

14. 広島

－三角州分流路群と花崗岩山地に囲まれた都市

1. 地域概要

広島を中心市街は、みごとなデルタ地形を示す太田川河口部低地に展開しています(図1)。太田川デルタの形成は比較的新しくて、この開発・利用は戦国時代末の1589年に毛利氏が城を築いたことから始まりました。大和朝時代には広島湾東岸の府中に安芸国の国府がおかれ、ここが地域の中心になっていました。当時の海は山際にまで迫っていて、海岸線には狭い海岸低地がつらなり、山陽道(西国街道)はここをたどって通じていました。海は太田川放水路(図1で最も西側の流路)が分流する地点付近にまで進入していて、太田川は狭い谷底低地から直接海に注いでいました。

奈良時代になると山陽道は大路として整備され、太田川の東に隣接する瀬野川河口部の海田市、西を流れる八幡川河口部の五日市が宿場町や物資の集散地として栄えました。市(いち)のつく地名は、五日市の南にある廿日市、北方の太田川低地内の四日市など多くみられ、地方領主が殖産を進めて各地に定期的な市を開いたことがわかります。畿内と西国とをつなぐ瀬戸内海の海上交通は盛んになり、横行する海賊を平定して安芸守に任命された平清盛は、広島湾内にある厳島に神社を造営しています。

古代には太田川河口部デルタの形成はほとんどありませんでした。中世になってたら製鉄が盛んに行われるようになり、その原料の砂鉄採取のための鉄穴(かんな)流しにより多量の土砂が流し出され、開けた広島湾内に広がって堆積してデルタが急速に発達しました。鉄穴流しとは、切り崩したマサ(風化花崗岩)を溪流や水路に流しこんで、比重の違いにより砂鉄を沈殿・分離する方法で、大量の土砂を下流に流し出します。

太田川河口部の海岸線は平安末期からの約500年の間に5kmほど前進し、1600年ごろには図2の赤鎖線のところに達していました。かつて島であった比治山は陸続きになりました。鉄穴流しは治水のために1628年に禁止されましたが、河床に堆積した土砂はその後も流出してデルタを成長させました。三角州の前面に広がる潮汐低地(干潟)は新田開発のために1600年初期から干拓され、

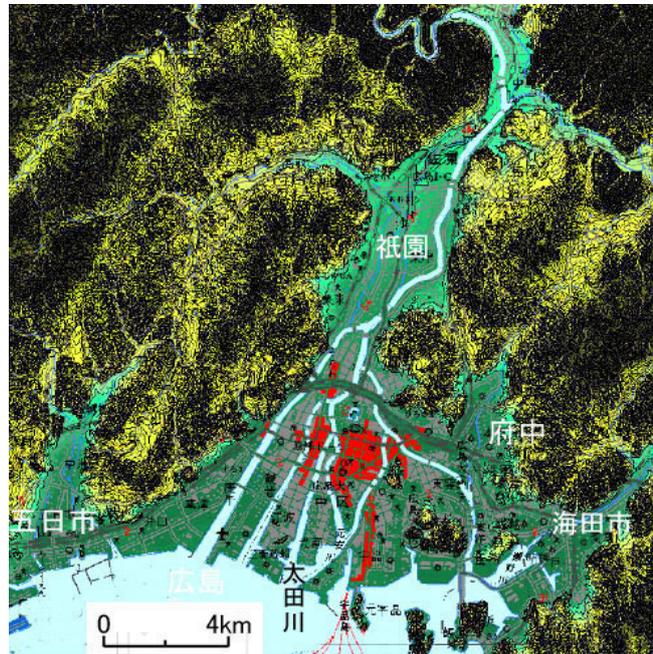


図1 広島20万分の1地勢図
10m間隔の等高線を加えている

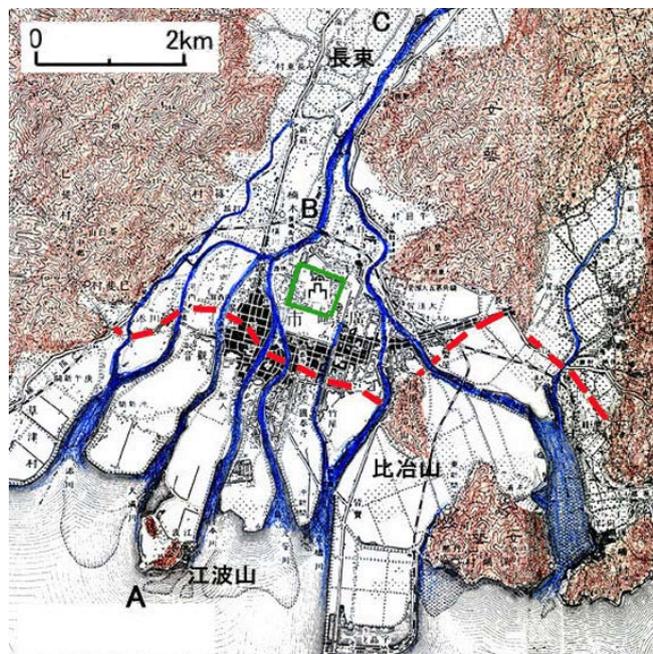


図2 明治31年(1898年)の地形図
赤鎖線は1600年ごろの海岸線

江戸末期には海岸線がさらに2 kmほど前進していました。江波山は当時はまだ島でしたが、明治以降の干拓により明治31年の地形図では陸続きになっています。

戦国時代末期、中国地方を平定した毛利氏は居城を山地内から広島湾岸部に移す計画をたて、毛利輝元が分流路間の中洲(島)のうち最も広いものを選んで築城を行い(図2の緑枠)、広島城と名づけました。これは従来の山城に代わり自然の水路群で防御するという平城です。領内の武士や商人はここに集められて、城下町が形成されました。山陽道は城の南に移され7本の川には橋が架けられて街道をつなぎ、この周囲に街が発展しました(図2)。

こうして当初は112万石という大大名の城下町として、また山陽道の中心的位置にある商業都市として発展し、1700年ごろには人口約7万(うち武家・寺社約2万)という全国で8番目の都市になりました。明治維新により武家人口が流出し、明治中期の人口は7万ほどにとどまっていたのですが、日清戦争のころから軍事都市・工業都市・港湾都市として発展し、1942年に人口は戦前で最大の42万人になりました。市域の拡大もあって現在の人口は約120万、太田川デルタ地区(面積は全市の10%)の人口はおよそ50万です。周辺の山地に広く分布する緩傾斜面はほぼ市街化・住宅地化され、多くの人口を収容しています。図1で黄色の部分はこの緩傾斜地(勾配5~15°程度)を示します。住宅団地の高いところは標高200mに達しています。

2. 地形・地質

この地域には、広島花崗岩類と呼ばれる白亜紀(約1億年前)の粗粒黒雲母花崗岩が広く分布します(図3)。花崗岩は珪長質マグマが地下深くでゆっくりと冷えて固まったもので、大きく成長した石英・長石・雲母などの鉱物結晶で構成されます。この粗い粒子間に浸透したCO₂を含む地下水の化学的分解により、粒子がバラバラになるという風化(マサ化)を深くまで受けます。一見硬い岩のようでも、指先で突いて簡単に崩すことができるような状態になり、豪雨により容易に崩されます。広島県は花崗岩の分布面積が全国一の県で、土地条件からみると土砂災害の危険が非常に大きい地域です。



図3 広島周辺地区の地質

中世にはたたら製鉄のための鉄穴流しおよび製鉄用燃料を得るための樹木乱伐より、大量のマサ土が流出して、太田川デルタを成長させました。花崗岩山地ではひとたび植被が失われると、絶えずマサ土が移動して植生の活着が困難になるので、禿山になりやすいのです。

デルタ(三角州)は河川が搬出した土砂が河口周辺の浅海底に堆積してできた地形で、流路は分流して網目状になり、流路間には州(土砂がより高く堆積した場所)が形成されます。典型的なものは全体の平面形状が海に向かって開く三角形(ギリシャ文字のデルタ)あるいは扇形になるので、この名が与えられていますが、この形ではなくても分流間の州が集合した海面に近い高さの海岸低地はデルタに分類されます。

太田川デルタは中世のおよそ500年間に、長束の狭窄部付近から図2の赤鎖線までの4 kmほどの長さにわたり成長しました。この後1600年以降は人為の干拓が加わって海岸線は前進しました。陸地化した州の前面には、潮の干満により海面下になったり海面すれすれになったりする潮汐低地が広がり、その中を分流した滞筋(みおすじ)がいくつもあります。この滞筋を流路として残して閉め切り、洲の陸地化がおこなわれます。明治31年地形図が示す流路は自然につくられた滞筋の形状を示しており、人為が加わってはいるもののこの成長した三角州が自然のデルタ地形を写し出したものであることが分かります。一方現在の地形である図1が示す海岸線は直線的で、人工造成地

形であることが明らかです。図1と図2を比較すると、最も西側の流路が統合・開削されて放水路がつくられ、他の流路の河口部は直線化されていることが分かります。この上空からはよく目立つ三角州分流通地形は、原爆投下の目印にされました。

三角州堆積層の厚さは、デルタ頂部に近いJR山陽線付近で約20m、海岸部で約30mです(図4)。一方谷底低地部の長束付近では硬い基盤層までの深さが5mほどと浅く、三角州域で急に基盤面が深くなり三角州層が厚くなっていることがわかります。基盤面の形状は複雑で、幅狭い埋没谷地形が多数分布します。構成層は、海岸部を除き全般に砂質です。地層の硬さを示すN値は小さいものの非常に軟弱というものではありません。

山地域では緩傾斜地形が広く分布することが特徴的です(図1および図5の黄色部分)。図1は10m間隔の、図5は5m間隔の等高線を描いており、緩傾斜のため等高線の間が開いているところは黒くつぶれずに黄色が浮き出ている、それと識別できるのです。扇状地・沖積錐・

崖錐といった新しい山麓堆積地形はわずかであり、山地縁辺や広い谷間にある緩傾斜面が高い崖に囲まれ複雑に段丘化したもの、急傾斜山稜間の盆地状凹部に同じく複雑な崖線で区画される緩傾斜地形が大部分です。開析され台地・段丘上になっているということは、土砂流出がほとんど停止しており、また、多少の地盤隆起があったことを示します。

中国地方の花崗岩山地縁辺には山麓緩傾斜面が分布しています。乾燥地帯には、豪雨時の流水が浸透せずに地表面に広がり、山麓部の基岩を面状に侵食して形成されたと考えられるペディメントと呼ばれる地形が発達します。この形成には激しい物理的風化作用と、ときおりの強雨によるシート状洪水の発生が関わっています。中国地方の山麓緩傾斜面はこのペディメントに類似していますが、乾燥地帯のような環境がかつてあったとは考え難いでしょう。侵食平坦化時の残丘とは言えない山地内に入り込み高位化している緩傾斜面の成因はさらに不明です。いずれにせよこれは居住・利用に好都合な地形であるので、現在では全面的に市街化・宅地化されていて土砂災害のリスクを大きくしています。

デルタは標高が海面近くの低地で河川洪水・高潮・津波などの水災害の危険は大きく、地層の形成は新しくて軟弱なので地震動災害の危険も大きいところ。この太田川デルタでは風化花崗岩山地が接しているため、斜面崩壊・土石流の危険もあります。地形・地質という土地の素因条件からみれば、広島は自然災害危険度が全国で最も高い都市に分類されます。

3. 暴風雨災害

3.1 土砂・洪水災害

山地域に豪雨が降ると、土砂および洪水の災害が複合して起こります。山麓や谷底低地の勾配は

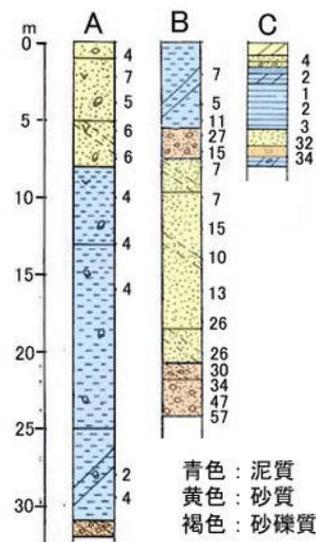


図4 ボーリング柱状図
場所は図2中に示す。

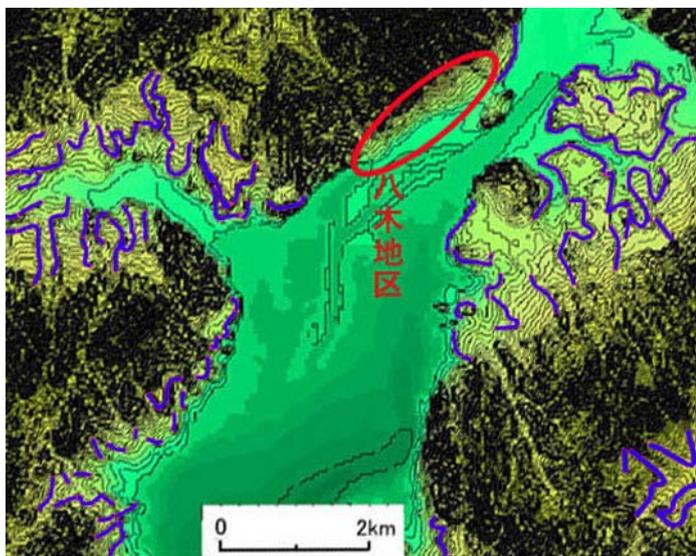


図5 広島北部における緩傾斜地形の分布
青線は段化した緩傾斜地を区画する崖線

大きいので洪水の流れは速く、山崩れ・土石流により生じた多量の土砂・流木も運ぶので大きな破壊力を持ちます。洪水で多くの建物の流失・全壊が生じるのは、このいわば山地河川洪水です。

広島県の山地面積は西日本で最大です。県面積の93%が山地・丘陵地からなり、その2/3が花崗岩でできています。全般に中起伏であり小盆地や緩傾斜地が多く存在するので、居住・利用が進んでいます。このため土砂災害リスクは大きいのですが、雨の少ない内陸性気候で豪雨頻度はやや小さいので、豪雨災害の頻度もとくに大きいというわけではありません。日雨量100mm以上という豪雨の日数は九州や四国南半部に比べ1/3程度です。

古い災害の記録では、1653年に台風の来襲によって広島城下とその近郊で流失家屋5千軒、死者5千余人という記録があります。太田川の氾濫、周辺山地における山崩れ・土石流、山地内洪水などが大規模に起こったと推定されます。1796年には梅雨前線豪雨により、太田川中流の加計付近で土石流により死者63、流失家屋477、広島藩全体で死者169、流失家屋1,770という災害が起こっています。

明治・大正期には大きな土砂・洪水災害が10回、6年に1回の頻度で起こり、その多くは台風によるものでした。1926年(大正15年)9月の前線豪雨は、広島における最大日雨量340mm、最大1時間雨量79.2mmという現在でも既往最大(観測開始は1879年)の豪雨をもたらしました。これによる被害は広島市北部から東部にかけての地域に集中しました。全体被害は死者103、家屋流失・全壊242戸などで、そのほとんどは山崩れ・土石流とそれに伴う激しい洪水によるものでした。とくに大きかったのは、畑賀地区(現在の安芸区)の土石流による死者69、山本(安佐南区)地区の山崩れ・土石流による死者24、家屋流失・全半壊32戸でした。市中心地区では多少の浸水被害だけであったようです。

終戦直後の昭和20年代には大きな被害をもたらした台風災害が毎年のように起こりました。とくに大きかったのは20年9月の枕崎台風で、広島県の死者2,012(全国では3,756)、家屋流失・全壊3,457など、史上最大規模の土砂災害を引き起こしました。被害の中心は呉市および厳島対岸の大野町での土石流によるものでした。昭和26年ルース台風は県西部山地で大きな土砂災害を引き起こしました(隣接する山口県で被害甚大)。県全体の被害は死者166、家屋流失・全壊1,065などで、これには沿岸部での高潮被害が含まれます。

最近の広島市における大きな土砂災害には、1999年6月の豪雨災害、2014年8月の豪雨災害があります。1999年の豪雨では、八幡川流域を中心に市西部で雨が強く(最大1時間雨量81mm)、主として土石流により山麓緩傾斜地において死者20などの被害が生じました。県全体の被害は死者32、家屋全壊154などでした。

2014年の前線豪雨は極めて局地的で、最大1時間雨量が安佐北区で121mm、安佐南区で87mm、南に10kmほどの中区では47mmという違いがありました。被害も局地的で、死者は安佐南区の八木52、緑井14、山本2、安佐北区の可部6で、死者発生はこの4地区に限られました。住家の全半壊は、安佐南区で164棟、安佐北区で60棟でした。

最も被害が大きかった八木地区の地形は、標高586mの急峻な阿武山の山麓下の、開析・段丘化を受けていない複合扇状地状の山麓緩傾斜地です(図5, 6)。勾配は急で全域が土石流領域に入ります。土砂流出が現在も継続していると推定されるこのような現成扇状地は、この広島地域では分布がかなり局地的です。可部地区

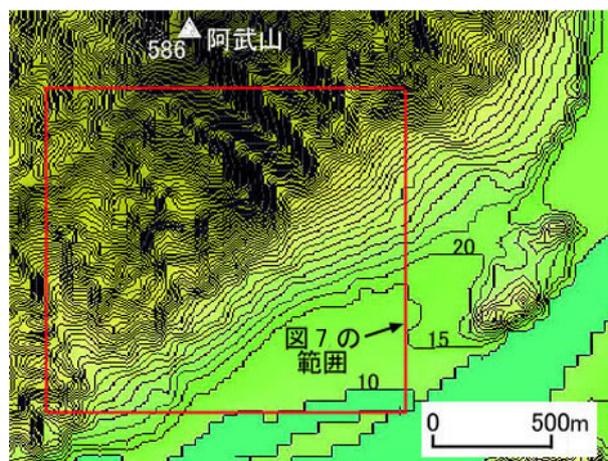


図6 八木地区の扇状地地形 等高線間隔5m

にもやや大きな扇状地が、緑井および山本地区には、緩傾斜面を開析した谷底出口の小扇状地があります。

空中写真(図7)では山地内に崩壊はなく、洗掘された谷が線状に認められるだけなので、谷床堆積土砂の流出が主であったと考えられます。このため土砂量は多くないので、扇状地への土砂流出・氾濫はほぼ扇状地上部に限られ、勾配は10°前後と急なため横への広がり小さく、谷の直下方向にほぼ直線的に流れています。土砂氾濫域は狭いものの、土石流直撃の危険が非常に大きい谷出口にまで住宅地が進出した結果として、大きな被害になりました。1999年のときには豪雨が15時ごろであったのに対し、この2014年には午前3時という未明の時間帯であったことが人的被害を大きくしました。

広島市における土石流危険渓流は2,402、急傾斜地崩壊危険箇所は3,634で、長崎市に次いで多い数です(図8)。広島県における2002年現在の土砂災害危険箇所(土石流危険渓流、急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険箇所)は31,087で、総数では全国1(2位の島根22,296を大きく超える)、山地・丘陵地の単位面積あたりでは長崎・福岡に次ぐ大きさです。花崗岩山地が広いので全県的に危険箇所が分布します。山地起伏は大きくはなくて集落が広く山地内に分布していることも危険箇所数を大きくしています。

3.2 太田川の治水と洪水

太田川は流域面積1,710 km²という中国地方では有数の大きな河川です。百万都市の広島市中心がその河口デルタ内に展開しているので、再現期間200年という日本の河川では最も高い重要度で河川施設が整備されています。

三角州を流れるいくつもの分流路を自然の水濠として築造された広島城とその城下は、その生い立ちから水に弱いという宿命をもっています。1599年の城完成から間もなくの1617年には太田川氾濫によって城が破損を被りました。この修復を許可しない幕府の意向に従わなかった当時の城主は小大名に転封され、代わって浅野家が幕末までこの領地を支配し、太田川の治水を進めました。太田川中流部の花崗岩地帯における鉄穴流しは、土砂流出により流路変動をもたらす洪水を激しくするので禁止されました。デルタの干拓は進められ、自然の滞筋を浮かび上がった7本の分流路が確定しました。なお鉄穴流しが最も盛んであった山陰の斐伊川などでは、殖産をより重視して江



図7 2014年8月豪雨による八木地区における土砂氾濫域(土石流に続く洪水による土砂堆積も含む)(Google Earth 使用)
黒色は樹林域でほぼ山地斜面。黄色鎖線は扇状地末端

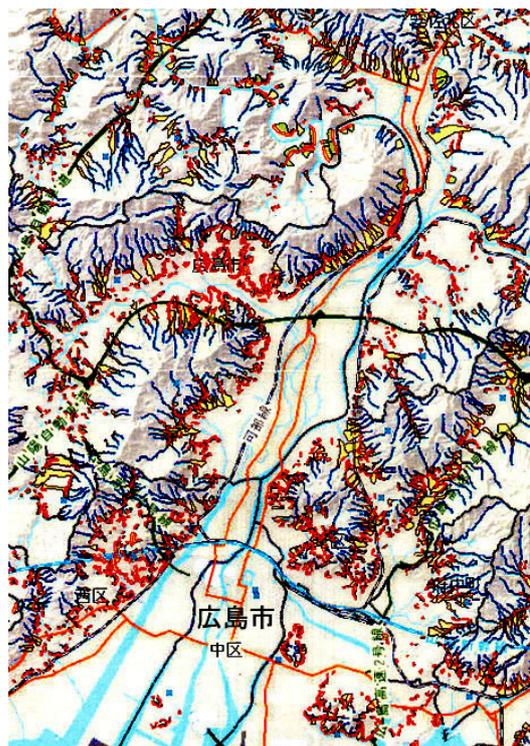


図8 土石流危険渓流(青線)および急傾斜地崩壊危険箇所(赤色)(広島県資料)

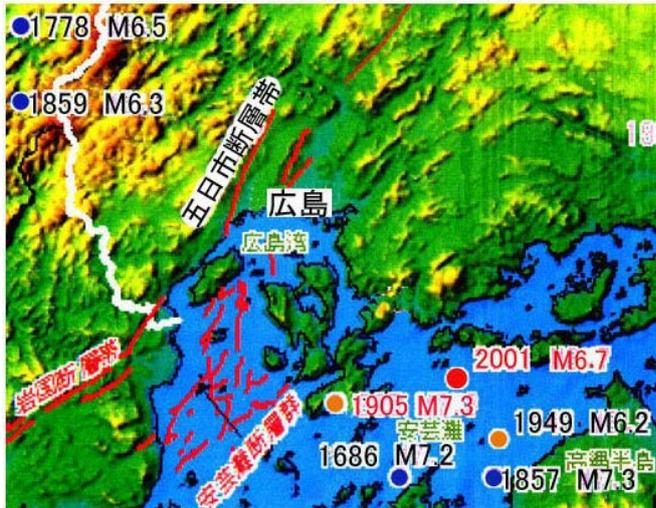


図10 広島周辺域における地震活動
(地震調査研究推進本部)

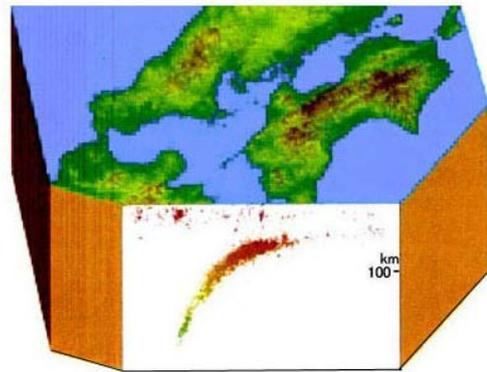


図11 中国・四国地方西部における
フィリピン海プレート沈みこみの断面
(地震調査研究推進本部)

芸予地震と呼ばれる安芸灘における地震は、最近400年間では1649年(M7.0)、1686年(M7.2)、1857年(M7.3)、1905年(M7.2)、1949年(M6.2)、2001年(M6.7)と6回起こっており、平均発生間隔は約67年です。これはユーラシアプレートの下に沈み込んだフィリピン海プレートが下方に折れ曲がっている深さ50～60kmのところでは生じているもので、折れ曲がりによる引っ張り力がプレート内に断層を発生させています(図11)。地震規模がM7を超えるものが多いものの、震源がやや深いので地表での揺れは小さくなります。また、深いため海底面を変化させないので、津波は起こりません。1905年の地震はM7.2と規模が大きく、広島では震度6の烈震となり、死者4、全壊36、半壊20などの被害が生じました。2001年の地震はM6.7、深さ51km、広島の震度は5強で、被害はわずかでした。

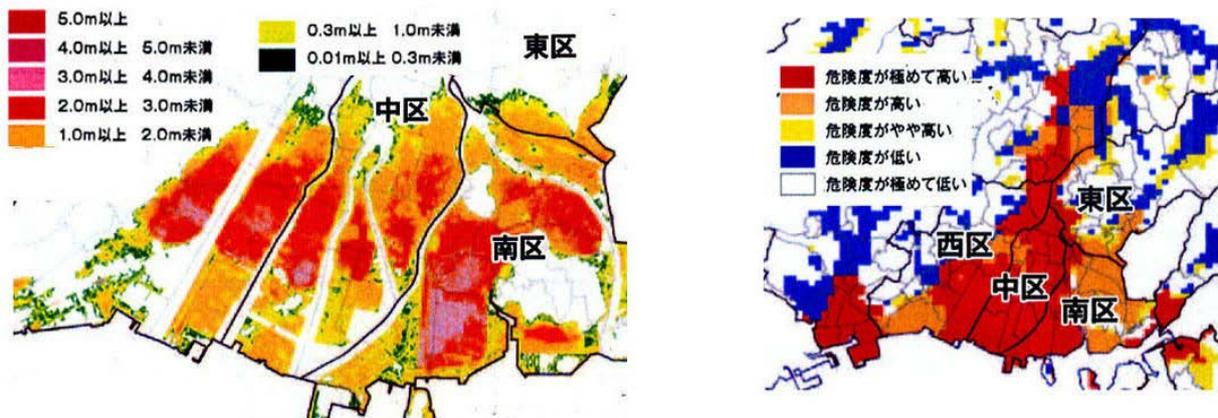


図12 南海トラフ巨大地震による津波浸水域(左図)および液状化域(右図)の想定(広島県資料)

広島市による地震被害想定では、M9.0の南海トラフ巨大地震が起こった場合、最大震度は6弱となり、全市域での被害は建物全壊1.9万棟、死者3,900人などと想定されています。液状化は低地全域で生じるおそれがあります(図12)。津波の浸水域は地震の発生が満潮時であり、また堤防が破壊された場合に、ほぼ標高2m以下の低地全域が浸水する可能性があります。広島-芸予西縁断層帯が全長にわたって活動した場合、震源距離がきわめて近いので最大震度は局地的に6強になり、建物全壊6,300棟、死者246人などの被害が想定されています。マグニチュードは6.5と大きくないので強震動域は狭くなり、被害の全体規模は小さくなります。なお、この地震の発生確率は極めて小さいと考えられます。

河田他(1992)：戦後の風水害の復元(1)－枕崎台風－. 京都大学防災研究所年報 35, B-2, 403-432.
国土地理院(1969)：土地条件調査報告書(広島地域).
国土交通省(2002)：土地保全図(広島地域).
山口恵一郎他編(1975)：日本図誌大系 中国地方. 朝倉書店.

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)