

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—

土屋 義人・河田 恵昭

RECREATION OF THE ANSEI NANKAIDO TSUNAMI IN OSAKA (1)

—FLOOD DISASTER CAUSED BY THE TSUNAMI—

By Yoshito TSUCHIYA and Yoshiaki KAWATA

Synopsis

The objective of this study is to recreate a flood disaster in Osaka due to the Ansei Nankaido Tsunami on December 24, 1854. The analysis is based on data of the disaster such as old illustrations of the flood in woodcut, a number of historical documents and private letters and photographs of the Tenpouzan lighthouses. In the central area in Osaka, there were many canals to offer shipment and to use as sewerage. Since two big earthquakes ($M8.4$) of the seismic intensity of five in Osaka and many micro earthquakes had occurred on December 23 and 24, many people took refuge on small boats in the canals. The tsunami inundated into the reclamation area along the coast and the canals accompanying with many large ships anchored at the mouths of rivers such as the Kizu and Aji Rivers. About one thousand people were drowned and killed by overturn of ships. The inundation heights of the tsunami is estimated to be about 1.9 m. The height is also justified through the comparison between the flooded area roughly estimated and the old illustration.

1. 緒 言

明治時代以降、大阪には南海地震津波(1946年)やチリ津波(1960年)が来襲したが、いずれも波高が1 m以下で人的被害はもとより、物的被害もほとんどなかった^{1,2)}。しかしながら、時代を江戸までさかのぼると、宝永4年(1707年)と安政元年(1854年)に南海道で同一規模の地震($M8.4$)^{2),3)}が発生し、それによる津波がいずれも大阪において数百人ないし数千人の死者をもたらしている²⁾。両地震の規模が同じであったにもかかわらず、一般に宝永の津波による人的・物的被害の方が大きかったといわれている⁴⁾。

後述するように、宝永年代の大阪の安治川、木津川の両河口部を中心とした臨海部は第2の新田開発期の末期であり、それより約150年後の安政元年頃に比べて、海岸線(新田の沖堤)が平均2 km内陸側にあったといわれている。これらの新田が道頓堀以北の大阪三郷と呼ばれた市街地にとって、津波や高潮の緩衝地帯の働きをしたと推測され、これら両津波来襲時の海岸線の位置の違いが被害の規模に影響したであろうことは容易に想像できる。宝永津波では千石船が道頓堀を日本橋まで遡行したが、安政津波ではそれが少し川下の大黒橋までにとどまっている。したがって、安治川や木津川の河口付近における津波の高さは、両津波時で顕著な差はなかったと推定してもそれ程大きな誤りにはならないだろう。

また、両津波とその被害に関する史料の数は圧倒的に安政津波が多く、かつ内容もより具体的といえる。とくに、「大坂大津浪圖」という彩色された氾濫図が残っていることや、地形図、瓦版などの数の豊富さにおいて大きな相違がある。したがって、情報の量・質両面において、宝永津波の復元を試みても、その解析結

果には安政の南海道津波に比べて、かなりの程度あいまいさが残ることは避けられないであろう。

このような理由から、大阪に來襲した代表的な津波として、安政の南海道津波をとりあげ、その性状の復元を試みることにする。そのためには、大阪に來襲した津波の高さを精度よく推定することが必要となるが、これは津波來襲時の地形・地盤や潮位などからその氾濫状況を復元することにより可能となる。この検討の特徴は、古文書、古絵図などの史料に基づき、当時の人的・物的被害と、推定した氾濫状況との整合性を検証するところにある。

2. 大阪における安政津波の特性と被害

安政南海地震 ($M8.4$) と、それによる津波 (以下、安政津波と呼ぶことにする) は、安政元年11月5日 (1854年12月24日) の16時頃発生したといわれている。Fig. 1 は今村、大森および宇佐美が推定した本地震の震央および宇佐美と武者による震度分布である³⁾。これによると、地震と津波による被害区域は本州中部から九州に及んでおり、津波の1部は紀伊水道を通して大阪湾に侵入したことがわかる。この安政津波は、宝永4年10月4日 (1707年10月28日) の宝永津波以来、約150年ぶりに大阪に大きな津波被害をもたらした。各地における津波の規模や被害状況については、すでに文献⁶⁻⁹⁾ によって詳しく報告されているので、ここでは、大阪における津波の特性、人的被害および物的被害について述べることにする。

2.1 津波の特性

安政地震 (安政東海地震, 安政南海地震) は、旧暦安政元年11月4日, 5日 (1854年12月23日, 24日) の2日にわたって発生したが、その時の地震発生と津波來襲の時間的関連を、たとえば「大阪編年史」¹⁰⁾ や「日本地震史料」⁹⁾ に記載された各史料に基づいて示したものが Fig. 2 である。なお、縦軸に示した史料番

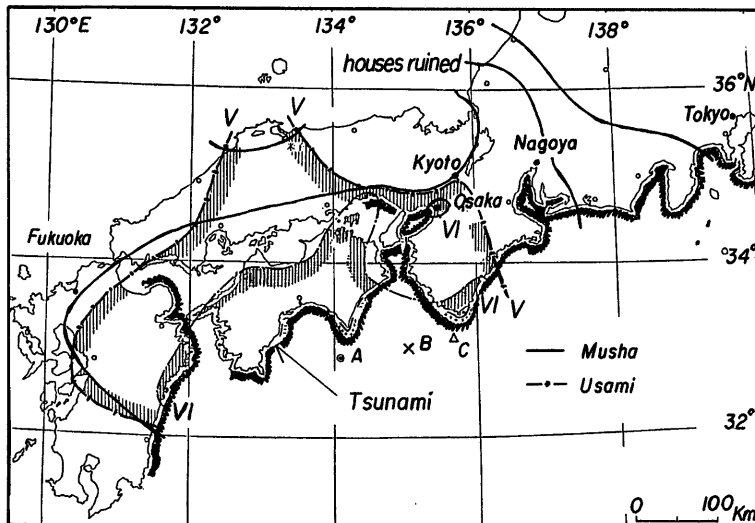


Fig. 1 Seismic intensity of the 1854 Ansei Nankai earthquake and propagation area of tsunami generated (the symbols show the epicenter estimated by A (Oomori), B (Usami) and C (Imamura))³⁾.

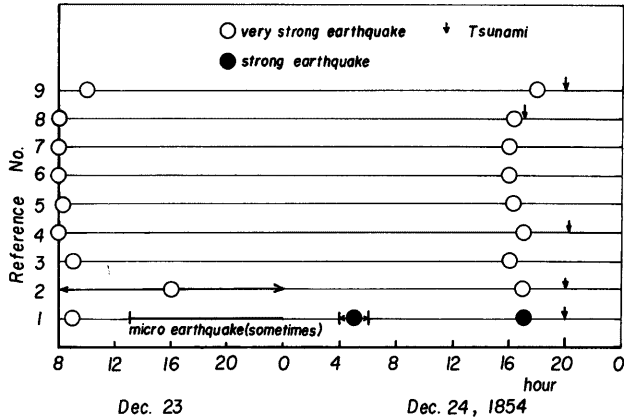


Fig. 2 Occurrence time of the Ansei Tokai earthquake (Dec. 23) and the Ansei Nankai earthquake (Dec. 24) and arrival time of the tsunami at Osaka.

号は、1. 鐘奇齋日々雑記、2. 鈴木大雑集、3. 永代録、4. 近來年代記、5. 波速之震事、6. 内地番所日記、7. 書付留、8. 大坂地震津波荒増日記、9. 紙屋長左衛門書状を示す。この図からは、16時から18時に安政南海地震が発生し、その2～4時間後に、大阪に津波が来襲したことになる。史料によると、津波は暮れ五つ頃(20時)に来たという記事がもっとも多いが、当時の標準時刻の決め方のあいまいさや、紀伊水道沿岸各地での津波の来襲時刻との整合性、さらに津波の挙動を大阪で目撃した人達の証言が多く残っていることから、実際には日没直後のまだ薄明の頃に津波が来襲したと考えてよいであろう。

つぎに、津波の高さに関しては、「日本地震史料」^{6,12)}に詳しく記されているので、以下に記事を地域毎に整理することにする。

なお、下線部分は津波の高さを示す部分であり、さらに、当時の町名とその位置についての文献^{13,14)}を参照し、詳しい位置の判明するものについては、文末にカッコ書きで示す。これらのほかに、津波の高さを示す記事が幾つかあるが、いずれも場所の特定が困難であるので省略することにした。

(1) 安治川河口および天保山付近

- ① 山本屋伊右衛門、同勘太郎書状⁵⁾：安治川口は安治川橋落申候。其外は橋落不申候、安治川橋迄は、前同様大船押込居申候由、併天保山両組御小屋は、臺所廻り、床の下五寸許迄、大汐さし込候而已にて、此方は死人壹人も無之、天保山續は大難儀と存候。
- ② 嘉永7年甲寅大坂再度地震之記²⁾：又天保山は前日地震同様今日津波にて怪我人はなし、小家は少々崩れたるよし、津波の節は皆々天保山へ登りて助かりたり、尤高浪老丈五尺ほどもありしとなり、四日には尼ヶ崎家百七軒斗崩と云、五日の地震は如何有しにや末だ其説を聞かず。
- ③ 中村宗哲家文書¹²⁾：実はあはれ成事与尽しかたく外事は噂には無之物に候得共見申候に而は噂々百倍哀至極々々天保山辺之家居一軒も不残押しし申候、唯半は天保山江かき揚申候得共、其余は家も人も跡かたもなく御座候。
- ④ 鐘奇齋日々雑記¹⁰⁾：天保山常詰同心壹人、用意船一艘、詰所之傍に有之、然處大浪四度来り、皆々何も流れける。障子を明一見候處、水満、荷なり行居也。迎も助る事成まし。先番木に登らんと、少高き處江上り居ける。水ハ床迄来り、追々に引行ける。

- ⑤ 大坂在番之人より京都在番之人江之来状¹²⁾ : 同暮半頃又大地震, 且天保山沖ヨリ三, 四尺斗も上に相見へ段々安治川口, 木津川口両川筋押寄, 右川筋数艘之大艘残らず押込。
- ⑥ 寅11月4日大坂来状¹²⁾ : 同夜四ツ時過天保山津波来り, 民家破垣三付, 両町奉行出馬之旨注進来ル。
- ⑦ 浪華地震津波¹²⁾ : 同五日卯刻又々ゆれ出又申刻にゆれ出し諸所潰れ家有所沖之雷之こくと鳴響候と即時二丈津波も威安治川口木津川口ヨリ大小之船押上安治川橋亀井橋初メ十ヶ所余落天保山近辺人家江波押上死人夥敷御座候。
- ⑧ 大坂より書状¹²⁾ : 先夜当所大地震の荒増申上候後, 夕七ツ時過猶又大地震有之, 其節安治川, 木津川両川口の方浪の高さ凡三, 四尺斗込人候へ共, 此方は小艇多く候, 旁破損も余り無之候得共, 安治川橋打落申候。
- ⑨ 出典不明⁵⁾ : 異国船参り居り候内, 此洪波に候はば, 天保山御固の諸家方皆波に引れ, 海へ引ずり込れ可申, 誠にあふなき事と, 蔵屋敷方にては恐れ被申候由。

(2) 木津川河口

- ① 他国見聞之次第¹¹⁾ : 四日, 五日とも, 地震甚しく, 五日の津浪, 木津川を上るさま中高 (俗にかまぼこなりと云ふ) に矢の如くにおしのぼり, (西側のひくきところにて, 潮六尺, 中にて一丈余高かりしよし) 破損の船五百二十拾余艘 (安治川はきかず, 定めて多かるべし) 死亡一千余人なりとぞ……
- ② 大坂より書状¹¹⁾ : 木津川口の方天神御旅所辺にては浪の高さ壹丈斗も有之, 此方は水勢強, 廻船大小の無差別碇綱を引切り, 一適に逆上り, 其勢以外鋭く, 亀井橋, 道頓堀川にて日吉橋, 沙見橋, 幸橋, 住吉橋, 長堀川にて高橋, 堀江川にて水分橋, 黒金橋打落し, 両川岸の人家土蔵突抜き或は乗崩し……

(3) 新田その他

- ① 大地震津波の奇談 (初編)¹²⁾ : (a)海辺より逆浪立ち其辺一面の白海と成て打来るを遙に見て人々魂を飛ばし小家の内にも溜り得ずソリやつなみぞといふ儘にちりちりに逃てゆく跡は津浪一面に成て此家も水入り床の上二尺餘にも及ぶ。(b)我家へ立帰り火を燈して家の内を見るに床の上二尺餘りも水浸に成たる様子にて (大坂西辺の新田)。
- ② 西成郡史⁵⁾ : 日の入頃又大震す。日暮れて又大地震す。跡海雷の如く鳴る。暫して津波三度寄せ来れり。二度目, 三度目の津波は波止場へ少し乗る。手前家内は上荷より上りて門前に居る。其中に又地震す。因て又も船に乗りしも再び陸上る (伝法町)。

新田関係については, このほか, 沖堤を津波が押し流したという記事や, 新田内に砂混りの泥水が吹出したという, 地震による地盤の液状化現象が見られたという記事が2, 3見出されるので, 新田すべてに, 必ずしも津波が氾濫したことにはならないと思われる。

(4) 大坂内陸西部 (西横堀以西)

- ① 大坂地震津波荒増日記⁵⁾ : (a)六ツ半頃時下の方より駈来候人, 津波津波と聲懸て走る。其河江戸堀川も逆流の音相聞候得共, 地震の續きに紛れ居津波共不心附, 始は地震の騒に乘じ盜賊にてハ無之哉共思居候處, 無程亀井橋落候趣にて逃来る者夥し御用橋前の川岸へ行見候得は, 常水より六七尺程増居, 清之口儀夫丸壹人召連亀井橋の實否見届へ行候處, 橋落候儀無相連, 此橋より西の方本田夷子島或は安治川筋天保山迄の人々津波に驚き逃来候者右橋にて落死候人多し。(b)道頓堀は別て高浪押来候事大造の事にて, 舟着の河岸雁木の處五段ほどろ二成, 夫より上四五段往来迄も水上り候様子ニ相見候 (道頓堀現)。
- ② 浪華百事談⁵⁾ : 卒然に海上あれて津なみ発し, 木津川口より湧りて, つなぎ泊れる大小の海船船河舟, たちまち獲をたちきられ, 一時に道頓堀川を東へ壓のぼされ, 大黒橋に到れり (西大阪市中)。
- ③ 嘉永7年甲寅大坂再度地震之記¹²⁾ : 大船に乗居たりし人の水分橋の詰なる家 (其船の船先の突たりて家を打砕き船ハそこに中り上られたるによりて, 船中の人々我先にと其家の座敷より上陸せし者凡四, 五十人も有しとぞ, 其中に一人の男の盲人片手に小兒を抱きて大船の垣を登りて, やがてかの家より上陸して助かりしと, 是等も亦一の不思議なり (西浜町付近)。

- ④ 鯨鯨囊¹²⁾：帆柱にて両岸之家居押し崩し、橋々を押落し候、橋上渡居候男女多く落失致し候由、津浪ハ三度迄来り候得共、直様引候跡、平水ヨリ三尺斗り水増し候故、押込(道頓堀筋)。
- ⑤ 駿府御城代坪内伊豆守手輪¹²⁾：津波と高声にて東向走り候者数拾人、其内に江戸堀川見請候所如矢流、口江戸堀川ニ而六尺余水増来、上へ流候事矢ヨリも早く相見、其水勢見てもおそろしき事に御座候、泥水に御座候、其内に木津川亀井橋落又安治川橋落、此両橋ヨリ落候而水死之者夥敷(江戸堀筋)。
- ⑥ 嘉永7在歳甲寅11月4日又5日大坂¹²⁾：凡六時過ト思フ頃ニ、南方ヨリ走り来テ飛入テ日、長堀ノ水二尺五六モ高クナリタリ、逆流シテ行ク事淀川ヨリ強ク、是ノ故ニ短筒長持等上へ向テ流レ来リ申ニ付(長堀筋)。

(5) 大阪内陸中心部(西横堀以東)

- ① 大坂平野より来状¹²⁾：然ル所夜六ツ半頃にも候哉、川下より一時に水押し上げ、式尺計も相増候ニ付、如何相成候事哉と存候所、間もなく平水ニ相成、逆流も相止、安心仕候(平野町付近)。
- ② 大地震両川口津波記¹²⁾：日暮頃海邊一同津波、安治川は勿論、木津川は別而はげ敷、山の如き大浪立、東堀迄泥水四尺計込入、西川筋に居合す数多の大小船碇綱打され、一時川上へ逆登勢ひに、安治川橋、亀井橋、高橋、水分、黒金、日吉、汐見、幸、住吉、金星橋等悉くつれ落、猶大道へあふるる水にあはて逃まよひ、右橋より落込も有、大黒橋際大船横せきに成し故、川下より込入船、小船を下敷きに彌が上乘懸け、大黒橋より西松ヶ鼻、南北川筋一面暫時に船山をなして、多く破船川岸の掛造り納屋等大船押し崩し、其物音人のさけお聲々急變にて、助けすくふ事あたはず、忽水死ける人夥敷船場、島之内迄も津波寄せ来ると、上町へ逃行有様あはただし(東横堀筋)。
- ③ 11月6日出大坂番外¹²⁾：大川平水ヨリ重疊三尺計り増申候(淀屋橋低近)。
- ④ 大坂来状¹²⁾：果而高汐さしつり、其勢ひ絶言語恐敷気味合ニ御座候。尤込汐者拙家前川ニ而ハ式尺計之事ニ御座候へとも、沖手ニ而ハ余程高波ニ御座候由、先天保山ヨリ南手木津川口、別而汐當強候よし(堂島3丁目)。
- ⑤ 御城御沙汰書之内¹²⁾：堂嶋川私方向玉江橋ヨリ三ツ目西手思恋橋下ノ方迄凡高サ三尺斗浪一時ニ鳴音高く込入(玉江橋)。

これらの津波の高さに関する史料を総括的に図に表わしたものが Fig. 3 である。ここで基図としては、当時にもっとも近い弘化2年(1845年)に作られた「大坂細見圖」¹³⁾から、該当する地域の河川と堀割のみをとり出したものを用いた。これによると、道頓堀以北の市街地は浸水しておらず、また西横堀以東では平水位(その当時の水位を示す)より60~90cm(2~3尺)程水位が上昇したようである。しかし、安治川、木津川両川およびこれらと市街地の各堀割りが合流する付近では、船囲い中の北前船や菱垣船、樽廻船といわれる千五百石から数百石の船が、地震のため数多くの人々が避難していた上荷船、堀江船、茶船あるいは剣先舟と衝突しながら上流へ一挙に運ばれたこともあって、必ずしも水位上昇を捉えていることは考えられないので、この点に関しては5のところで詳しく検討することにした。

2.2 津波による被害

(1) 人的被害

津波による人的被害については、直接津波にのみこまれて溺死者がでた例は史料中にほとんど見当たらない。つぎのような過程で、犠牲者の多くがでてい。すなわち、Fig. 2 に示したように、12月23日と24日にかけて強震が2回、あと弱震が数度発生したために、多くの人々が各堀割りに係留した剣先舟や茶舟、上荷船等の小船に避難していた。それらに、木津川や安治川河口から津波によって運ばれてきた千石船等の大船が衝突し、小ささまざまな船が折重なって上流へ流されていく過程で、多くの人々が犠牲になったようである。その典型的な記述例をつぎに示すことにする。

- ① 大坂問屋紙屋長左衛門書状、石州郷津花屋利十郎方到来之写¹⁴⁾：尚又右地震に付、木津川筋、安治川筋之上荷船、茶船、又者天道通ひ舟江、老若男女、地震を恐れ、右舟々江乘込、地震除け致居申候処、大津

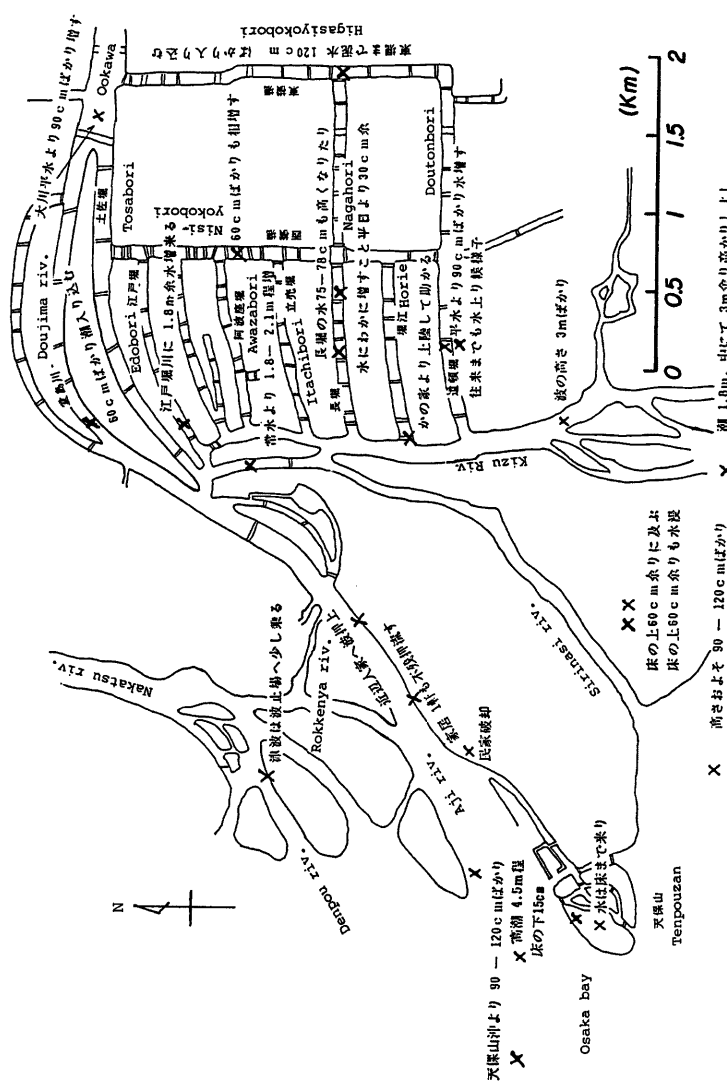


Fig. 3 Description of behavior of tsunami flooding and its height in central part of Osaka.

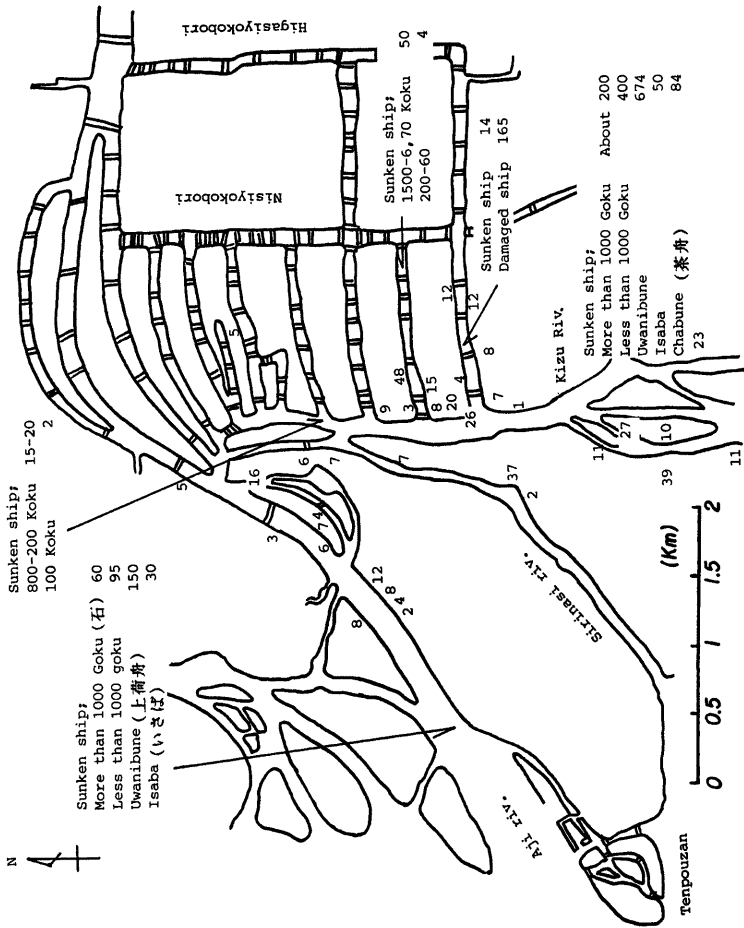


Fig. 4 Spatial distribution of dead people and broken ships.

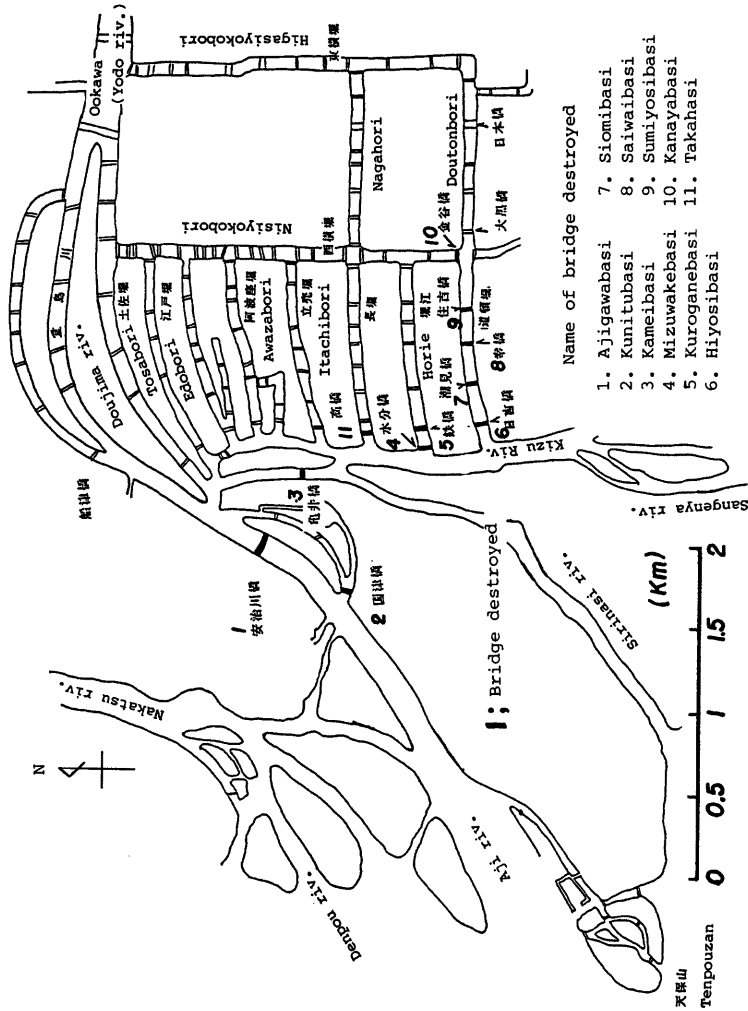


Fig. 5 Location of bridges destroyed by tsunami.

波時々来り候に付、大船、小船おし掛け来り、皆々大船之下敷に相成候て、死人何百人共、相分不申候。
 ② 大坂より書状¹²⁾：川下ヨリ五、六百石或は千石、二千石積位の大船數逆流来る処、川筋橋々にもたれ、安治川橋、亀井橋、長堀高橋、堀江川水分橋、黒金橋、道頓堀川筋にて日吉橋、汐見橋、幸橋、住吉橋等右大船にて押流し申候、猶又右折節此程は大地震故町々により茶舩、家形舩或は上荷舩等にて川中江逃居候人、舩夥敷有之候処へ、右大船共逆流、其勢ひに小船の類江押し倒し又は乗沈め、死人夥敷並に人舩共行方不相知候義も有之候よし、末た老若男女死人の分斗難相知候趣、殊に於当地は不容易大變騒動、前代見聞の事共に驚入申候。

安政津波による死者数については、史料のなかで200人程度から15,000人まで、幾つかの数字が散見されるが、死者のほとんどが前述したように、小船の転覆や破損などに伴って犠牲になったと思われることから、数字として最も多出している数百名というのが妥当なオーダーと考えられる。当時の町奉行が残している「地震海溢考・嘉永七年十一月四日地震、五日地震津波之事」¹²⁾には、大坂三郷の各組や各新田ごとの男女別の死者数が詳しく記述されており、死者・行方不明者数は三郷で276名、新田その他で409名の計685名としている。これら人的被害の地域分布を表わしたものが Fig. 4 である。前述した被災過程を裏付けるように、各堀、川筋に沿って死者が多いことがわかる。なお、これ以外の史料によっても、天保山で死者が1名も記録されていないことは、津波の規模を考えるうえで重要な事項となるだろう。

(2) 物的被害

安政津波をもたらした地震と前日の安政東南海地震による物的被害のうち、家屋の被害に関しては、今村¹⁰⁾により震度分布と被災家屋分布を示す図が既に作成されている。一方、津波による物的被害としては、船舶被害と船舶の衝突による落橋・損橋などを中心として大きな被害が出ているが、船の被害を Fig. 4 に落橋等の被害を Fig. 5 と Table 1 に示した。なお、橋長に関しては文献¹⁷⁾を参照した。

橋の被害は安治川筋2橋、木津川筋1橋のほか、道頓堀と長堀に集中している。この理由として、つぎのことが考えられる。すなわち、これら両堀の幅は、そのほかの堀の幅が明和年間(1760年頃)に縮小されいづれも10間未満になったのに対し、開削時のままであって、前者は上流で20間(36m)、下流で34間(61.2m)、後者はそれぞれ25間(45m)と24間(43.2m)あった。このため、千石船等の大船が津波によって容易に上流に運ばれ、その途中で橋に衝突したのであろう。また、破船は、総計として、大小廻船1,121隻、諸川船720隻の多きにのぼっており、それらの被害は Fig. 4 に示すようにかなり内陸部まで広がっている。なお、各船の大きさと破損の程度については、「震動記」¹²⁾に記述されており、千石クラスの大船が侵入した道頓堀

Table 1 Destroyed bridges and their lengths

Rivers & canals	Name of bridge (length)
Aji Riv.	Ajigawa-basi (65.7m)
	Kunitsu-basi (28.8m)
Kizu Riv.	Kamei-basi (91.8m)
Doutonbori	Hiyosi-basi (54m)
	Siomi-basi (50.4m)
	Saiwai-basi (27m)
	Sumiyosi-basi (50.4m)
	Kana-basi (50.4m)
Horie	Mizuwake-basi (50.4m)
	Kurogane-basi (50.4m)
Nagahori	Takahasi (43.2m)

や市街地内の掘割では、水深が深くても滞筋で1.8m程度であったため¹⁸⁾、船の残骸を除去するのに2か月以上もかかったといわれている。図中では、船の大きさは“石”で表わしており、1石は0.28m³であり、千石船は長さ80尺(約24.2m)、幅24尺(約7.3m)および深さ8.8尺(約2.7m)あった²²⁾。また、川船である上荷船は20石積、茶船は10石積およびいさばは魚等を運ぶ小船をさしている。

家屋の浸水については、史料で見る限り道頓堀以北、木津川以東の市街地で浸水したという記事はほとんど見当らず、新田や安治川筋では民家が浸水あるいは流出したという記事が1, 2あるものの、その家屋数は定かではない。「地震海溢考」¹²⁾には、河川を遡上した船の帆柱等による208軒の崩家・損家の数が各地区ごとに記されており、安治川の左右両岸に沿った地域を例にとると、合計崩家13および損家11が数えられている。しかし、この地点が1690年頃に新田開発された所で、当時は地盤が低かったことを考

えあわせると、この程度の被害から大規模な氾濫が起ったとは考えにくく、津波による被害は比較的軽微だったと思われる。

3. 津波来襲時の潮位

津波の高さを推定するには、被害状況などとともに津波来襲時の潮位を把握する必要がある。ここでは、1854年12月24日当日の潮位を推算するために、まず、新田や埋立地が潮位にどのように影響を及ぼすかを検討し、つぎに調和解に基づく潮位の推算結果を示す。

3.1 海岸造成地の潮位への影響

大阪の安治川や木津川河口付近における江戸時代以降の造成地面積は、著者や篠崎¹⁹⁾によれば Table 2 のとおりである。さて、過去の潮位を推算する場合、このような海岸付近の新しい土地の造成がどの程度潮位に影響するかについては明らかではないので、この点について検討を加える。特定の日時の潮位を求めるためには、一般には、かなり長期にわたる潮位観測資料を調和解して調和定数を決定し、これらを用いて推算する方法がとられている。現在、大阪では1971年から1980年までの潮位観測資料を用いて、40分潮を求め、潮位推算を行なっている²⁰⁾。

Fig. 6 は土屋²¹⁾ が主要分潮である M_2 分潮の水位の振幅と位相角の経年変化を示したものであり、1968年から1975年まではそれらの平均値である。また、Fig. 7 は大阪湾沿岸の累積埋立面積の経年変化を示す。これらの図から、戦後の広範囲にわたる埋立てによって、神戸では振幅と位相角が経年的にあまり変わっていないのに対し、大阪では位相角のみ

Table 2 Historical changes of reclamation areas along Osaka bay

Name of era (period)	Main uses	Area (km ²)
Edo (1603-1867)	Farm & rice field	19.8
Meiji & Taisho (1868-1926)	Harbor construction & river improvement	1.7
Showa (1926-)	Site of industrial factory	40.0 (9.2)*

*; South area of Osaka harbor

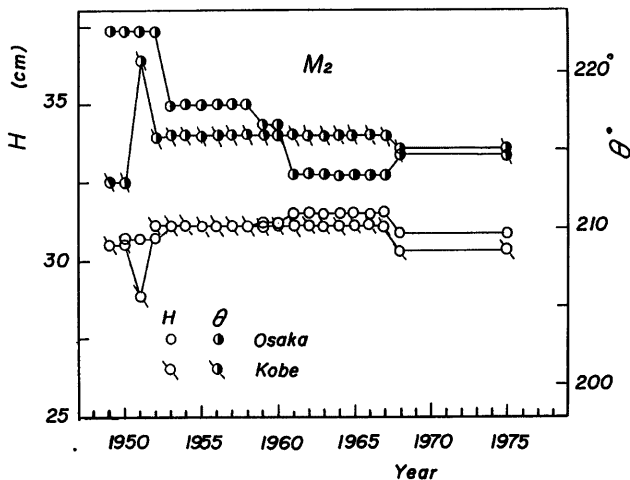
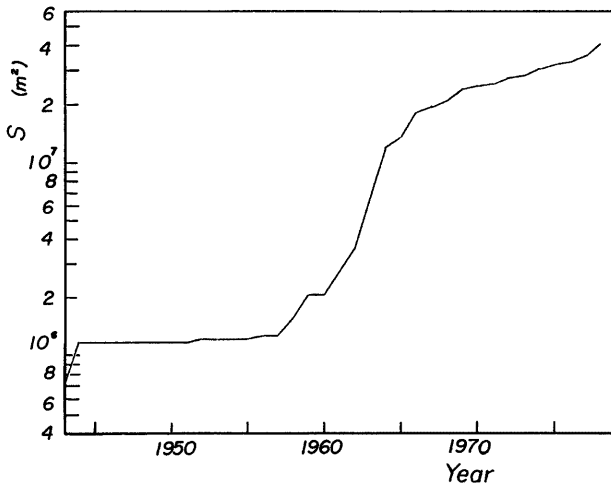


Fig. 6 Annual changes of tidal constant of M_2 component²¹⁾.

Fig. 7 Annual changes of reclamation area along Osaka bay²¹⁾.

8°程度減少していることが見出される。このほかに、 S_0 , K_1 および O_1 についても、とくに大阪で水位や位相角のわずかな変化が認められている。そこで、これらがどの程度推算潮位に影響を与えるかを調べるために、現在用いられている40分潮の調和定数で、入手できるもっとも古い潮位記録の一部である1949年6月11日の潮位を例にとり推算を試みた。Fig. 8はその結果で、実測の潮位には気圧や風の影響が入っていることを考慮すれば、10 cm 程度の範囲内で潮位の経時変化が推算できると考えられる。

江戸時代の大阪における新田開発は、Fig. 9に示すように、安政元年(1854年)の頃にはほとんど終わっており、その後明治、大正年間に新しく造成された土地の面積は、Table 2から判断して、第2次世界大戦後の埋立面積の数10分の1である。したがって、本章で用いた手法によって、安政津波来襲当時の潮位は実用上推算できると結論されよう。

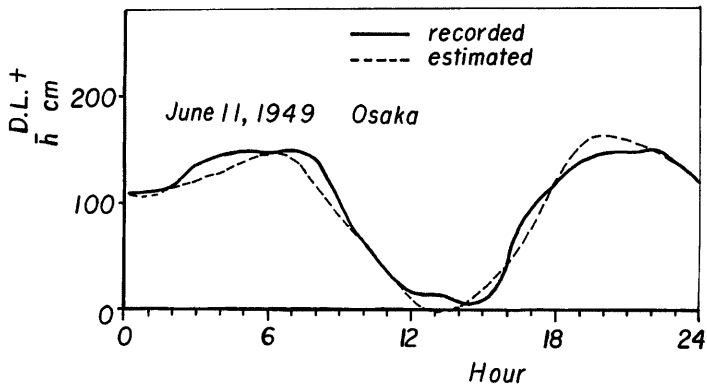


Fig. 8 Comparison between estimated and measured tidal level.

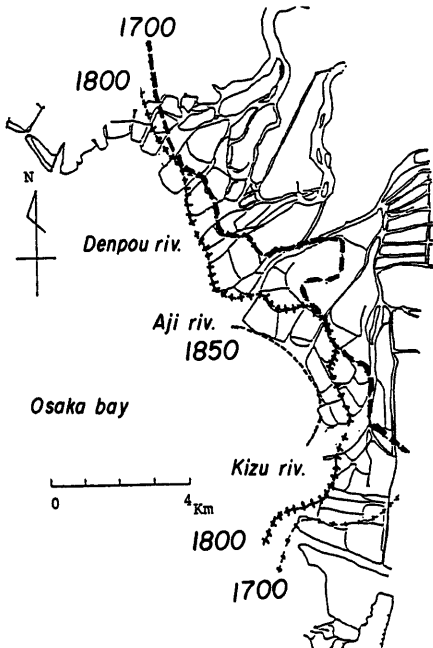


Fig. 9 Historical changes of shoreline due to reclamation along Osaka bay.

3.2 安政津波来襲時の潮位

1854年12月24日の安政津波来襲当日の潮位推算結果は Fig. 10 に示すとおりで、実線は主要な10分潮を、点線は40分潮を用いた場合のものである。なお、O. P. を基準とした1873年から1883年までの朔望平均満潮位と干潮位および平均海面の位置も図中に示した。この図から、平均海面が O. P. +1 m 程度であって、安政津波はそれより約 10~40 cm 潮位が高い状態で来襲したと考えられる。この推算結果は江戸時代の諸国浦々潮時計²²⁾の中で、「天保山付近の満潮は朝晩四ツ(午前・午後10時)、干潮は朝晩七ツ(午前・午後4時)、干満差四尺(約1.2 m)」と記された内容と非常によく一致している。

4. 津波の氾濫図

安政津波の氾濫状況を示す絵図は少なく、「大坂大津浪圖」(Fig. 11)は現存する資料の中でも極めて貴重なものの一つで、現在大阪城天主閣に保存され、また、市販の図誌²³⁾によっても紹介されている。原図では、氾濫域はすべて薄青色に着色されており、かつ、氾濫した新田や村は「水入」とされ、破船の様子はイラスト風に描かれている。図の中に津波氾濫の状況が

以下のように記されている。

嘉永七年寅霜月四日巳之上刻より大地震ニ付大坂市中殊之外破損有え候所同日同様度々震ふ事甚し

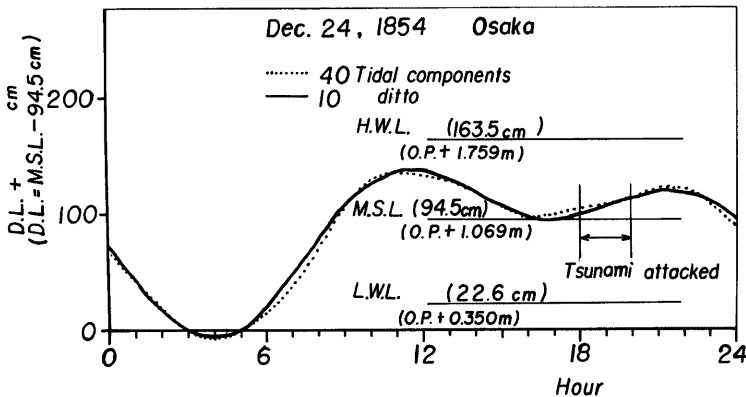


Fig. 10 Estimated tidal level at the Ansei Nankai earthquake on Dec. 24, 1854.

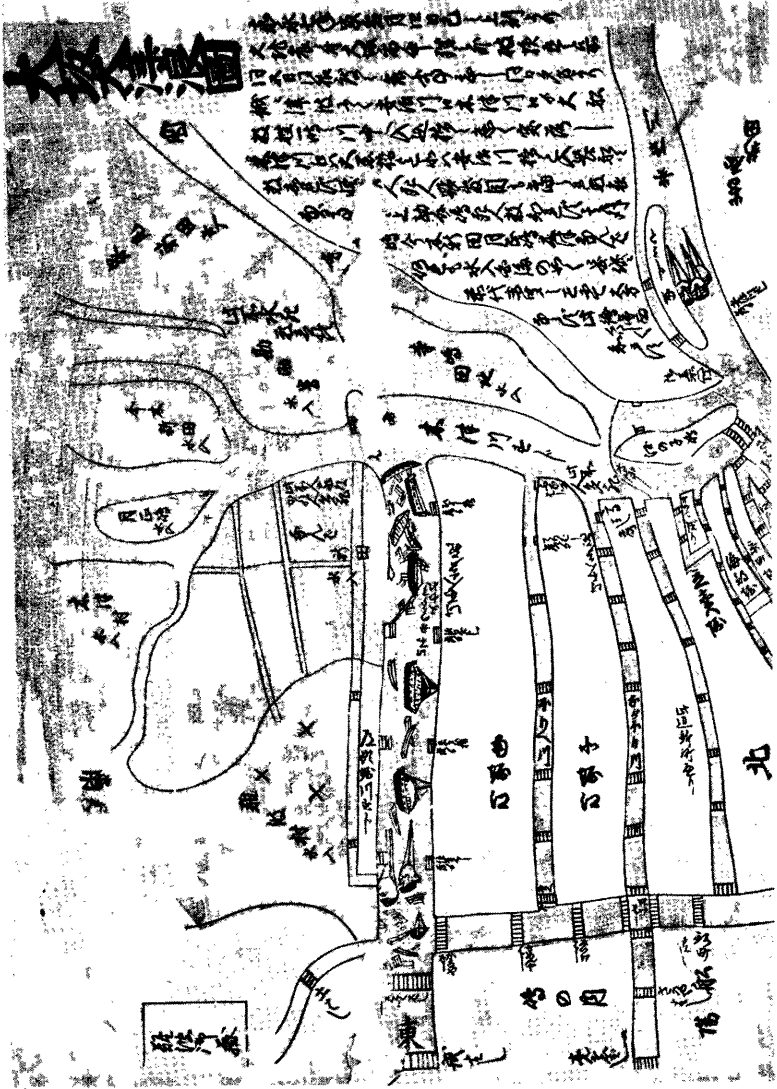


Fig. 11 Old illustration of flooding by the Ansei Nankaido tsunami in Osaka (Osaka Osurozu)²³⁾.

同日夕方より俄ニ津波にて安治川口木津川より大船数隻一時ニ川中へ入込橋々悉く突落し木津川口ハ大黒橋迄北ハ安治川橋迄入込候船々数しれず怪口(我)人死人夥敷目も当られぬ哀なる事、上勘介嶋死人数知れず其外口嶋今木新田月正嶋木津なんば何れも水入白海の如くニ成誠ニ前代未聞之ことにて大方ならず此繪圖面くハしく知るす

この図では、安治川と尻無川に囲まれた九条村と市岡新田などの三角州は、浸水しなかった地区とされている。他の史料によってもこれらの地区で死者はなく、安治川新地や江の子島付近の川筋に面した所でのみ浸水したとされており、「大坂大津浪圖」とよく符合している。安治川は貞享元年(1684年)に九条島の中央部を幅50間(90 m)、長さ1,600間(2.9 km)にわたって開削したものであって、その時の土砂は南岸に積み上げられ、一部、波除山となったといわれている²⁴⁾。これは安治川左岸の衝高地として明治18年の地形測量図の中でも確認することができ、この波除山が、津波の氾濫をくい止める堤防のような役目を果たしたと思われる。

また、尻無川沿いの地区では、市岡新田や泉尾新田のような大新田が元禄11年(1698年)などに相ついで完成している。この当時、新田の外周は形成する「沖堤」のほかに、内側に「仲堤」や、田畑の区画の周囲に下敷約3 mの「小堤」がめぐらされていたといわれ²⁵⁾、これらの堤防によって大規模な氾濫が起らなかったのかも知れない。道頓堀に沿った南側の地域でも一部浸水していないが、これは慶長20年(1615年)の道頓堀の開削の際に浚渫土を用い地盤をかさ上げを行ったことによるとと思われる。

このような人為的な盛土は西横堀以西の南堀江、北堀江や北組に属する土佐堀以南で行われていたといわれる。玉置²⁶⁾によれば、西横堀以西の東西の諸堀川の掘削は、地揚土の獲得が主目的であって、低湿地に家を建てる場合、事前に地揚げを行う必要があり、そのための大量の土は近所に池を掘ってその土を揚げるのが古くから採用されてきた手法であった。池を連続させたものがこれら堀であり、当時のこれらの堀が10間(18 m)から30間(54 m)の広い幅があったのは揚土獲得が主目的であったためで、後には舟航に必要な8間(14.4 m)に縮小されたといわれている。当時これらの堀の水面積が市域の12%になっており、舟運や排水路のほかに、このような目的で堀が作られたという説は小出²⁷⁾によっても主張されている。したがって、盛土によって、道頓堀以南よりも地盤がかさ上げされていたこともあって浸水しなかったと推定される。西横堀以东の島之内や船場は、上町台地に続く砂堆が発達したところであって、もともと地盤の比較的高い所であった。



Fig. 12 Illustration of Ajigawa bridge and moored junks (Settsu Meisho Ezu)²³⁾

以上のことから、津波は沿岸付近の新田に氾濫するとともに、木津川、安治川両河口から遡上した津波は、船囲いの中の北前船や古絵図（Fig. 12）にあるように川岸に係留中の大小さまざまな船を上流へとひきずって伝播していったと考えられる。しかし、道頓堀以北、木津川以西の地区では堀の水位が上昇したのみで、氾濫までには至らなかった。

5. 天保山付近における津波の規模

津波の規模を推定するには、内陸部における浸水被害状況はもとより、外海に接する陸の突端部での規模・挙動を把握することが必要である。「大坂大津浪圖」は、道頓堀をはさんで南北は約 4 km、東西は船場、島之内から西へ約 5 km の範囲内での津波の氾濫状況を示したものであり、この図からは臨海部での津波による被害状況はわからない。

安政津波が来襲した当時、大阪の臨海部で集落のあったのはわずかに天保山のみであったが、ここは低湿地に安治川の浚渫土砂を大量に盛り上げたところで、造成後から沖積層の圧密による地盤沈下が進行していたと推測される。したがって、ここでは天保山付近における津波来襲当時の地形、地盤や建物の建築状況などを考慮しながら、史料に基づく災害記録を検討することにより津波の規模を推定する。

5.1 天保山築造の経緯

天保山は当初目標（印）山と呼ばれ、大規模な安治川河口の浚渫によって、天保 2 年（1831 年）12 月に完成したといわれている²⁴⁾。当時、河口が淀川（江戸時代には、淀川は毛馬より下流では大川と呼ばれ、中之島で堂島川と土佐堀川に分流し、下流で再び合流したあと、川口で安治川と木津川に分かれて大阪湾に流入していた。）の排出土砂に埋まり、諸国廻船の入津が不自由になったために、当初大阪町奉行の直轄工事として、この浚渫が行われた。

Fig. 13 は、「天保山名所図絵」²⁵⁾に描かれている浚渫風景であって、「大阪編年史」²⁹⁾に転載されている「甲子夜話」では、浚渫の規模をつぎのように示している。

此度大坂東西川浚之一件：此度大坂東西御奉行所、御有金を以、大坂川口より市中川々・淀川・中津川・神崎川不残三尺通り大浚被仰出候得共、御用人難計、依之、身元宜町人・諸仲間・諸問屋・大坂町々江御手伝被仰付候ニ付、鴻池屋善・加嶋屋久之納高千三百両ツ、夫々段々萬伊茂壹人納之内、町々裏店之者貳百文位之由、堂嶋御用場ニ御借家住居之者杯、壹軒二三百文ツ、相納候由、凡何程上納とも未相分り不申作。一大浚懸り東西御組興力三人宛、同心五人ツ、安治川口市岡新田并平野屋新田南北江假役所出来引越、興力壹人・同心壹人ヲ壹組ニ極メ、五組ニ浚船五百隻、一組百隻ツ、支配、三月八日ヨリ安治川江浚初…

この文章によれば、約 90 cm の浚渫を行ったことになる。さて、Fig. 14 は出来上った当



Fig. 13 Illustration of dredging operations in the mouth of Aji River (Tenpozan Meisho Zue)²⁹⁾.

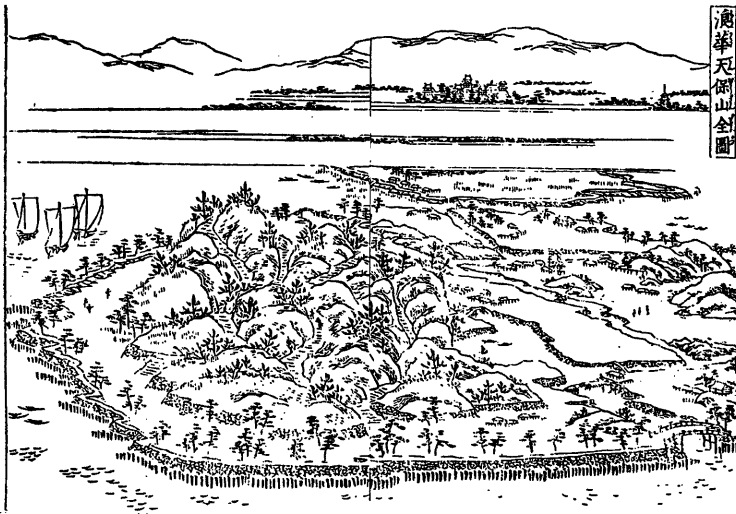


Fig. 14 Illustration of panoramic view of Tenpozan (Tenpozan Meisho Zue)²⁸⁾.

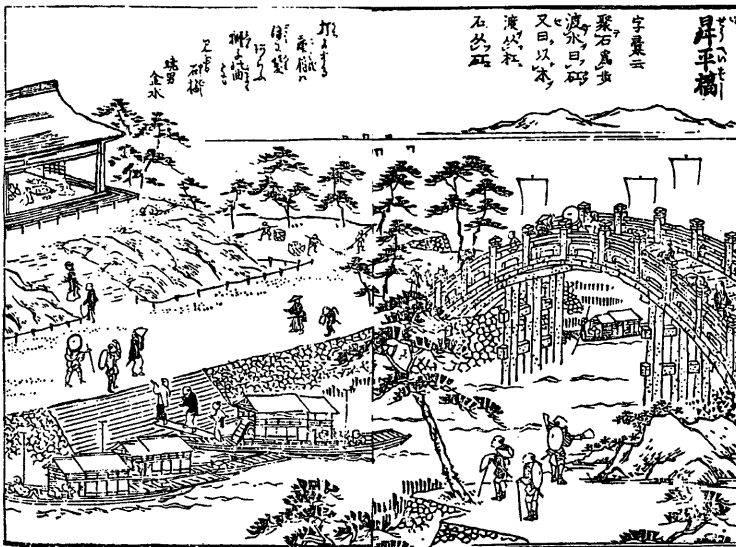


Fig. 15 Illustration of Shohei bridge in Tenpozan (Tenpozan Meisho Zue)²⁸⁾.

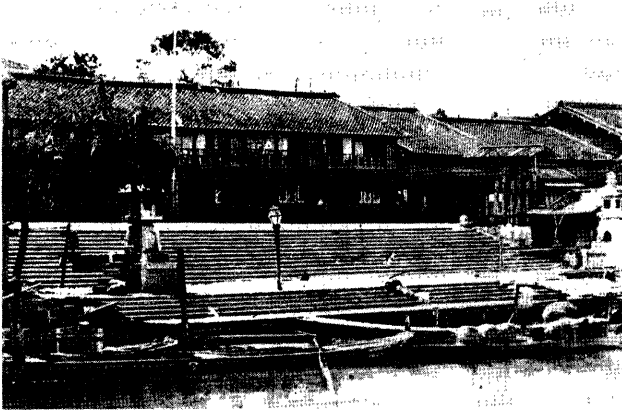


Photo 1 Landing place, Hakkenya near Tennabasi at Okawa (Yodo River) in about 1870s³²⁾.

時の「天保山全図」²⁸⁾であり、その規模は天保6年（1835年）に作られた「改正・摂州大坂圖」³⁰⁾によれば、周囲は約1,000間（約1.8 km）、丁戸の高さは約2間（約3.6 m）、道幅は約5間（約9 m）、山の高さは約10間（約18 m）で、扉には6橋かかっていると記載されている。

5.2 石垣の高さの推定

すでに2.で述べたように、天保山では路上にまで津波が押し寄せているが、その高さを推定するためには、まず周囲の石垣の高さを求めなければならない。**Fig. 15** は「天保山名所図絵」中の石垣を描いた一枚の絵である。この図を含めて、石垣はいずれも乱厩乱石積³¹⁾と判断されるが、同図に示された片城（船着場に設けた階段）の1段の高さは、天満橋の八軒屋のもの（**Photo 1**）³²⁾と同様のものとすれば約4寸（約12 cm）と推察され、荷役や乗船の際の安全を考えれば妥当な値であろう。したがって、図中の片城は14段であるので、石垣の高さは水面上約170 cm程度であるとみられる。一方、天保山の石垣とはほぼ同型式で、明治末期に築造された大牟田小浜海岸の石垣堤防（**Fig. 16**）³³⁾は、高さは、3～3.6 mと示されている。しかし、図からも明らかなように、石垣の高さの50%強が平均海面以下の部分にあって、海面上には1.5～1.8 m弱顔を出しており、石垣作りの堤防ではおよそ高さの半分が水面上に出るといえるのである。以上のことから考えて、天保山の石垣は築造当時、高さ3.6 mのうち、図に描かれているように、1.7 m程度が平均海面上に現われていたと判断される。これは、**Fig. 15**の船渡し板上の3人の人物の身長からも妥当な値であろう。

さて、天保山築造後から始まったと推定される地盤沈下量がどの程度のものであったかについては、次節で詳しく述べるように、明治初期で年間1.5～1.9 cmの沈下があったと想定され、天保山築造当時はこの割合がもう少し大きかったと思われる。今、経年的にこの沈下量が変化しないとすると、**Fig. 15**が描かれた

天保5年（1834年）から安政津波が来襲した安政元年（1854年）の20年間に約30～38 cm沈下したことになる。したがって、1854年には天保山の石垣は平均海面上130～140 cmの高さであったと推定されよう。

5.3 地盤沈下量の推定

大阪における地盤沈下が系統的に測定されはじめたのは1935年であって、大量の地下水のくみ上げのため、**Fig. 17**に示すように、1935年より1976年の41年

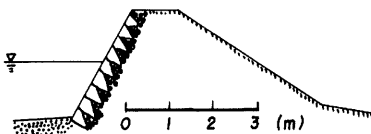


Fig. 16 Masonry breakwater at Obama coast, Omuta, Kyushu island in about 1890s.

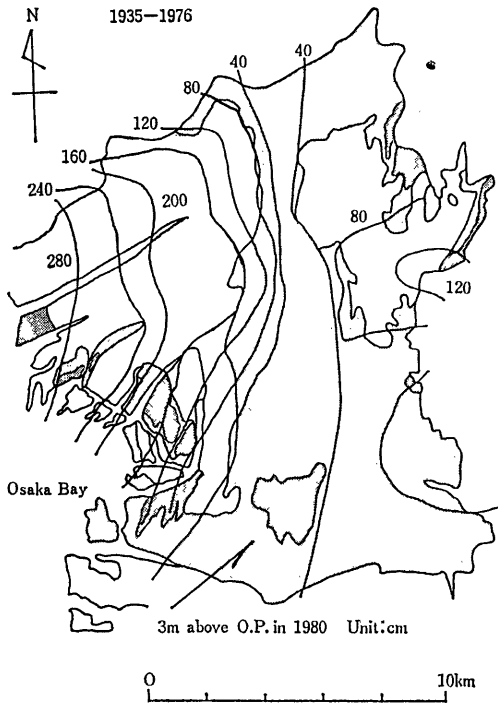


Fig. 17 Accumulated rate of land subsidence in period from 1935 to 1976.

これら2枚の写真の縮尺を勘案して比較検討すれば、つぎのことがわかる。

①それぞれの灯台の基礎の上の高さは、改築によっても変化していない。②灯台の海面からの高さは報告書の通り30cm低くなっている。③当時の満潮位が新旧両灯台の調査時に同一の基準によるものかを調べる必要がある。

つぎに潮位基準について、「大阪港工事誌」³⁹⁾と「淀川百年史」⁴⁰⁾に基づいて検討すれば、つぎのことが見出される。

①木造の灯台が竣工した明治5年(1872年)当時、天保山では潮位観測は行われていない。②御屋技師ゲ・ア・エッセルによれば、天保山灯台下における潮位観測は明治6年(1873年)4月に始まり、これが明治16年(1883年)まで継続された。③明治6年4月(1873年)から16年(1883年)までの朔望平均干潮面(L. W. L.)は天保山灯台下量水標(木標)による観測結果によると、L. W. L. = 木標 O. P. + 0.167mであった。

しかし、この期間中木標自体は沈下していたと考えられ、基標が毛馬に移されたのも毛馬基標を基準として当時のL. W. L. = 毛馬 O. P. + 0.350mと修正された結果、当時の木標 O. P. = 毛馬 O. P. + 0.183mとなった。したがって、木標は明治6年から16年までに183.3cm沈下したことになる。これより木標の年間平均沈下量は年間1.9cmとなる³⁹⁾。

これらの結果を総合して判断すれば、安政津波が来襲した年(1854年)と、大阪の最初の水準測量図が作

間の累積沈下量の最大値は天保山付近に見られ、2.8mにも達している³⁴⁾。しかし、天保山築造後より明治時代に現われたこの付近の地盤沈下は、大正、昭和の時代に起った地下水のくみ上げによる地盤沈下とは性格を異にしており、沖積層上に天保山のような大規模な盛土をしたことによる圧密沈下が主と考えられる。そこで、ここでは明治初期以前の水準測量の資料が存在しないので、間接的な方法で沈下量の算定を試みることにしたい。

Photos 2 および **3**³⁵⁾ は明治5年(1872年)に建設された木造の天保山灯台と明治25年(1875年)に石造に改築³⁶⁾された当時の写真である。前者の木造灯台の諸元については、「工部統計誌」³⁷⁾につきのように記載されている。

- ・灯火の高度は基礎より3丈(9.09m)、満潮水面より5丈3尺(16.06m) [明治16年(1883年)調査]

一方、後者の石造灯台については、「日本水路誌」³⁸⁾につきのように書かれている。

- ・灯高は海面上5丈2尺(15.76m) [明治39年(1906年)調査]



Photo 2 Lighthouse of Tenpozan in 1870s³⁵⁾.



Photo 3 Reconstruction of lighthouse of Tenpozan in 1890s³⁵⁾.

成された明治18年(1885年)の約30年間の沈下量(Δs)はつぎの3通りのケースについて求められる。

Case 1: 上記の期間中, 年平均沈下量を 1.9 cm とする。

$$\Delta s = (1885 - 1854) \times 1.9 = 58.9 \text{ cm} \dots\dots\dots (1)$$

Case 2: 潮位基準カウ台の両調査時に同一であったとすると, 明治5年(1872年)から6年(1873年)まで, は 1.9 cm/年で沈下しこれ以後明治16年(1883年)から明治39年(1906年)にかけて1尺(30.3 cm)沈下したとすれば, 年平均沈下量はつぎようになる。

$$\{1.9 \times (16 - 5) + 30.3\} / (1906 - 1872) = 1.51 \text{ cm/年}$$

したがって、

$$\Delta s = (1885 - 1854) \times 1.51 = 46.7 \text{ cm} \dots\dots\dots(2)$$

Case 3: 明治6年(1873年)から明治13年(1880年)の年平均沈下量を1.9cmとし、1883年から1906年の年平均沈下量を $30.0 / (1906 - 1883) = 1.32 \text{ cm}$ として、安政元年(1854年)当時の年平均沈下量を線形外挿によって求めれば、2.63cmとなる。したがって、1854年から1885年の間の沈下量はつぎのようになる。

$$\Delta s = (2.63 + 1.60) / 2 \times (1885 - 1854) = 65.6 \text{ cm} \dots\dots\dots(3)$$

Case 3 は、天保山築造当時の沈下量が大きく、明治になって沈下が沈静化していることを表わしている。明治23年(1890年)より大正4年(1915年)の間、天保山元標の沈下より推定した天保山灯台下元標の年平均沈下量は 0.23 cm と報告されており³⁹⁾、この事実と符合している。以上の計算で示したように、天保山の沈下量は安政元年(1854年)から明治18年(1885年)にかけて、最低46cm、最高66cm程度あったと判断され、Case 1 から3の平均値である57cm程度が一応妥当であると考えてよいであろう。

このような年平均沈下量が妥当かどうかを、再度石垣の高さを用いて調べてことにしたい。天保山はここに砲台を作るため、元治元年(1864年)に安治川の浚渫を行い、この土砂で「目標(印)山台場」を築造したといわれている³⁸⁾。この工事によって、Fig. 18⁴¹⁾に示すように天保山の地形が完全に変わり、石垣もそれに伴って積み直しが行われている。その高さとしては当時の沈下を修復し、やはり1間(1.8m)程度平均海面より出ていたと考えられる。Photos 2 および3の古い天保山灯台が明治10年(1877年)前後に撮影されたとすれば、前述した年間沈下量を用いて、この13年間に20~25cm沈下したと推定される。これらの写真から撮影当時の海面上の石垣の高さを求めると、精度的に若干問題があるが、いずれも1.5mになる。したがって、沈下量を勘案すれば、石垣の高さが両者でほぼ一致することがわかり、沈下量の推定値がかなり適切であると認められる。

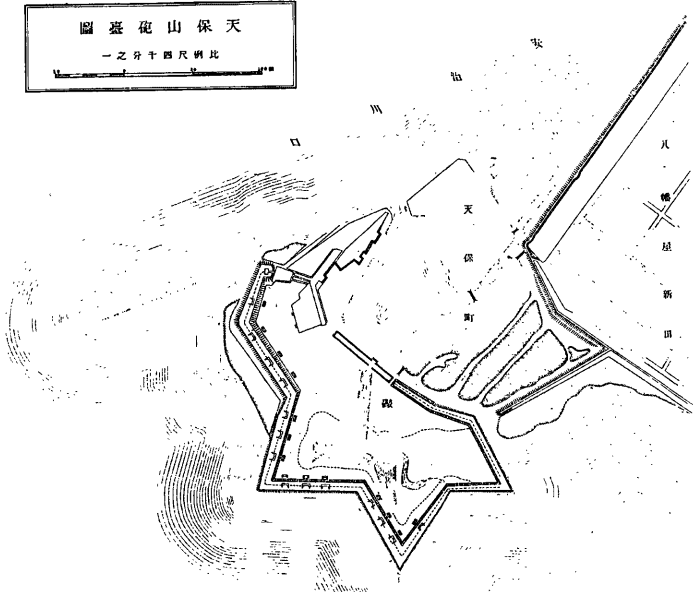


Fig. 18 Plan view of Tenpozan battery in 1864⁴¹⁾.

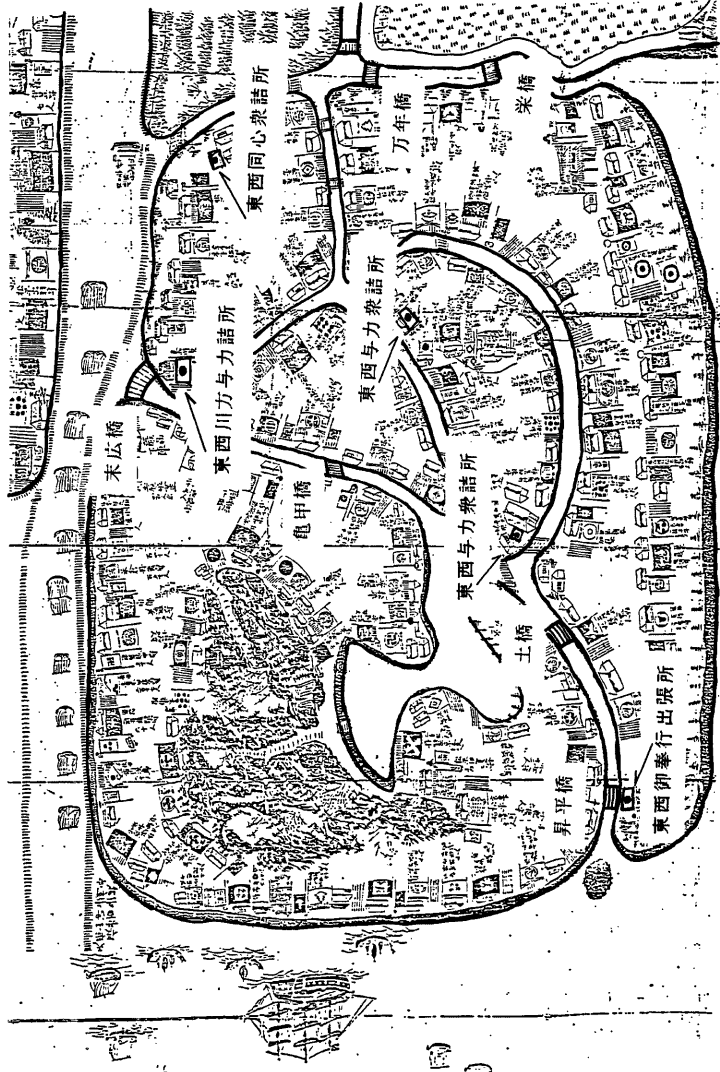


Fig. 19 Tenpoan Shuicho Zenzu (spatial distribution of camps of clans and Osaka Higashimachi and Nishimachi Magistrate offices)⁴².

5.4 津波の高さの推定

史料の中で述べられている大阪における安政津波の規模としては、津波の波高というよりも、その振幅である津波の高さとする方が、目視観察による記述とよく対応することになる。ただし、ごく臨海部を除き、津波が内陸部に遡上し、かつ氾濫した場合には、浸水深と考える方が妥当であろう。安政津波による天保山における災害は、史料に基づき、つぎのようにまとめることができる。

①天保山内の堀にかかっている橋は1つも落橋していない。②津波来襲時に天保山の南西部にある山に避難した人、屋根に逃げた人もいたが死者は1人もなかった。

ここで、浸水状況についての具体的な記述を用いて浸水深を求めてみることにするが、史料の中で有力な判断材料となるものとして以下のものがある。

①山本屋伊右衛門、同勘太郎の書状より：「天保山両組御小屋は、臺所廻り、床の下五寸許迄、大汐さし込み」

②鐘奇斎日々雑記より：「天保山常詰同心壹人、……水ハ床迄来り」

これらの文中に現れる建物の位置がわかれば、かなりの精度で浸水深さの推定が可能となる。「天保山両組御小屋」とは、「両組」が大阪の東町、西町奉行を指し、“御”の字が公儀の建物であることを示していることから、天保山にある「東・西町奉行所の建物」のことと解釈される。一方、鐘奇斎日々雑記に記された建物は、「天保山にある東・西町奉行所の同心詰所」と判断される。

そこで、当時の建物の配置とその名称の記載された地図を捜したところ、大阪府立中之島図書館に、Fig. 19⁴²⁾に示すような絵図があることがわかった。安政元年(1854年)9月16日、天保山沖に海軍中將エウフィーミー・プチャーチンが使節として搭乗するロシア軍艦「ディアナ」が錨を沈めた。このため、幕府は急拠63の諸藩家に命じて、警備のための武士を天保山に派遣し、それぞれが天保山の周囲に小屋を作り、旗をはためかせてロシア艦に示威行動をしたといわれている。その時の諸藩家の配置図がFig. 19であって、ディアナ号が下田に向かって出帆したのは、安政津波の来襲した安政元年11月5日のわずか1か月前の10月9日であったといわれている⁴³⁾。したがって、この絵図は津波当時の天保山における建物の配置をほぼ表わしているものと解釈してよいであろう。

さて、Fig. 19には大阪の東・西奉行の管轄を示す建物が5ヶ所に見られる。ただし原図は各建物の藩名が毛笔で描かれた1辺約2mの図であるので、該当する建物のみを黒い長方形で表し、名前を拡大して表示しており、橋名は「大坂細見圖」¹⁵⁾を参照して記入してある。このうち、天保山の西端にある東西御奉行出張所が一段高い盛土上に建っているほかは、残りの4つの詰所はすべて平地上にあることが当時の天保山を示す他の古絵図⁴⁴⁾などを参照し判明している。Fig. 15に描かれている建物は、昇平橋東詰にあるかなり大きなもので、その規模と建築様式などから推測して公儀の建物とみられる。また、Fig. 15に示されているように、この建物は道路面より2m程度の盛土上に建っている。山本屋伊右衛門、同勘太郎の書状にいう「天保山両組御小屋」がこの建物を指しているなら、安政津波の高さは3.5~4mにも及ぶ大きなものであったことになる。しかし、天保山付近での津波の被害状況などから判断してこの両組御小屋とは東西与力衆詰所か東西川方与力詰所のいずれかであると推測される。

この妥当性は、また津波の石垣への衝突による背後地への遡上高に関する考察からも裏付けられる。すなわち、岩崎⁴⁵⁾は、Fig. 20に示すように、孤立性の波(波高 H_i)が鉛直岸壁(高さ H_d)に衝突した場合の傾斜した背後地への遡上高 R について実験し、その結果をFig. 21のようにまとめている。安政津波では5波の津波が来襲したという記述があるが、もちろん正確な周期はわかっていない。ただし、1946年の南海道津波の場合、周期が約1時間であったこと⁶⁾や、石垣前面の水深が2~5m程度と考えると、無次元周期のオーダーは $O(10^2)$ となり、Fig. 21から実験値は少し散乱しているけれども、無次元遡上高は約1.2程度になる。この結果から、後述するように津波の高さを約1.9m、石垣の高さを1.2~1.3mとすれば、石垣付近の地上への遡上高はたかだか1m程度であることがわかる。つまり、津波の石垣への衝突という動的な特性を考慮しても、その背後の高さ約2mの盛土上には津波は遡上しないと推定される。一方、当時の奉行所

の建物の床は民家より少し高くして1尺8寸(54 cm)程度だったといわれている。そうすると両組御小屋では床下15 cm、地面より39 cm程度まで、同心衆詰所では地上54 cmの床面まで水に漬ったことになる。

以上のことから、安政津波来襲時、潮位は平均海面より10 cm程度上昇しており、石垣は120~130 cm程度海面から出ているので、

これの背後地で39~54 cm程度の浸水があったことから、津波の高さは1.6 mから1.9 m程度であったと推定される。なお、2.1で紹介したように、天保山の少し北にある伝法町で「津波が波止場へ少し乗る」という記事があるが、これを参照してもほぼ妥当であると思われる。すなわち、正蓮寺川と伝法川の河口から約1 km上流の位置に伝法町が開けており、ここに波止場があって、地図で見ると川幅がその間で約60%に縮小している。伝法川の水深がこの区間であり変らないとすれば、グリーンズの定理⁴⁶⁾によって、波止場付近の津波の高さは河口のその1.3倍程度大きくなると推定される。当時の市街地の波止場や堀割の高さは約2 mといわれており、この記事に基づくとこれらの河川の河口部で津波の高さは約1.7 mになり、前述の計算結果に近い値となる。

さて、このように高さが求められた津波によって、果して木津川や宇治川本川の亀井橋や安治川橋の落橋が起こるであろうか。大阪では、これらの上流である堂島や土佐堀川筋に諸大名の多くの蔵屋敷が並び、各地からの船の出入が頻繁にあったといわれている⁴⁷⁾。「日本船路細見記」²²⁾には「諸國之大坂着場所」という一覧表があり、とくに大型の北国路北前船は難波橋(大川が堂島川と土佐堀川の2川に分れるところにあった橋)に船着場があったことから、数百石船クラスの船の航行が安治川橋や亀井橋でも可能であったことがうかがわれる⁴⁸⁾。嘉永6年(1853年)の「浪華風流月旦評名橋長短録」¹⁷⁾では相撲の番付表に似せて大阪の172橋の橋長が記載されており、前出の難波橋は119間(241 m)、安治川橋は36間半(66 m)、亀井橋は51間(92 m)の長さとなっている。Fig. 12は河口から見た安治川橋の絵であって、松村⁴⁹⁾の指摘するように、当時の典型的な7径間の橋となっている。彼によれば、中央径間である大間と端径間の比は2:1であるので、安治川橋の中央部付近の径間長は約11 mになる。Fig. 12の橋の縦横の縮尺比をほぼ同じとすれば、ここに

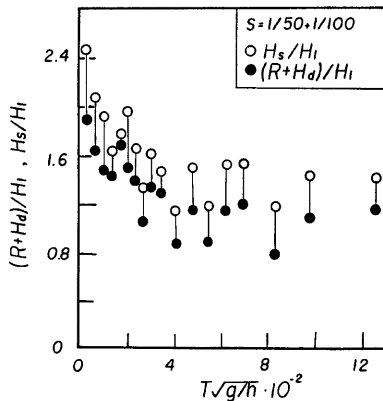


Fig. 21 Relationship between dimensionless runup height and wave period⁴⁵⁾.

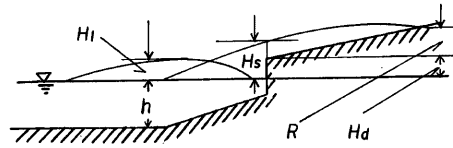


Fig. 20 Schematic diagram of tsunami runup and variables defined.

描かれた水面からの橋の高さは中央部付近で約6.6 mと推定される。一方、千五百石クラスの北前船の帆柱の高さは写真⁵⁰⁾より推定すれば、水面より約18 m程度あり、千石クラスの船でも10 m程度あったと思われる。当時の千石船の中には帆柱が可倒式のものもあったようであるが²²⁾、比較的大きな船はFig. 12のように河口に近い船着場に繋留され、そこから市街地へは上荷船、茶船および土船などの小船に積み替えられて運ばれたようである⁴⁷⁾。従って、前述した1.6~1.9 m程度の津波によって千石クラスの船や木津川の三軒屋付近に「船唄い」中の北前船が上流に運ばれたとすれば、安治川橋や亀井橋は帆柱の直撃を受けて容易に落橋したと想像される。

こうした検討の結果、津波の高さは最大1.9 m程度と結論される。この津波はO.P.を基準とすれば潮位の変化も考慮して、天保山付近でO.P.+3.1 mの高さであったと推定される。

6. 氾濫図による津波規模の検討

安政津波の規模等を求めるために、まず、天保山における津波の高さを古絵図、文献史料にもとづき推定した。また、その規模の津波により、安治川、木津川などの上流に懸かる橋に被害がでるかどうかについても考察を加えた。しかし、津波の高さの妥当性を検証するために、推定した規模の津波によって、内陸部にどの程度の浸水が起るかを当時の地形を再現した地形図にもとづいて復元し、その結果と史料〔大坂大津浪圖〕Fig. 11) に示された浸水域との整合性をさらに検討する必要がある。

6.1 地形図の検討

安政の津波による氾濫状況を復元するためには、当時の地形、とくに地盤高の把握がまず必要である。安政津波来襲当時の地盤高を正確に示した地図類は、当然の事ながら存在しないが、明治以降当時にもっとも近くかつ信頼できるものとして、明治18年(1885年)の陸軍省参謀本部による2万分の1「通称迅速図」⁵¹⁾(Fig. 22)がある。これは、実用の応急に対処するために三角測量に基礎を置かない地形図であるため、経緯度を欠いているが⁵²⁾、今回対象としている地域の河川や掘割の平面的な位置が精度よく再現されているものといえる。しかし、この図には市街地に等高線が入っていないので、明治20年(1887年)に刊行された「実測水準曲線記入大阪市街全図」⁵³⁾(縮尺1/6,000)〔昭和28年複製：大坂城址研究会〕から地盤高を読み取ることとする。Fig. 23 は 90 m 間隔の格子点上の地盤高を読み取り、周辺4点の地盤高を用いて円滑化したあ

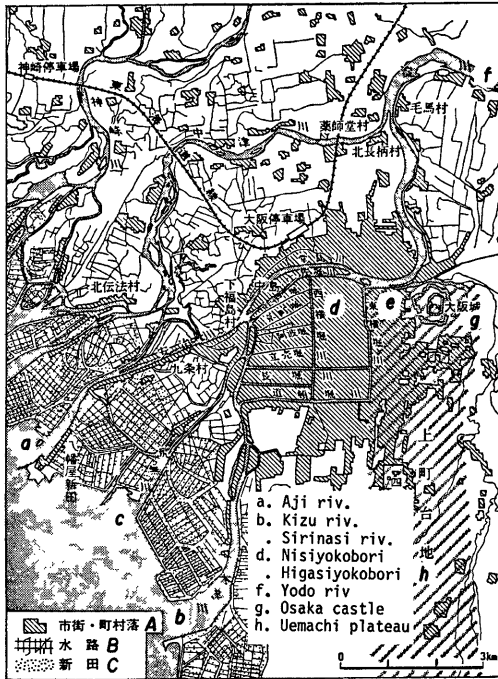


Fig. 22 The oldest ordnance map of Osaka in 1885 (A; town and village, B; creek for irrigation and C; newly reclaimed ricefield)⁵¹⁾.

と計算機で 20 m ごとの等高線を描かせた地形図である(なお、標高の読み取りの最小単位は 3 cm であって、円滑化をしなければ等高線の凹凸が激しくなり、むしろ地形の特徴を表わしにくくなるので、このような処理を行うことにする)。ただし、この図には図中の破線の西側の地域の地盤高は記入されていないのでその地域の地盤高は適当に与えてある。

また、この地形図の地盤高の基準は O. P. +0 m を原点としていると推測される。これは、建設省国土地理院が所有している明治28年(1895年)の水準点の地盤高のうち、1887年の地形図上の位置とほぼ対応する水準点 237, 238, 235および235・1の各点の地盤高の差から判断して、尺単位で記入してある「実測水準線記入大阪市街全図」の標高 0 m は O. P. +0 m とほぼ一致していると結論されるからである。

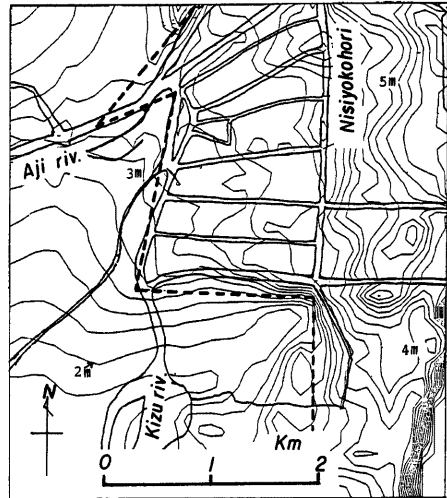


Fig. 23 Contour line of ground level in central part of Osaka (O.P. +m).

6.2 地盤沈下量の補正方法

天保山における地盤沈下量の推定についてはすでに 5.3 で既述したが、津波氾濫の検討対象区域全域にわたって、明治18年以前の地盤沈下量を推定し、安政元年(1854年)当時の地盤高を厳密に復元することは、現存するデータ量からみと極めて困難と思われる。ただし、当時の低湿地に造成した干拓新田では、地盤沈下に伴う排水困難による湿田化と塩害の問題が発生しており、同様の条件である市街地についても地盤沈下が生じていたものと考えられる。したがって、ここでは近似的な取扱いとして、以下の方法により地盤沈下量を求めることとする。

Case 1 対象地域全体の標高を天保山の地盤沈下量だけ補正する。

Case 2 上町台地(大阪城)の地盤沈下量を 0 とし、これと天保山の地盤沈下量を用いてその中間の地盤高については線形補間し、天保山からの距離の関数として標高を補正する(市街地の西端は道頓堀と木津川の合流点とし、東端は東横堀とする)。

Case 1 および2による方法のいずれが妥当であるかについては、たとえば地盤高補正後、地盤高と津波の高さが等しくなるまで氾濫したと仮定して、その氾濫図と「大坂大津浪圖」(Fig. 11)を比較すれば明らかになるであろう。

Table 3 Field observation of tsunami runup height in city areas

Name of tsunami	Year	Location	Height of tsunami	Maximum runup height
Tounankaido	1944	Owase	5 (m)	T.P. + 4.7 (m)
Nankaido	1946	Yuasa・Hiro	3	3
Chilean	1960	Owase	3	2.5
Chilean	1960	Ofunato	5	5
Chilean	1960	Akasaki	4.7	5.2

6.3 地形図による氾濫図の修正と津波の規模 -

津波の陸上への遡上については、詳しくは津波の氾濫の数値計算によらねばならないが、ここでは、近似的な取り扱いとして、津波の高さに等しい地盤高をもつ地域まで浸水すると考えることにする。このような取り扱いは、たとえば **Table 3** に示すように尾鷲市街や大船渡市街に遡上した各種津波の追跡調査結果^{54,55)}から、遡上限界地点の地盤高と津波の高さがかなり一致していることから考えて、ある程度妥当であると判断される。そこで、前述した方法に従って氾濫特性について検討することにし、その計算条件は **Table 4** にまとめて示す。

まず、**Fig. 24(a)** は Case 1 に従い、**Fig. 23** の地盤高を天保山の推定沈下量 57 cm だけ市内全域の標高を補正した市街地に、高さ 1.9 m の安政津波が氾濫した場合のものであって、O. P.+3.1 m 以下が白地になっ

Table 4 Correction of ground level due to land subsidence and tsunami height assumed

No.	Height of tsunami (m)	A (cm)	B (cm)	Method of correction*	No. of Figures
1	1.9	57	57	U	24 (a)
2	1.9	57	0	S	24 (b)
3	1.9	0	0	U	25
4	2.5	0	0	U	25
5	3	0	0	U	—
6	1.5	57	57	U	26 (a)
7	2.5	57	57	U	26 (a)
8	3	57	57	U	—
9	2.5	82	82	U	26 (b)
10	3	82	82	U	26 (b)
11	1.9	32	32	U	27
12	1.9	82	82	U	27
13	1.9	107	107	U	27
14	1.9	32	0	S	—
15	1.9	82	0	S	28 (a)
16	1.9	107	0	S	28 (b)
17	1	57	0	S	—
18	1.5	57	0	S	29
19	2.5	57	0	S	29
20	3	57	0	S	—
21	4	57	0	S	—

A; Land subsidence rate of Tenpozan.

B; Land subsidence rate of Uemachi plateau.

*; U and S indicate uniform subsidence and linear interpolation of subsidence between Tenpozan and Uemachi plateau, respectively.

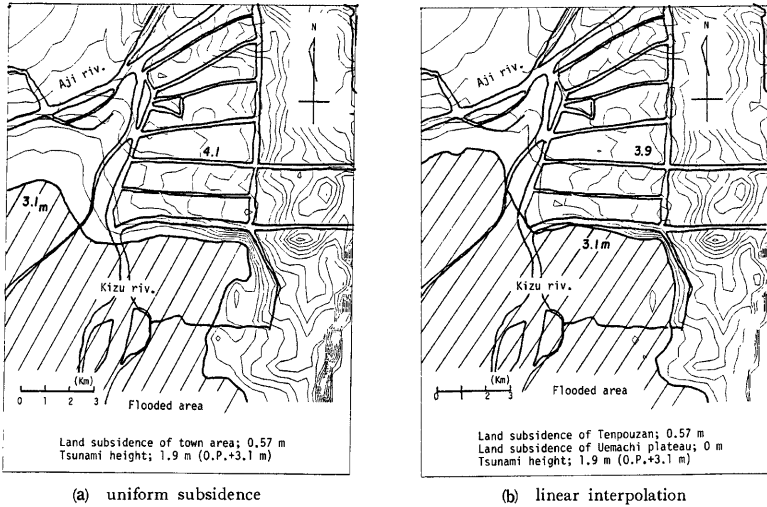


Fig. 24 Flooded area due to tsunami without considering land subsidence.

ている。これから、道頓堀のかなり広い地域と木津村と難波村の大半の地域が浸水しないことになり、Fig. 11と比較して、かなり地盤を高めに補正しすぎていることになる。つぎに、Fig. 24(b)はCase 2に従い天保山の沈下量を57cm、上町台地のそれを0cmとし、中間地点を線形補間したものである。図中には市街地の左右端のそれぞれの補正量を示してある。これから、道頓堀の大黒橋付近の南側の非浸水域と木津村、難波村の浸水状況がFig. 11とよく対応することが見出される。

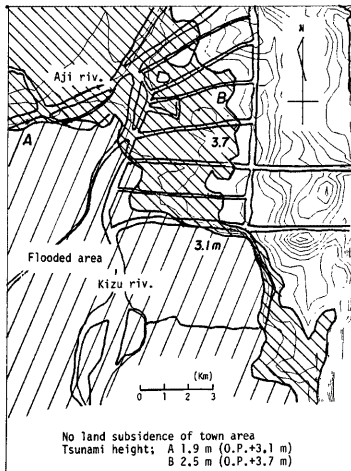


Fig. 25 Flooded area due to tsunami without considering land subsidence.

史料の解析と地盤沈下量の推定から求めたFig. 24(b)が果して氾濫の復元図として最適かどうかを、地盤沈下量と津波の高さの両方を段階的に変化させて得られる氾濫図と「大坂大津浪圖」とを比較検討することにより確かめることにする。

Fig. 25は地盤沈下量を補正せずに津波の高さを1.9および2.5mと変化させてその氾濫域を求めたものである。これからわかるように、地盤沈下量を無視すると、1.9mの高さの津波が木津川と道頓堀の合流部付近の北側が浸水することになり、史料(Fig. 11)による事実と反している。また、2.5mでは木津川と西横堀にはさまれた地区の大半が水没し、いずれも事実と一致しない。したがって、地盤沈下を補正せず、津波の高さを大きくする方法では氾濫図が復元できないといえる。

そこで、つぎに、市域の標高を一様に補正した場合について検討する。Fig. 26は地盤沈下量を57cmおよび82cmとして、津波の高さをそれぞれ0.5mと

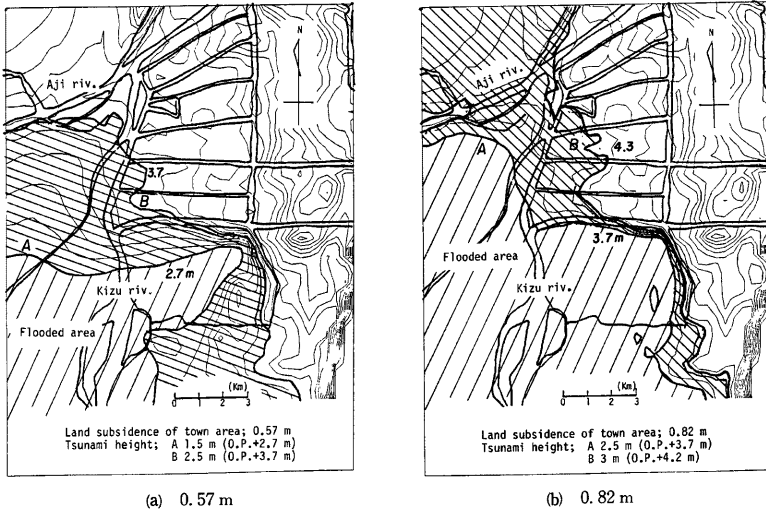


Fig. 26 Flooded area due to tsunami in the case of uniform land subsidence.

とに大きくしたものである。Fig. 26(a)のAでは浸水域が実際より小さくなり、Bではやはり道頓堀の北西側で浸水が生じ、これ以上では浸水域が逆に広がりすぎて、いずれも史実に合わないといえる。さらに、

地盤沈下量を 25 cm ふやした Fig. 26(b)のAでは、津波の高さを 2.5 m とすれば Fig. 24(b)の結果を比較して、浸水域が両者で非常によく一致し、Fig. 24(b)の方がわずかに狭くなっているだけである。しかし、地盤沈下量を市域地全域で 82 cm とすることは実際上かなり無理があり、したがって津波の高さも過大といえる。このようなことから、津波の高さはやはり 1.9 m 程度とするのが痕跡の方から判断して妥当であると推定される。

こうしたことから、津波の高さを 1.9 m と固定し、市域地で一様に地盤高を変化させてこれを確かめてみたのが Fig. 27 の A、B および C である。地盤沈下量を 32 cm とした A の場合の浸水域が Fig. 24(b) と酷似していることがわかる。これは、Fig. 24(b) で図の左端で 36.6 cm、右端で 10.2 cm 沈下しており、平均的な沈下量が Fig. 27 の A の場合とかなり等しいことによる。ただ、後者で南部の木津村で浸水しないことになることから、やはり市街地の地盤高を一律に補正する方法は問題が残るといえる。以上の検討により、市街地の地盤高の補正については、地域を一律に沈下させる方法 (Case 1) より、天保山と上町台地での沈下量の差から線形補間で求める方法 (Case 2) の方が優れているといえる。

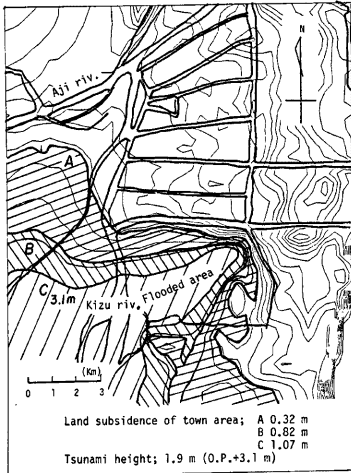


Fig. 27 Flooded area due to tsunami ($H=1.9\text{m}$) in the case of uniform land subsidence (A; 0.32m, B; 0.82m and C; 1.07m).

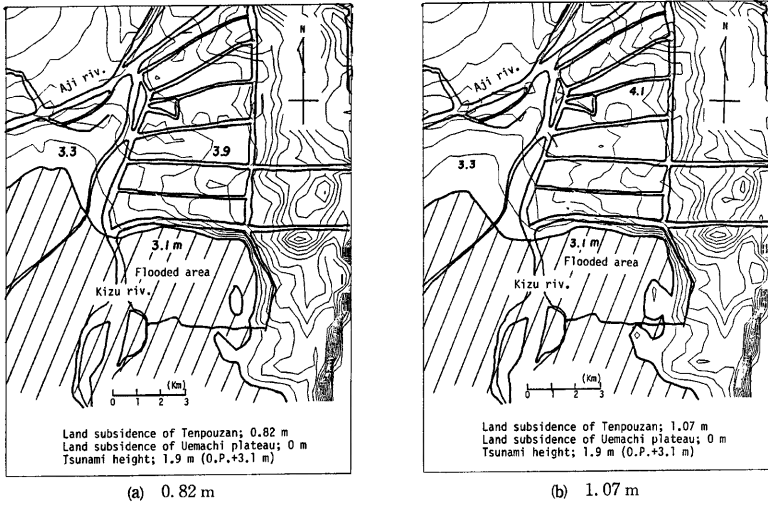


Fig. 28 Flooded area due to tsunami considering land subsidence with linear interpolation.

つづいて、天保山の地盤沈下量を変化させることにより得られる市街地の氾濫図と Fig. 24(b) とを比較検討して、復元氾濫図の妥当性を検証することにする。

Fig. 28 は天保山の沈下量を82および107 cmと変化したものであって、(a)の82 cmの場合の浸水域が Fig. 11 に近いようであるが、Fig. 24(b) と比べると、天保山の沈下量は57 cmとする方が妥当であることがわかる。そこで Fig. 29 では天保山の沈下量を57 cmと固定し、津波の高さを1~4 mまで変えて計算した。これらの図から、Fig. 11 と比較して、津波の高さとして1.9 mとする場合が安政津波の氾濫図として一番妥当なことが見出される。

したがって、浸水域の広がりに関する限り、地盤沈下の補正は Case 2 の方法で、天保山の地盤沈下量を57 cm、津波の高さを1.9 mとする場合のものが、Fig. 11 に示した「大坂大津浪圖」にもっとも近いと結論できる。

次にこの計算結果が Fig. 3 で示した市街地の堀の増水位と定量的に整合するかどうかを検討してみる。Fig. 3 からは、西横堀で平水位より60~90 cm、堂島川でも60 cm水位が上昇したと史料にある。これらの付近の地盤高は Fig. 24(b) より O.P.+4 m および4.3 m 程度であり、普通、堀の水位と付近の路上の高さの差が2 mといわれているので、両堀の水位は O.P.+2 m、および+2.3 m となる。津波が O.P.+3.1 m の

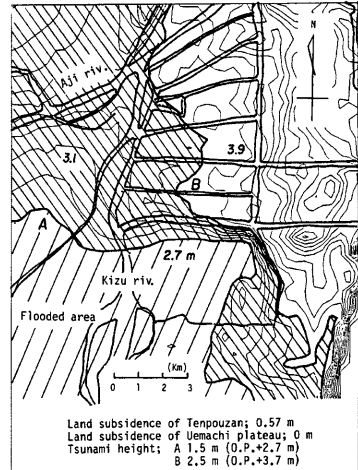


Fig. 29 Flooded area due to tsunami (A; $H=1.5$ m and B; $H=2.5$ m) considering land subsidence with linear interpolation.

地区まで浸水したと推定すれば、それぞれ 1.1 m および 0.8 m 水位が上昇することになる。また、大阪の市内河川の感潮区間は毛馬閘門付近といわれており³⁹⁾、安政津波当時は各堀の水位が潮汐によって Fig. 10 に示したように平水位より 10 cm 上昇していたと考えられ、これらの結果から、最終的に両地点付近で 1 m および 0.7 m 程度の平水位からの上昇があったことなる。この結果は、史料に基づく値と非常に近いものとなっており、この事実からも Fig. 24(b) は安政津波の氾濫域をかなり精度よく表しているといえる。

7. 結 語

大阪における安政津波を復元するには、史料に基づく解析と、津波の氾濫の数値計算の結果から考察する必要があるが、ここではまず、前者の立場で検討することにした。すなわち、安政津波による災害状況を古文書、古絵図等により把握するとともに、天保山の地盤沈下量を検討して、津波の高さを推定し、それに基づく大阪の市街地の氾濫復元図を作成して、「大阪大津浪圖」(Fig. 11)と比較した結果、つぎのことが明らかになった。

- (1) 安政津波に関する史料に基づけば、天保山では幸い死者もなく、かつこの付近にあった 6 橋はいずれも落橋しなかったと判断される。さらに、同地の「東西同心衆詰所」と「天保山両組御小屋」の配置図と浸水状況に関する記述などから、津波によって地上約 40 cm 程度浸水したと推定される。これと天保山周辺の石垣の高さと当時の潮位を推算した結果から、津波の高さは 1.9 m と推定される。
- (2) 安治川、木津川と道頓堀をはじめとする市街地の堀割りに沿った死者・行方不明者数とその地域分布、落橋箇所および船舶の被災過程のほか、西横堀以东、道頓堀以北のいわゆる島之内や船場で全面的な氾濫が生じなかったことや、東横堀と大川で平水位よりそれぞれ 120 cm および 90 cm 程度水位が上昇したことなどから、これらの被災の特徴が(1)で確した津波の規模によってかなりうまく説明できることがわかる。
- (3) 天保山の地盤沈下量を用いて、安政津波当時の大阪の市街地の地形図を求めた。津波による浸水域を求めるには、この地形を与えて氾濫計算する必要があるが、ここでは津波の高さに相当する地盤高まで浸水とするとして氾濫図を求めたところ、「大阪大津浪圖」と比較して、津波の高さを 1.9 m とすれば両者はよく一致することを見出した。
- (4) これらの結果を総合すれば、大阪における安政津波の高さは、1.9 m 程度であると推定される。

ここで示された結果はあくまでも史料に基づいて検討されたものであって、このような解析と並行して津波の氾濫の数値計算をすすめ、両者からさらに定量的な安政津波の復元をはかるべきことと思われる。

最後に、本研究は、大阪市総合計画局防災計画課上野正樹参事、小倉健宏技師および財団法人関西情報センター寺本光雄部長、直田春夫主任研究員と協力して行ったので、これを明記する。さらに、本研究をすすめるにあたり種々ご協力をいただいた、大阪城天主閣渡辺 武主任、中村博司学芸員および大阪市史編纂所藤本 篤所長、堀田暁生主任調査員に感謝する。また、安政地震に関する史料の公表前の原稿(日本地震史料、第5巻、その1)を本研究のために提供して下さった東京大学宇佐美龍夫名誉教授および古文書の解読をして下さった京都府立大学水本邦彦助教授(京都大学防災研究所防災科学資料センター客員助教授)に心より謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 和達清夫編：津波・高潮・海洋災害，共立出版，1970，377 p.
- 2) 羽鳥徳太郎：歴史津波，海洋出版，1977，125 p.
- 3) 宇佐美龍夫：資料日本被害地震総覧，東京大学出版会，1983，335 p.
- 4) 大阪市立中央図書館編：大阪編年史，第7巻，1969，480 p.
- 5) 武者金吉：日本地震史料，毎日新聞社，1951，757 p.

- 6) 羽鳥徳太郎：大阪府・和歌山県沿岸における宝永・安政南海道津波の調査，東京大学地震研究所集報，Vol. 55, 1980, pp. 505-535.
- 7) 羽鳥徳太郎：静岡県沿岸における宝永・安政東海地震の津波調査，東京大学地震研究所集報，Vol. 52, 1977, pp. 407-439.
- 8) 羽鳥徳太郎：高知・徳島における慶長・宝永・安政南海道津波の記念碑—1946年南海道津波の挙動との比較—，東京大学地震研究所集報，Vol. 53, 1978, pp. 423-445.
- 9) 羽鳥徳太郎：三重県沿岸における宝永・安政東海地震津波調査，東京大学地震研究所集報，Vol. 53, 1978, pp. 1191-1225.
- 10) 大阪市中央図書館編：大阪編年史，第22巻，1976，428 p.
- 11) 宇佐美龍夫：歴史地震の時刻精度，歴史地震，第1号，1985，pp. 39-53.
- 12) 東京大学地震研究所編：日本地震史料，第5巻1，1986（刊行予定）.
- 13) 竹内理三編：大阪府地名大辞典，角川書店，1983，1798 p.
- 14) 原田伴彦・矢守一彦・矢内 昭：大阪古地図物語，毎日新聞社，1980，262 p.
- 15) 大坂細見圃，大阪古地図集，古地図史料出版，1975.
- 16) 今村明恒：東京・大阪両市街に於ける震度の分布，震災予防調査会報告，第77号，1913，pp. 17-43.
- 17) 船本茂兵衛：高津の川と橋，上方，第6号，創元社，1931，pp. 24-33.
- 18) 三浦行雄：大阪と淀川夜話，大阪春秋社，1985，252 p.
- 19) 篠崎昌美：大阪文化の夜明け，朝日新聞社，1961，238 p.
- 20) 中央気象台：海洋観測指針，1955，252 p.
- 21) Tsuchiya, Y. and Y. Kawata : Extremal statistics of storm surges by typhoon, Proc. 19th ICCE, ASCE, 1984, pp. 115-131.
- 22) 横倉辰次：江戸時代一船と航路の歴史一，雄山閣，1971，298 p.
- 23) 大坂，江戸時代図誌3，筑摩書房，1976，176 p.
- 24) 井上 薫編：大阪の歴史，創元社，1982，392 p.
- 25) 大阪市港区役所編：港区史，1957，330 p.
- 26) 玉置豊次郎：大阪建設史夜話，大阪都市協会，1980，380 p.
- 27) 小出 博：利根川と淀川，中公新書，1975，220 p.
- 28) 天保山名所図絵，浪華叢書13，浪速叢書刊行会，1928，567 p.
- 29) 大阪市立中央図書館編：大阪編年史，第17巻，1974，287 p.
- 30) 大阪城主閣蔵，改正・撰州大坂圖，1835.
- 31) 田淵実夫：石垣，法政大学出版局，1977，214 p.
- 32) 読売新聞大阪社会部編：おおさかタイムトンネル浪速写真館，朋興社，1985，198 p.
- 33) 君島八郎：海工（下巻），丸善，1937，408 p.
- 34) 大阪地盤沈下総合対策協議会：大阪における地盤沈下の概説，1977，41 p.
- 35) 大阪市編：大阪港の歩み，1957，119 p.
- 36) 西成郡役所編：西成郡史，1923，1291 p.
- 37) 工部省：工部統計誌（灯台之部），1882，79 p.
- 38) 海軍省：日本水路誌，第3巻，1906，59 p.
- 39) 大阪市港湾局：大阪港工事誌，1971，1098 p.
- 40) 建設省近畿地方建設局編：淀川百年史，1974，1821 p.
- 41) 大阪市天主閣蔵，天保山砲臺圖.
- 42) 大阪府立図書館蔵，天保山出張全図.
- 43) 東田清三郎：黒船事件と天保山の砲台，上方，第133号，創元社，1942，pp. 32-37.

- 44) 大阪城天主閣蔵, 摂州大坂安治川川口目標山勝景一覽.
- 45) 岩崎敏夫: 沿岸開発に及ぼす長周期波の影響, 水工学に関する夏期研修会講義集, 土木学会, 1975, pp. B-3-1~32.
- 46) 水理公式集, 土木学会, 1971, 616 p.
- 47) 藤本 篤: 大阪府の歴史, 山川出版, 1969, 281 p.
- 48) 黒羽兵治郎: 大阪地方の船仲間, 上方, 第140号, 創元社, 1942, pp. 2-7.
- 49) 松村 博: 八百八橋物語, 松籟社, 1983, 198 p.
- 50) 大阪市立博物館編: 北前船と大阪, 1983, 80 p.
- 51) 地方史研究協議会編: 日本産業史大系6 (近畿篇), 東大出版会, 1960, 462 p.
- 52) 織田武雄: 地図の歴史, 講談社, 1973, 330 p.
- 53) 大阪城址研究会, 複製実測水準曲線記入大阪市街全図, 1953.
- 54) 羽鳥徳太郎・相田 勇・岩崎伸一・日比谷紀之: 尾鷲市街に遡上した津波の調査—1944年東南海・1960年チリオよび1854年安政津波—東京大学地震研究所彙報, 第56号, 1981, pp. 245-263.
- 55) 羽鳥徳太郎・相田 勇・小山盛雄・日比谷紀之: 大船渡市街地に遡上した津波の調査, —1960年チリオよび1933年三陸津波—東京大学地震研究所彙報, 第57号, 1982, pp. 133-150.