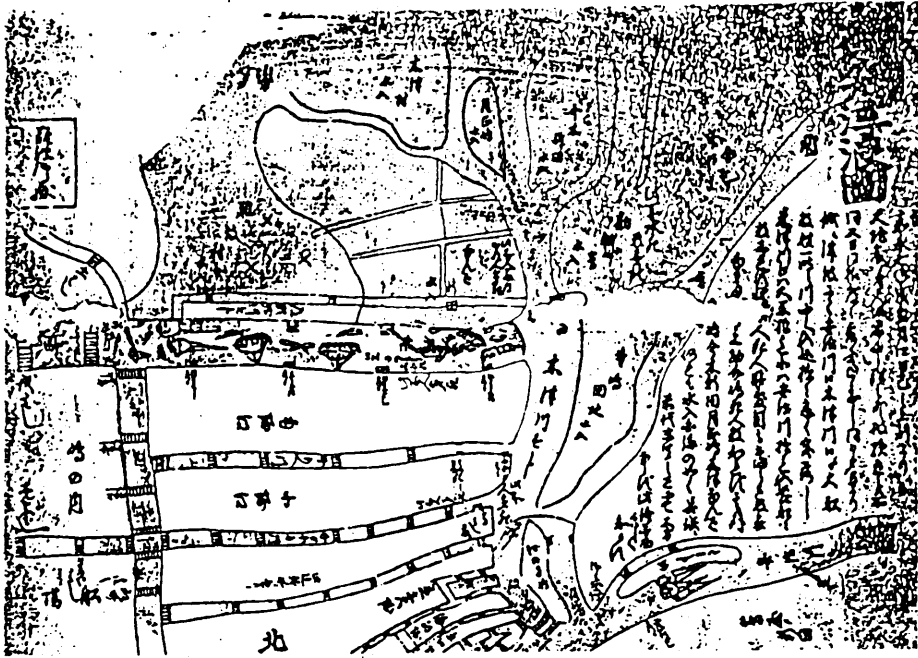


図 1 8 大坂大津浪図

燈台の建設記録台帳に残っている諸元やその写真および潮位観測のための量水標の原点の水準測量結果から、安政津波当時（1854年）から最初の地形図が作られた明治18年（1885年）の間に、平均して57cm沈下したと推定された。

(e) 氾濫図の復元：安政津波の氾濫状況を示す絵図は少なく、わずかに図18に示す「大坂大津浪図」がある。原図では氾濫域は薄青色に着色されており、かつ浸水した新田や村は「水入り」と記入され、破船の

様子もイラスト風に描かれている。そこで、氾濫計算によって、高さ1.9mの津波がこの浸水域まで到達するかどうか検討するわけであるが、数値計算はそれほど簡単ではない。1つには網の目状の河川網を格子で表せないことや新田の堤防の規模や壊れ方がよくわからないことによる。そこで詳しい計算はあとですることにして、ここでは津波の高さまで陸上に水が侵入するとした。過去の市街地に侵入した津波の先端位置が近似的にこれで与えられることがわかっているの、それを適用するわけである。さらに地盤沈下の補正法は氾濫原を一様に地揚げする方法や大坂城のある上町台地は厚い岩盤上に開けており、ここでは沈下しないとして天保山との間を線形補間で地揚げする方法が考えられるが、昭和年代の地域的な沈下の特徴から後者がより実情に合っていると判断される。そこで、いろいろなケースについて計算機で氾濫域を求め、図18と比較して非常によく合っている例が図19で示さ

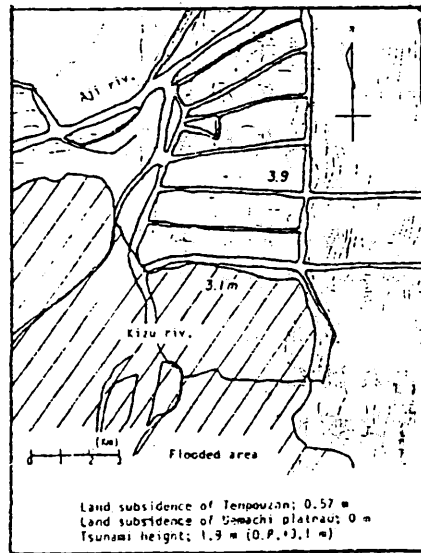


図19 計算機で求めた氾濫図
 (地盤沈下量を線形補間し、津波の高さを1.9mとした場合)

れる。これから，ここで示した方法でもかなり氾濫域を再現できることがわかる。

以上，古文書などの解析結果を総合すれば，安政津波の大阪における高さは1.9m程度であると推定される。

3) 津波の数値計算による高さの推定

ここでは，安政津波の伝播計算から，果して大阪における津波の高さが1.9mになるかどうかを確かめてみる。方法を簡単にまとめて述べると，つぎのようである。すなわち，数値計算法はいくつか提案されているが，移流項や摩擦項の評価や狭窄部となっている紀淡海峡の差分法について，まず1946年の南海地震を対象として計算する。なぜなら，この地震による津波は，断片的ながら和歌山県の下津と大阪の堺で観測結果があって，計算結果の妥当性が検証できるからである。これで適用性を確かめたのち，安政津波の伝播計算をして，大阪における津波の高さを求めようというのである。

まず，南海地震については図20に示した安藤¹²⁾の断層モデルを使うことにして，紀伊水道から大阪湾にかけては移流項を考慮し，かつ大阪湾内では摩擦項を導入すれば観測記録と比較的よく合うことがわかった。もちろん，

計算結果は高知，徳島および和歌山県沿岸各地についても求

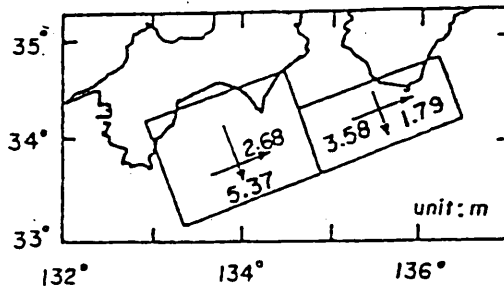


図20 安藤のモデル

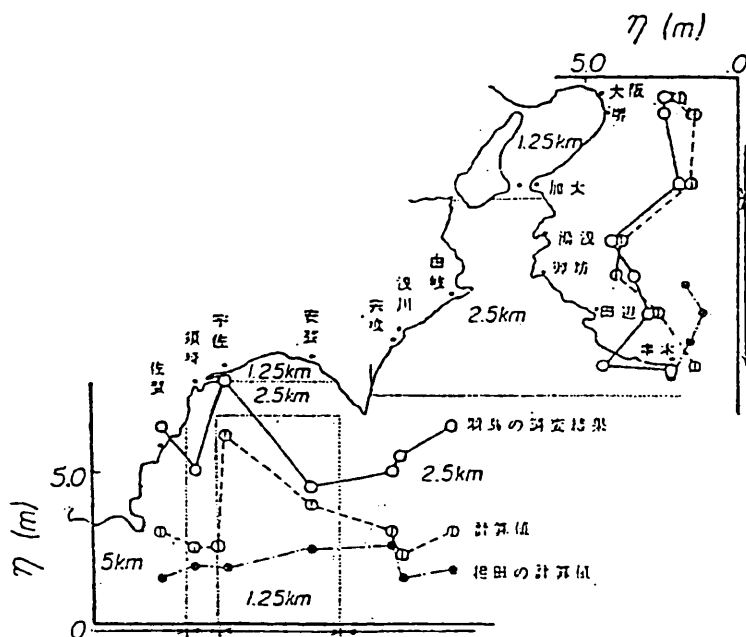


図 2.1 安政津波の伝播計算結果

めることができるので、津波の痕跡調査結果と比較したところ、定性的な一致が確かめられた。さらに詳細な検討をするには、局所的な津波の変形計算や氾濫計算をやる必要があるが、たとえば同じ計算法で徳島の浅川における津波被害を計算した結果では、かなり本モデルの適用性が確認されているので、ここでの計算の目的を考えればは十分と判断された。

そこで、つぎに相田¹³⁾のモデル²⁰⁾の断層を用いて安政津波の伝播計算した結果、図 2.1 に示すように大阪における津波の高さが 1.9m となり、古文書による解析結果と一致するほか、高知や徳島県沿岸の津波の痕跡高の定性的な傾向を説明できることがわかる。もち

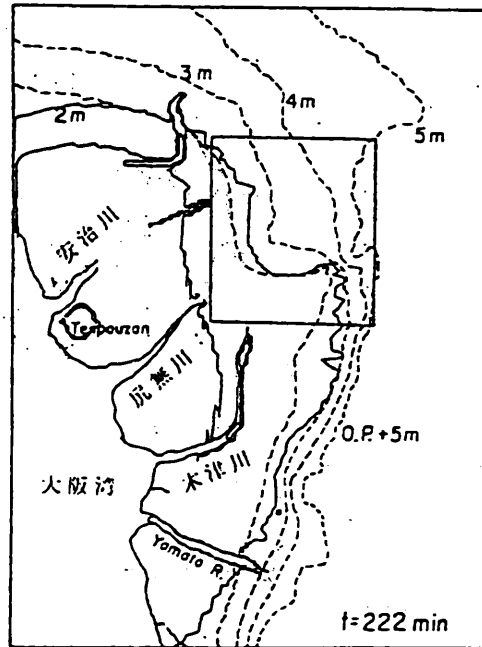


図 2 2 安政南海道津波の氾濫水の挙動
(a) 氾濫水深分布

ろん、安政地震の断層モデルの妥当性や津波の時間波形の適合性などの問題点は残るが、この結果は現時点で有効といってもよいであろう。さらに、この結果を初期条件として氾濫計算を行い、氾濫水の水深及び平均流速の時間的変化の1例を図22に示す。これは津波発生後222分経過し、津波の第2波によるものであって、これと図18を比べるとかなり一致することが見いだされる。

(3) 洪水氾濫の変遷

大阪における大きな洪水氾濫は、江戸時代に入って海岸低平地に都市が発達すると共に発生するようにな

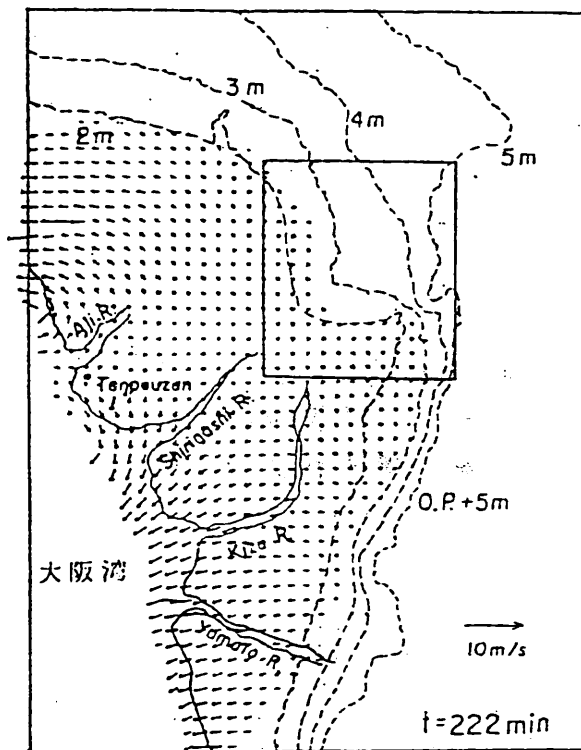


図 2 2 安政南海道津波の氾濫水の挙動
(b) 平均風速分布

表 3 大阪の洪水氾濫年表

る。表 3 は顕著な洪水氾濫の発生年をまとめたものである。この中で、とりわけ被害の大きかったのは延宝の水害（1674年）で、淀川及び大和川の両河川の堤防が破堤し、「溺死幾万人とも知れず」

No.	発生年
1	1674
2	1756
3	1802
4	1807
5	1866
6	1868
7	1885
8	1896
9	1917

と古文書に載るほどであった。これに次ぐのが明治18年(1885)の水害で、この場合には全国的に水害が発生した。これら両者の被害の実態について現在解析中であるが、何分にも史料が少なく、実態がよく掴めていないのが実状である。その原因の一つには中小の洪水氾濫が頻繁に発生していたので、それを記録にとどめることがむしろされなかつたとも考えられている。

4. 高潮・津波の極値統計解析の適用性^{3), 14)}

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³⁾。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。図12からわかるように、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、再帰時間の平均値は約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 t_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23に示す。この図より、前の地震からの経過年数 t_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できる。

つぎに津波の規模を求めた結果を図23に太実線で

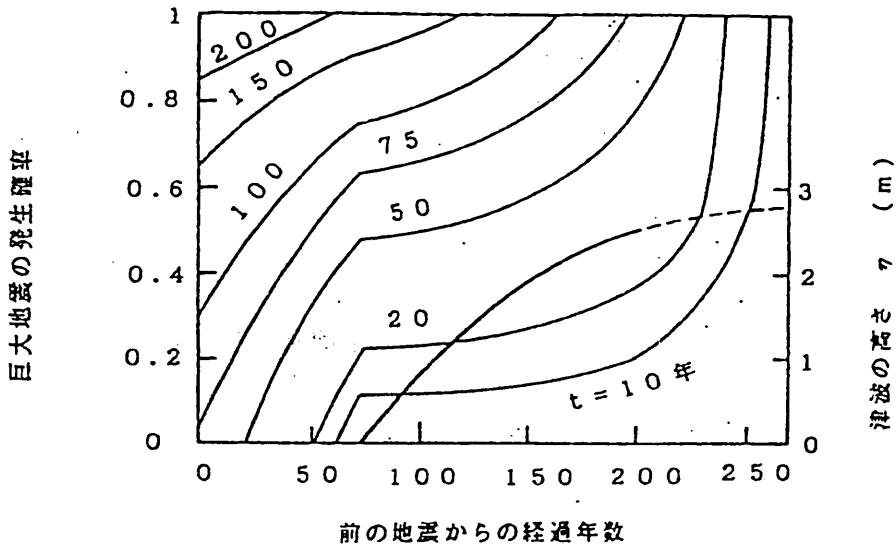


図 2 3 北海道における巨大地震の経過年数，発生確率及び津波の高さ

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もっており，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さ上げ、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あるいは洪水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) Tsuchiya, Y. and Y. Kawata: Risk to life, warning systems, and protective construction against past storm surges in Osaka bay, Journal of Natural Disaster Science, Vol. 3, No. 1, pp. 33-55, 1981.
- 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) 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.
- 5) Tsuchiya, Y. and Y. Kawata: Extremal statistics of storm surges by typhoon, Proc. of the 19th Inter. Conf. on Coastal Eng., pp. 115-131, 1984.
- 6) 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，－京都大学防災研究所年報，第29号B2，pp. 763-794，1986.
- 7) 土屋義人・河田恵昭ほか：大阪における安政南海道津波の復元(2)－津波の伝播・氾濫特性－，京都大学防災研究所年報，第31号B2，1988（印刷中）.
- 8) 武者金吉：日本地震史料，毎日新聞社，757p，1951.

- 9) 宇佐美龍夫：新収日本地震史料，東大地震研，
第5卷別巻5，2528p，1986.
- 10) 大阪府立図書館蔵：天保山出張全図.
- 11) 横倉辰次：江戸時代一船と航路の歴史一，雄山閣，
298p，1971.
- 12) Ando, M: A fault model of the 1946 Nankaido
earthquake derived from
tsunami data, Physics of the Earth Planetary
Interior, pp. 320-336, 1982.
- 13) 相田 勇：南海道沖の津波の数値計算，東大地震
研彙報，Vol. 56，pp. 713-730，1981.
- 14) Kawata, Y. and Y. Tsuchiya: Extremal statis-
tics of tsunamis in Osaka, Proc.
of the 6th Congress of APD-IAHR, 1988 (印刷
中) .