

39. 四国・吉野川下流域

－地すべり山地を刻み大流量を流す河川の平野

1. 地域災害環境

吉野川は四国島の北半部を大きく占め、流域面積では四国第一の河川です。流域の形状は、西南日本外帯に卓越する東西方向の地質構造に支配されて東西に細長く、水系網は、ほぼ直角に折れ曲がり分岐する「たんざく型」を示します(図1)。このためほとんど直線的に流れるので流路長は長くはならず、流域面積が吉野川の60%である四万十川の流路長とほぼ同じです。

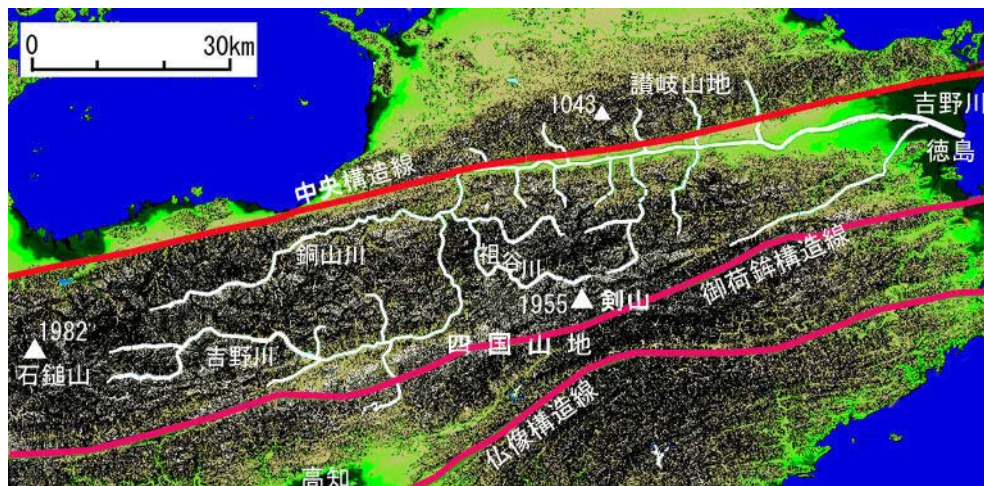


図1 吉野川水系

四国北部には日本列島の大規模構造をつくる中央構造線が東北東～西南西に走り、これにほぼ平行して御荷鉾構造線が四国中央部を、さらにその南には仏像構造線が伸びています。中央構造線と御荷鉾構造線との間に変成岩(主として結晶片岩類)で構成され、三波川帯とよばれます。吉野川の流域は、この三波川帯の中にほとんどおさまっています。中央構造線の北側にある讃岐山地は、白亜紀の砂泥岩層(和泉層群)で構成されます。

吉野川は四国最高峰である石鎚山(1,982 m)のある石鎚山地を水源とし、御荷鉾構造線に沿い東へ70 km ほど流れたところで流路を北にとり、大歩危・小歩危の深い渓谷を刻んで四国山地の山稜を25 km にわたり横切り、ついで中央構造線に沿って東に向かい、非常に細長い平野をつくって紀伊水道に流入しています。

吉野川下流部の平野は延長が80 km あり、幅は上流端の池田付近で1.5～2 km、下流端の徳島付近で約10 km と、東西に延びる細長い楔型です。氾濫原・三角州からなる低地部(徳島平野)は、海岸から15 km ほどの範囲で、それ以外はほぼ全域が扇状地と段丘とからなっています。吉野川はこの扇状地・段丘を10 m ほどの深さに削り込んだ掘込み河道をつくり、やや曲流しながら流れています。曲流は北の讃岐山地(標高500 m 前後)および南の四国山地(標高1,000～1,500 m)から流れ出る多数の支流からの搬出土砂の押し出しによるものです。

扇状地はもっぱら左岸側(讃岐山地側)に発達しています。扇状地の勾配は1/20～1/50 ほどで、土石流および洪水流による土砂運搬の繰返しにより形成されました。大きな扇状地は開析・段丘化し、その広い谷底内には勾配1/50～1/100 のより緩やかな扇状地が形成されています。上・中流域には比高60～100 m の台地化した古い扇状地面が断片的に分布します。

讃岐山地南縁には巨大活断層帯である中央構造線が走っており、三角末端面の並ぶ直線的断層崖をつらねています。中央構造線の最近数十万年間の変位速度は、右横ずれが6 m/1000 年、縦ずれ(山地側隆起の上下変動)が1 m/1000 年とされています。扇状地形成の主要因はこの山地隆起運動です。

なお、明治以降に行われた水準測量では地盤の上下変動は観測されていません。

段丘は右岸（四国山地側）に発達します。支流の出口には扇状地のような堆積地形はほとんど認められません。段丘の構成物質は本流および支流の運搬物と考えられます。堆積層の厚さは10数m程度であり、本流の河床には基岩である三波川変成岩が露出しているところがあります。

このようなことから、吉野川下流部平野の形成には基盤の沈降はあまり関わっていないと推測されます。洪水はこの下刻河道部ではほとんど氾濫することなく流下して、海岸部の徳島平野に至って河道から溢れます。

海岸から15 kmほどの区間にある低平な徳島平野の地形は、標高3 mを境に大きく違ってきます（図2）。標高3 m以下地域は、縄文海進時には海であったところで、三角州に分類されます。標高は大部分が2 m前後と非常に平坦であり、この上を吉野川の分流路（旧吉野川など）が大きく蛇行して流れています。

かつては沿岸部に広がっていた干潟は、中世以降の干拓により陸地化されました。三角州北部では海岸から5 kmほど内陸までが、主として江戸時代における干拓地です（図3）。沿岸には幅500 mほどの砂州がありますが、地震時の地盤沈降により比高はほとんどなくなっています。この海岸では海岸侵食が進行しており、最近100年間で海岸線が250 mほど後退しました。

徳島平野沿岸部における沖積層の厚さは10～30 m程度です。これは礫混じりの砂層が主でN値は10以上とかなり締まっているので、とくに悪い地盤というものではありません。

扇状地・台地の境界は標高10 m付近にあり、これから標高3 mまでの区域が氾濫平野（河川氾濫原）です。その表面は河流による侵食をかなりうけていて、等高線は大きく屈曲しています。かつての吉野川本流は、この氾濫原の末端付近で流路を大きく北に向け流れていました。

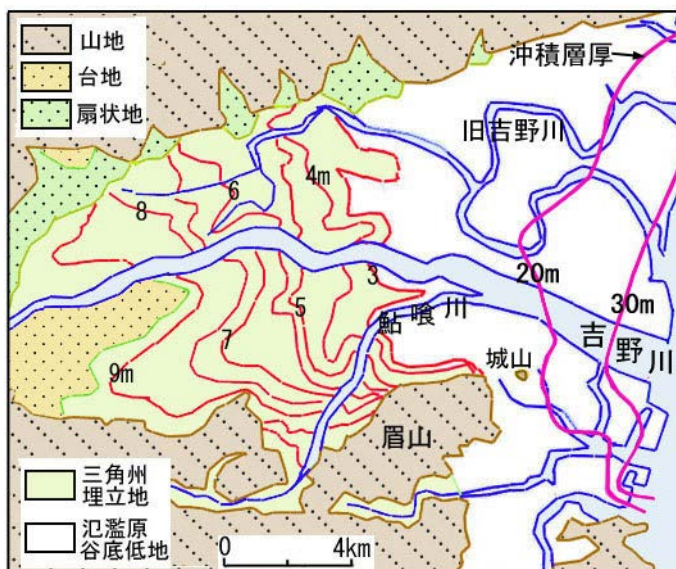


図2 徳島平野の地形・地盤 2 m等高線はほぼ河岸に一致

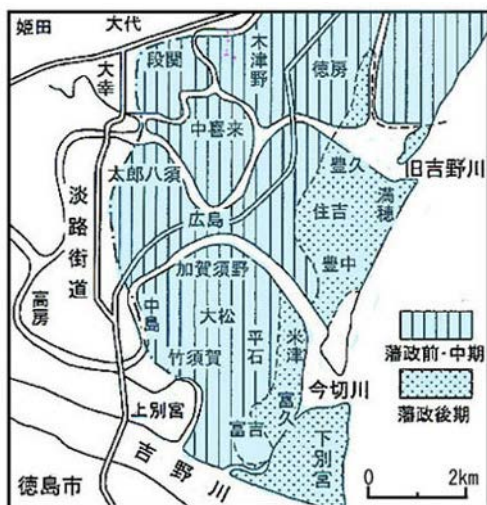


図3 江戸時代の干拓地(国土地理院資料)

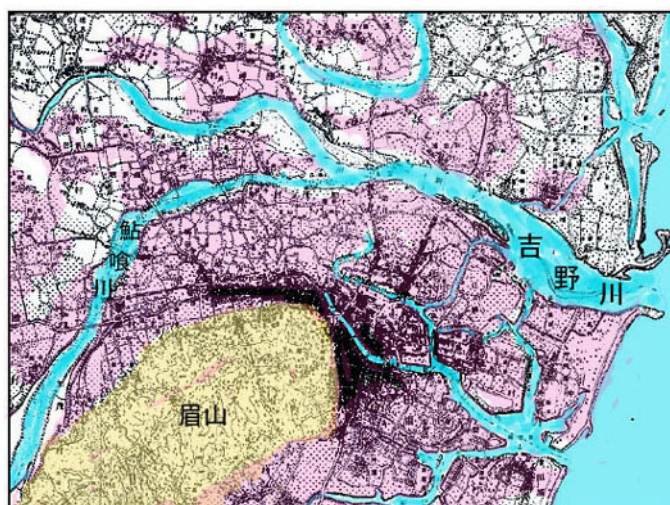


図4 明治29年地形図 水部・山地に着色
赤色域は現在の市街地

この著しい蛇行河道を、南の四国山地から流れ出る鮎喰川の下流部河道を利用して付替えられたのが、現在の吉野川本流です。その開削・付替えの最終的な完了は昭和初期のことでした。河道が直線的になり勾配が大きくなったので、流勢が増してすぐに河幅は広がり、本流に変わりました。

徳島は、デルタ河川が分流し、多数の州(島)が並ぶ地につくられた街で、江戸時代には阿波 26 万石の城下町でした(図 4)。ここは北に淡路街道・讃岐街道、西方に伊予街道、南に土佐街道が通じる交通の要衝でした。市街は急斜面を連ねる結晶片岩の眉山(標高 290 m)の北麓・東麓からデルタ内、とくに海岸方向に拡がっています。したがって土地条件からみれば、土砂災害および水災害(洪水・高潮・津波)の危険が大きい土地です。徳島平野内にはその地形を反映して、島のつく地名が非常に多くみられます。

人口は市制開始の 1890 年に 6 万で、現在は市域は大きく拡大したこともあって 26 万です。吉野川の下流域では、江戸時代から明治中期までは藍の栽培が広く行われていました。この葉藍生産のために、肥沃な土壌を供給する洪水氾濫をある程度許容していたといわれます。低湿なデルタ沿岸域には蓮田が多く、蓮根の一大生産地になっています。

2. 土砂災害

四国北東部は日本で有数の地すべり地帯です。地すべり指定地は、結晶片岩類からなる剣山地(四国山地の北東部)の全域に、および讃岐山地の南半部(中央構造線沿いの砂泥岩地域)に非常に多数分布します(図 5)。

讃岐山地では、砂岩と泥岩の互層よりなる和泉層群が断層運動により破碎され、泥岩層がすべり面となって、やや運動の速い地すべりを起こしています。地すべりは地層が東北～東南方向に傾斜するところで多くみられます。

三波川変成岩は、白亜紀の海底堆積層がプレート沈み込みにより押し縮められ、大きな圧縮力により変質して形成されたものです。変成岩は細かく破碎されており、また、種々の粘土鉱物が生成されているので、水を含むと容易に地すべりを起こします。この地域では剥離性である黒色片岩が、すべりを起こす主要な地層面になっています。すべりの速度は一般に遅くて、慢性型地すべりと呼ばれています。

地すべりは山地内に緩い傾斜地をつくり水が豊富なので、農耕および居住の適地を提供します。このため剣山地内には奥深くにまで山腹集落が点在して分布します。

地すべりは非常に多いものの、地すべり警戒区域数は徳島県全体で 65 箇所(内特別警戒区域は 0)ときわめてわずかです。急傾斜地および土石流を含めた土砂災害警戒区域の総数は 5,336 箇所、他県に比べてかなり少ない数です。

徳島市における土砂災害警戒区域は 510 箇所(内特別警戒区域は 462)あります(図 6)。

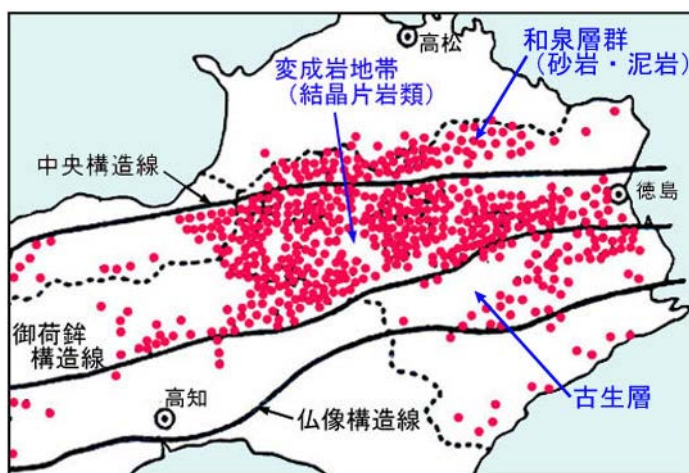


図 5 地すべり指定箇所(徳島県資料)

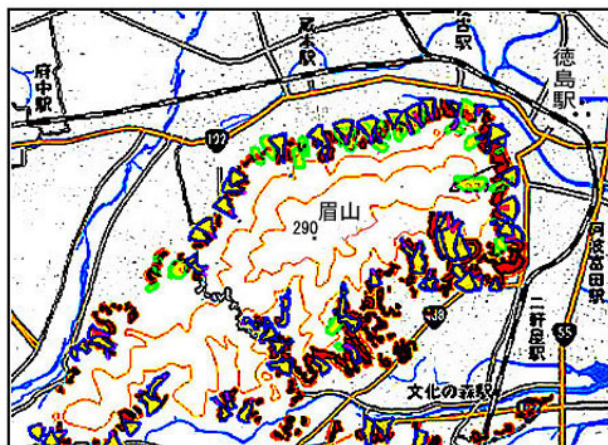


図 6 土砂災害(急傾斜地・土石流・地すべり)の危険区域(徳島県資料)

市街は眉山山麓を取り巻いているので、山地縁辺の全域が警戒区域となっています。なおこのような土地条件のわりには、これまでの土砂災害事例はあまり多くはありません。

3. 洪水災害

徳島の年平均降水量は 1,200 mm で、日本列島全体の平均約 1,600 mm よりはかなり少ない値です。これは、寡雨地帯である瀬戸内地域に隣接するところに位置するからです。瀬戸内は周囲が大きく山地で囲まれる盆状域で、外海からの湿った気流の流入が妨げられ雨量が少ない地帯になっています。

一方四国の中央部は、年降水量が 2,000 mm 以上（剣山で約 2,700 mm）、南部は 3,000 mm を超える多雨地帯です。台風が接近したときに南東からの多湿気流がぶつかる剣山地では、しばしば豪雨が降ります。九州西方海上で長時間停滞した 1976 年台風 17 号による豪雨では、剣山地の木頭において最大日雨量 1,114 mm、総雨量 2,781 mm という現在でも日本最大の豪雨を記録しました。

吉野川の流域は四国山地の脊梁部を越えて南に伸び、その最南端は高知湾からわずか 15 km のところにあります。このため、吉野川下流部では弱い雨の時でも、四国南部で雨が強いと、下流部平野にて洪水が起ることになります。このような洪水は「土佐水」とよばれていました。一方阿波領内で降った雨による洪水は「御領水」です。

洪水は狭い谷底低地および扇状地・段丘の下刻河道内を流れて徳島平野で一気に氾濫します。治水施設の規模を決める基準となる計画降水流量は $18,000 \text{ m}^3/\text{s}$ （これ以外に $8,000 \text{ m}^3/\text{s}$ をダムで調節）と、流域面積がはるかに大きい利根川のその $17,500 \text{ m}^3/\text{s}$ を超え、最大の豪雨地帯である紀伊山地を流れる熊野川の $19,000 \text{ m}^3/\text{s}$ に次ぐ大きさです。

吉野川はかつて「四国三郎」と名づけられる日本の代表的な暴れ川とされ、中世以来、水害防備林配置・新川開削・堰設置・堤防築造など種々の治水対策が実施されてきました。江戸初期から幕末までのおよそ 200 年間に、阿波領内で約 100 回の風水害があったという記録があります。

江戸時代の記録に残る大洪水は、1722 年、1801 年、1843 年、1849 年、1857 年に起っています。1849 年（嘉永 2 年）の洪水では、堤防決壊により三好郡で死者 250 人をだしています。河口部では河川氾濫水により堤防が内側から決壊し、海水の流入が生じました。1857 年（安政 4 年）の洪水では、吉野川破堤により川内町（現徳島市）で 350 戸が倒潰しました。旧吉野川は決壊しデルタのほぼ全域が浸水しました。

明治になっても洪水がたびたび発生したので、オランダ技師デレーケの調査・立案による河道開削などの治水工事が 1885 年から始められ、反対運動で工事が一時中止されるなどの経過を経て、1927 年に現在の直線的な本川河道と連続堤防がひとまず完成しました。この間における最大の洪水は 1911 年の「土佐水」による洪水で、被害は、死者 27 人、全壊 164 戸、半壊 308 戸、床上浸水 13,255 戸、床下浸水 5,478 戸などでした。

1927 年以降吉野川本川堤防の破堤・決壊は起っていません。昭和以降における最大流量は 2004 年 10 月の台風 23 号による $16,400 \text{ m}^3/\text{s}$ で、 76 km^2 が浸水し、住家浸水は 2,720 戸でした（図 7）。浸水は旧吉野川低地における内水氾濫、台地・扇状地における支流の氾濫および内水氾濫が主でした。

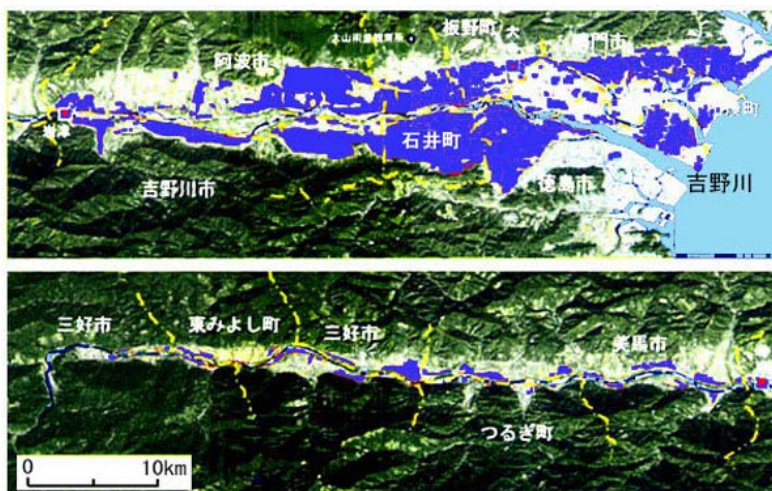


図 7 2004 年 10 月洪水の浸水域(国土交通省資料)

剣山地で日本最大の日雨量を記録した 1976 年台風 17 号では、最大流量 11,400 m³/s、流失・全壊 109 棟、床上浸水 3,880 棟、床下浸水 25,713 棟の大きな被害が生じました。徳島県全体の死者は 10 でした。1961 年第二室戸台風では小松島で最高潮位 4.32 m(最大偏差 1.9 m)の高潮が発生しました。高潮および河川氾濫による浸水面積は 66 km²、住家浸水は 25,110 棟でした。戦後において浸水数 1,000 棟を超えた水害は 8 回です。

4. 地震・津波災害

四国北東部において最も脅威となる地震は、南海トラフにおける海溝型巨大地震である南海地震です。内陸での大きな地震はほとんど起きていません(図 8)。中央構造線断層帯・長尾断層系・鮎喰断層など近傍の活断層の活動度は低く、今後 30 年以内に活動して大きな地震を起こす確率はほぼ 0%です。中央構造線断層帯(讃岐山地南縁～石鎚山地北縁東部)の平均活動間隔は 1400～1700 年、最新発生時期は 1600 年ごろとされています。典型的な活断層地形をつくってはいるものの、現在の活動度は高くないようです。

南海地震はフィリピン海プレートの沈み込みにもともなって繰り返し発生し、その間隔は 100～150 近年大きな被害を起こした地震には、1707 年宝永地震(M8.6)、1854 年安政南海地震(M8.4)、1946 年南海地震(M8.0)があります。宝永地震は南海トラフ全域の活動によるもので、徳島県下で死者 420 人以上、流失・全壊 920 棟以上という被害となりました。安政南海地震は、安政東海地震(M8.4)の 32 時間後に発生したという南海トラフ連動地震でした。徳島のすぐ南にある小松島では全戸約 1,000 のほぼ全てが被災したとされています。

昭和南海地震の震源は安政南海地震の少し南で、徳島からの距離は 200 km です。徳島における震度は 5、津波の高さは 1.5 m、地盤沈降量は 0.3 m でした。被害は、徳島平野で死者 20 人、流失 50 戸、全壊 150 戸、浸水 500 戸以上、徳島市で死者 2 人、全壊 23 戸などでした。徳島県南部の海岸では津波被害が著しくて、県全体では死者 202 人、流失 413 戸、全壊 602 戸などが生じました。

1995 年兵庫県南部地震(M7.3)では、強い地震波が北東方向に放出されたので、すぐ対岸の淡路島で大きな被害が生じたものの、徳島県では全壊 4 棟、半壊 84 棟など被害は大きくはありませんでした。

発生が懸念されている南海トラフ巨大地震で想定されている津波の高さは徳島海岸で 4 m、それによる浸水域は海岸からほぼ 5 km の範囲です(図 9)。浸水は眉山の山麓にまで及びます。



図 8 南海地震の震源域と主要活断層

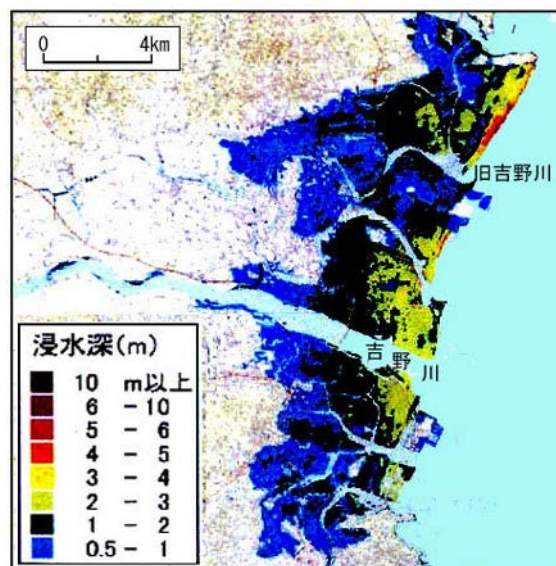


図 9 津波浸水予測図(最大津波モデル)(徳島県資料)

貝塚・成瀬・太田(1985)：日本の自然 4, 日本の平野と海岸. 岩波書店
建設省(1993)：吉野川百年史
国土地理院(2010)：土地条件図 徳島
太田ほか編(2004)：日本の地形 近畿・中国・四国. 東京大学出版会

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 29 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)