

## 8. 濃尾平野

－日本で面積最大のゼロメートル地帯

### 1. 平野の形成

日本の大きな平野は地殻の沈降域に形成されています。中央が窪む、片方に傾くなど沈降の様式とその速度は、地盤高の分布・河川流路の位置・沖積層の厚さ分布などを決め、高潮・河川洪水・内水氾濫および地震の危険度に大きく関わっています。

濃尾平野は西に傾くという傾動運動の場に、木曾川など周辺山地から流れ出す河川が運搬物質を堆積してできあがった平野です(図1)。平野の西縁にはほぼ垂直にずれ動く活断層(養老-桑名断層)が南北に走り、これを境に平野側が沈降を続けています。堆積した地層は時間を経るほど傾斜を増すので、下部の地層ほど急な勾配で西に傾いています(図2)。この地層の一方向への傾斜(単斜構造)は被圧地下水層をつくり、平野西部では井戸を掘ると自噴します。空隙の大きい砂礫層は地下水を多量に含む滞水層になりますが、この上に難透水の泥層が載っていると、平野東部地表で砂礫層中に浸透した地下水が西に向かって深くに流動していくに従いより大きな圧力をうけるので、井戸を掘ると自然に噴き出すのです。養老断層の東には並行する断層の存在が推定されており、これに沿って深くにある高温の地下水が上昇してくるので、木曾川河口においてさえも温泉があります。リゾート地となっています。

約2万年前にあった氷河期の海面最低下時には、海岸線は伊勢湾の出口付近にまで前進し、濃尾平野はかなり勾配のある盆状地となり、ほぼ全域が扇状地でした。後氷期の海面上昇に伴いこの扇状地を構成する礫層の上に堆積した地層が沖積層に相当します。その厚さは平野西端において最大50mほどですから、最近2万年間における平均の沈降速度は約2.5mm/年になります。垂直の地殻運動としてはこの速度はかなり大きい部類に入ります。なお、傾動運動は第四紀(170万年前以降)になって始まり、この間における平均沈下速度はおよそ1mm/年です。地下水の過剰揚水を原因とした人為による地盤沈下の速度は、最近では数mm/年程度、最大で10mm/年であり、自然の沈降の速度は無視できない大きさです。

この傾動運動と地盤沈下により日本で最大のゼロメートル地帯が出現しています。その北限は養老山地沿いに30km内陸にまで入り込んでいます。標高0m以下の地域の面積は250km<sup>2</sup>、平均満

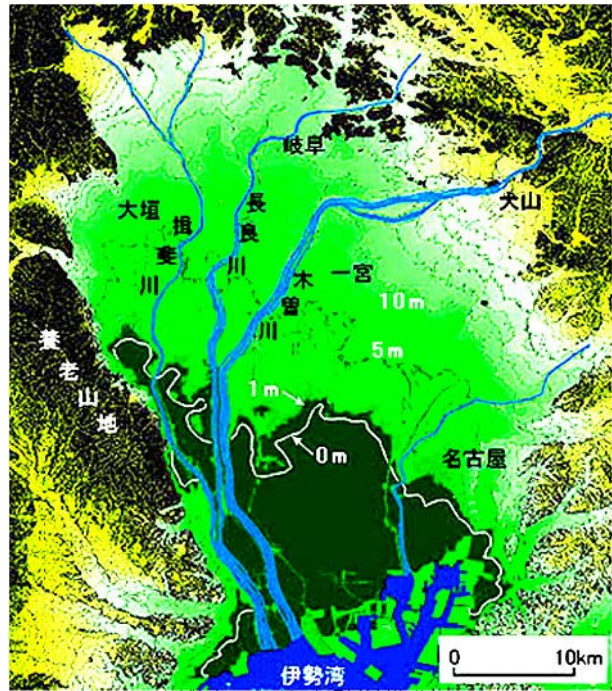


図1 濃尾平野の地形

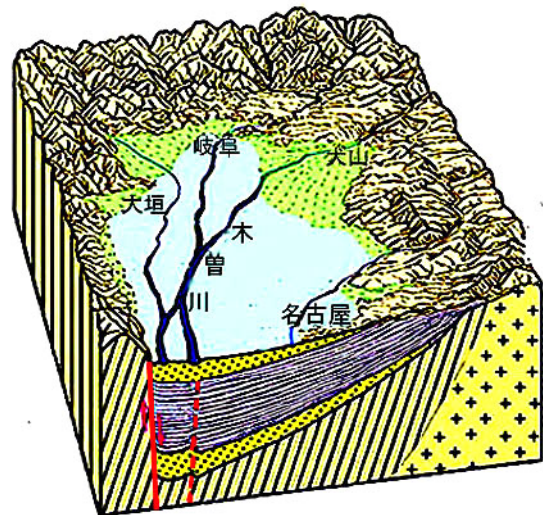


図2 濃尾平野の地下断面  
(貝塚ほか, 1985)

潮位 (T.P. 1.2 m) 以下の地域の面積は約 350 km<sup>2</sup> です。地盤沈下の原因の 1 つには、非常に多数ある自噴井による農業用水・生活用水の取水があります。

後氷期の海面上昇は 6,000 年前にピークに達し、海は最大 30 km ほど内陸にまで侵入していました。当時の海岸線は現在の標高でおよそ 5 m の位置にあったと推定されます。その後のゆっくりとした海面低下と、河川運搬土砂の堆積の進行により、浅海底堆積面(デルタ)は陸化して、海岸線は前進しました。奈良時代(8 世紀ごろ)には標高およそ 3 m の位置に海岸線がありました。この位置は河川堆積による氾濫平野と海的作用下で形成されたデルタとの境界にほぼ相当します。その後は主として干潟の干拓および近年における大規模埋め立てにより、海岸線はさらに最大 20 km ほど前進しました。濃尾平野は扇状地平野、氾濫原性平野、三角州が上流から配列し、さらに広い海岸埋立地も加わるといった典型的な堆積平野です。

濃尾平野には木曾川・長良川・揖斐川の 3 つの大きな河川が流れ、木曾三川と呼ばれています。木曾川は最大の河川で、上流域に標高 3,000 m の高起伏花崗岩山地があるので、多量の土砂を運搬しています。流域内には盆地などの堆積地はなく、木曾谷と呼ばれる狭い河谷を流れて平野に流れ出てくるので、平野への出口に粗粒砂礫の堆積による大きな扇状地平野がつくられています。西に傾く沈降運動に、平野の東側から流入する木曾川の大きな堆積作用が加わって、木曾三川の流路は平野西部に集まり、かつては縦横に交錯して流れ複雑な流路網をつくっていました。

この河川乱流域に居を構えた住民は、上流側から始まり次第に周囲全体を取り囲む輪形の堤防(輪中堤)を築いて、水害から集落と農地を守る手段としました。尾張藩の領地を守る、弱小藩や飛地をおくなどの徳川幕府の政策も、地区ごとの排他的自衛対策である輪中の形成を促進しました。網状の流路に沿った高い自然堤防が連なるのでこれを利用して輪中堤が作りやすい、という平野の地形条件も好都合でした。本流と支流に挟まれ先が閉ざされた地形である袋状低地や河川が網状に分流する三角州の中洲によくみられるように、周囲を堤防で囲んだ土地は日本の他地域にもありますが、特有の自然的・社会的条件により水防共同体としての典型的な輪中が展開しているのは、この木曾三川下流域です。典型的な輪中が形成されたのは江戸時代末期から明治初期にかけての頃で、その総数は約 80 あり、そのうちの 9 割が木曾川の西方(右岸側)につくられました。輪中は洪水の危険とそれへの対応の歴史を示すものです。

## 2. 高潮災害

濃尾デルタが面する伊勢湾は南に開口し水深が小さく奥深いために、強風による海水吹き寄せが大きくなるので、高潮の危険が非常に大きい湾です。高潮災害の回数は明治以来 10 回を超えます。その大きなものには、1870 年、1889 年、1896 年、1912 年、1921 年、1959 年の災害が挙げられ、明治時代にはたびたび大きな高潮災害が起こっていました。とりわけ 1896 年の高潮は大きくて、海水は 18 km 内陸にまで進入しました。

1959 年の伊勢湾台風による高潮災害は史上最大規模で、伊勢湾沿岸の高潮被災市区町村における死者数は 4,080 人にもなりました。なお、この台風による全国の死者数は 5,040 人でした。名古屋港における高潮最大偏差(天文潮を差し引いた潮位)は 3.45 m で、観測史上最大でした。

台風は中心示度 930 hpa という猛烈な勢力で潮岬付近に上陸し、平均時速 70 km (秒速 20 m) という高速で北北東に進み、21 時過ぎに名古屋西方 40 km のところを通過し、富山湾に抜けました。この進路は進行右側の伊勢湾の湾奥に継続して海水を吹き寄せるコースとなったので、最大潮位 3.89 m という大きな高潮が湾奥で発生しました。

この 6 年前(1953 年)に 13 号台風が、潮岬東方通過時の中心気圧 930 hpa という伊勢湾台風に匹敵する強さでもって伊勢湾に来襲し、伊勢湾中央部を西から東へと横断して、進行右側にあった三河湾で最大 3 m の高潮を引き起こしました。しかし、伊勢湾の湾奥は進行の左側になったので、最接近時には北からの風になり吹き寄せは起こらず、名古屋における高潮被害はわずかでした。

台風の風は反時計回りで吹くので、南からくる台風の進行東側では、風向が東方向から南方向へと変化して、最接近時には強い南風（進行方向に平行の風）が吹きます。伊勢湾は「く」の字のような形で、太平洋に向け南東方向に開口しています。このため、まず東方向からの強風によって沖から湾内に送り込まれた海水は、しだいに南向きになっていく風によりさらに湾奥へとまっすぐに吹送される状態が続き（吹送距離が長くなり）、平均水深が20 mという浅い条件も加わって、海水吹き寄せ・滞留により湾奥の潮位が大きく上昇しました（図3）。

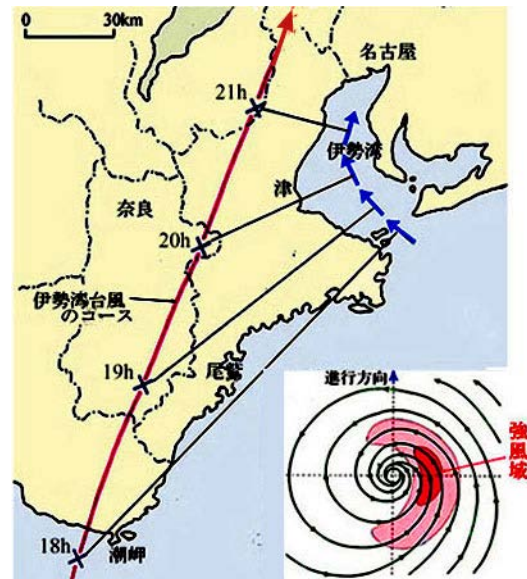


図3 伊勢湾台風のコースと海水吹き寄せ

この記録的な高潮は、海岸堤防を越流しあるいは破壊して内陸に進入し、300 km<sup>2</sup>を水没させました。海岸および河川の堤防の破堤は220箇所、総延長は33 kmに達しました。海岸堤防の破堤の主原因は、越流・越波した海水による裏のり面の洗掘でした。高潮海水の到達範囲は沿岸低地の地形によって決められます。広大なデルタ低地域における浸水域限界の標高はほぼ0～1 mで、到達距離は最大で海岸から20 kmにもなりました。標高が海面下であるデルタ沿岸では、浸水深は5 m近くになり、浸水期間は80日を超えました（図4）。

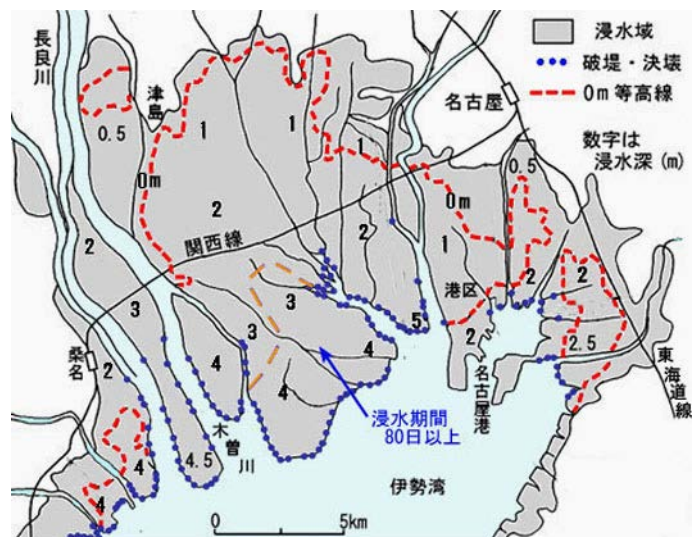


図4 伊勢湾台風高潮の浸水域・浸水深

陸地内に流入する高潮の流速は、海岸部では時速数 km 以上と速いものの、一般に上り勾配を示す陸地面を内陸に進行するにつれて急速に低下します。したがって広いデルタ内では進入に数時間以上といった長い時間を要します。

一方この間に、台風が遠ざかることによる気圧上昇と風速低下により、海面は平常潮位に向かって低下していきます。一般に最大潮位の後5～6時間程度で、平常の潮位に戻ります。海域での潮位低下は陸地内に流入した海水を引き戻すので、広い平野では、高潮最大潮位までの標高の範囲が全面浸水するという事は起きません。また、低地内の鉄道・道路の盛土路盤や河川堤防は海水の流入を妨げて、その内陸側での水位を低下させます。

被害は高潮流入の勢力が非常に大きい海岸部で集中発生しました。とくに、避難する高地などないデルタ沿岸部、とりわけ干拓地では多数の死者がでました。これに対し高潮の直撃を受けない内陸部では、全面浸水を被っていても人的被害は少なくなっています。住家流失全壊数と死者数との比で簡易に示す人的被害度は、デルタ沿岸区町村（南区、港区、弥富町、木曾岬村、長島町など）においてデルタ内陸町村のその約8倍という大きさを示しました（図5）。住家損壊数は居住域に実際に作用した加害力の大きさを間接的に示す値になります。被害度が最も大きかったのは、最前面に位置する鍋田干拓地で全戸が流失し、死者率は42%という著しいものでした。災害後、2階の屋根に突き出た小さな3階をつくり、避難場所および脱出口とした家屋が多数つくられました。デルタ沿岸では中層の鉄筋コンクリート建物を配置して避難所とする必要があります。

暴風警報は10時間前の当日朝に出されていたのですが、事前避難対応はほとんどありませんでした。6年前の13号台風の軽微な被害が危険意識を薄めていたことが考えられます。この2年後、大阪は第二室戸台風の高潮により臨港市街地が広範囲に浸水しましたが、高潮による直接の死者は数人程度でした。この違いは、大阪が室戸台風など近年たびたび大きな高潮に見舞われているという直接の災害経験に、同じような土地条件にある名古屋での大災害の教訓が加わって、迅速・的確な避難行動が行われた結果によるところが大きいと推測されます。災害経験はすぐに風化します。災害を忘れないようにし地域・地区の災害危険性をよく知っておくことがなによりも大切です。

伊勢湾台風災害後、海岸部における高さ5mの防潮堤および名古屋港高潮防波堤の建造が進められ、1964年に完成しました。防波堤は湾の最奥部を名古屋港中央埠頭の沖9kmのところではぼ塞ぐ長さ8.3kmの海中の堤防で、これにより高潮のピークを0.5m、波高を0.7m程度低下させる効果があるとされます。1972年20号台風(大型で並の勢力)は伊勢湾台風とほとんど同じコースをとり、最大潮位2.57mの大きな高潮を引き起こしましたが、高潮の内陸侵入はほぼ阻止され、愛知・三重両県の被害は死者3、全壊・流失21、浸水5,665と大きいものではありませんでした。

### 3. 輪中と洪水

木曾三川は地盤高のより低い平野西部に集まり、かつては相互に連結し複雑な河道網をつくっていました(図6)。河床の高さは、東にある木曾川にくらべ西の揖斐川では2~3m低くなっています。このため木曾川の洪水が長良川へ、ついで揖斐川へと流れ込んで頻繁に氾濫を繰り返していました。また、流域がより小さく西にあって雨の降り出しが早いことの多い揖斐川がまず最初に出水すると、こんどは長良川、木曾川へと洪水が及ぶこととなります。このため三川を分離する工事が江戸時代から行われましたが(薩摩藩が行った宝暦治水が有名)、完成したのは明治末期のことでした。尾張藩を守るためにつくられたとされる木曾川左岸の延長48kmの御囲堤は例外として、現在のように河沿いに連続する堤防がつくられるようになったのは明治に入ってからのことです。それまでは河を閉じ込めるのではなくて自らを囲い込む輪形の堤防が中心でした。この輪中堤は一般に不完全なもので、木曾三川の氾濫による水害を頻繁に被りました。江戸時代において輪中堤の破堤を伴った水害は1~2年に1回、明治期には2~3年に1回の頻度で起こっていました。明治における最大の水害は1896年(明治29年)のもので、輪中地帯のほぼ全域が破堤・浸水を被ったとされています。

最近の破堤洪水には、1976年の台風17号による長良川の氾濫があります。破堤は新幹線鉄橋の600m下流の岐阜県安八町地先右岸で起こり、安八町と墨俣町の約17km<sup>2</sup>が浸水しました。この浸水域にはかつて6輪中がありました。その輪中堤の多くは戦後の土地改良事業や道路整備によって取り壊されて連続性を失っていたため、浸水域の拡大を許すことになりました。しかし、南に隣接する輪之内町との間に残されていた海拔高9mの福束輪中堤はその役割を立派に果たして、下流域への氾濫拡大を防ぎました。この輪中堤は県道によって2箇所カットされていましたが、そこにはなお水防資材倉庫が設置されており、水防団や地元住民による土のう積みが間に合いました。氾濫水が到達したのは破堤から5時間後のことでした。この輪中堤がなかったなら、ゼロメートル地帯に続く下流低湿地へと浸水域は大きく広がったはずですが、しかし一方、これは上流地区へと浸水域を拡大し、浸水の

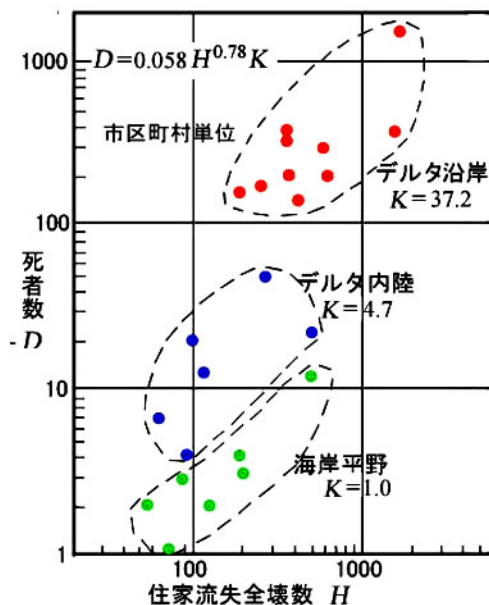


図5 伊勢湾台風災害における地形別の人的被害度

深さと期間を大きくする結果をもたらしました。輪中地帯に限らず、洪水災害では必ずといってよいほど地区間、上下流間の利害が相反します。

輪中堤は自然堤防をつないでつくられています。自然堤防とは洪水が自然状態の河岸から溢れ出すときに、その側面に粗い砂質物を堆積させてできた堤防状の高まりです。この地域は木曾三川が乱流していた広い氾濫原の中央部にあたり、比高1～3m程度の自然堤防がよく発達しています。その標高は高いところで8～9m程度です。洪水ピーク時の浸水位は7.4mであったので、自然堤防上では浸水を免れたり、あるいは床下浸水程度で済みました。

輪中は多重的手段で洪水から自己を防衛する水郷農民の知恵です。地区への河川水流入を防ぐ輪形の堤防がまずつくられますが、これが突破された場合に備えて、盛土や石積みによって一段と高くした敷地に水屋と呼ばれる別棟を建てて、倉庫および避難所としました。一般の住家も屋根裏の棧を太く床板を厚くして、避難所や物置として使えるようにしました。洪水流の衝撃を弱めるために、家の周囲を樹林・竹やぶ・石垣などで囲みました。竹やぶの竹は水防資材として利用できます。1階の床は高くして床上まで浸水しないようにしました。軒下や土間の天井には上げ舟とよばれる舟を吊り下げ、避難用としました。敷地を高くするために周囲の低地から土をとって盛土が行われ、その跡が集落の周りの堀として残りました。共同の水防活動や被災した場合の相互扶助のしきたりもつくられていました。

輪中という水防共同体は、土地の水害脆弱性についての共通認識の上に成り立っています。かつては孤立した自然のなかで、自らの努力で自らを守るといった気概が養われていました。しかし、新幹線・高速道路の建設や大工場の進出が行われ、昔は渡し舟を使って越えていた大川に立派な橋がかかり孤立状態は解消されて、運命共同体的な意識は薄らぎ、社会的な意味での輪中は崩壊していました。輪中は排他的な側面を持っていますが、その良い面は取り入れて、コミュニティの災害防備の態勢を高めておくことが、洪水に対して非常に脆弱な地域では必要です。

#### 4. 地震災害

濃尾平野は活断層により囲まれています。その活動度は全般に低く、30年以内発生確率は養老—桑名断層がほぼ0～0.7%とやや高いだけで、それ以外はほぼ0%です。この地域に大きな揺れをもたらすのは南海トラフの活動による東南海地震で、30年以内発生確率は60%、起こった場合の濃尾デルタにおける震度は6弱とされています。

1891年濃尾地震(M8.0)は最大の規模の内陸地震で、被害は岐阜県で死者5,184人、住家全壊152,690戸など、愛知県で死者2,638人、住家全壊39,098など著しいものでした。被害は断層が生じた根尾谷と濃尾平野に集中発生しました(図7)。

地震による住家被害と地形・地盤条件との関係は密接です。愛知県・尾張地方の町村単位で、震央からの距離と住家被害率との関係を地形別に示したのが図8です。住家倒壊率(半壊の1/2と全壊との和を全戸数で割った値)は、震央近くで100%に近く、離れるにつれ地形による差が大きくなっていきます。震央近くでは非常に激しい震動のため地盤に関係なく倒壊率はほぼ100%になります。被害

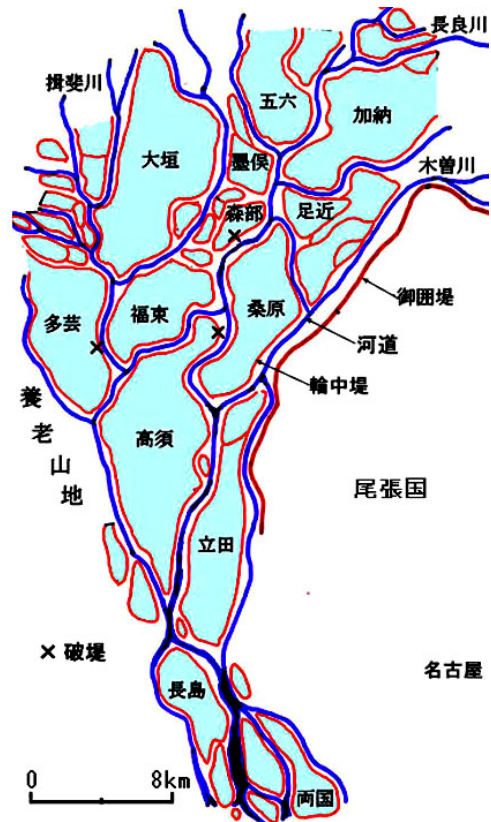


図6 濃尾平野の輪中(国土地理院, 1975)

率は100%を超えることはないので、地形種類ごとに震央距離と倒壊率との関係を示す直線は倒壊率100%のある1点に集中していきます。

図8では震央距離がほぼ30kmのところとその点があります。震央距離(L)と住家倒壊率(Hr)との関係は図中の式で与えられ、Kが大きいほど倒壊率の距離による低下が大きいことを示します。Kの値は丘陵地0.079、台地0.059、扇状地0.057、氾濫平野・三角州(沖積層厚10m未満)0.031、同(沖積層厚10~25m)0.019、同(沖積層厚25m以上)0.014となり、地盤の硬軟の程度に全く対応しています。沖積層厚の厚さの影響も明瞭です。震央距離45km付近に倒壊率80~90%の町村が集まっていますが、これは埋没谷状に沖積層厚が大きくなっているところにあたります。この45km地点における被害率を比べてみると、丘陵地で約3%、台地・扇状地では約8%で、震源から離れるにつれ地盤条件による住家倒壊率の違い、つまり地震動強さの違いがこのように大きく現われてきます。住家全壊率の分布を主な根拠として、岐阜から名古屋に向かう潜在断層の存在が推定されましたが、この分布は地形の違いにより説明できます。

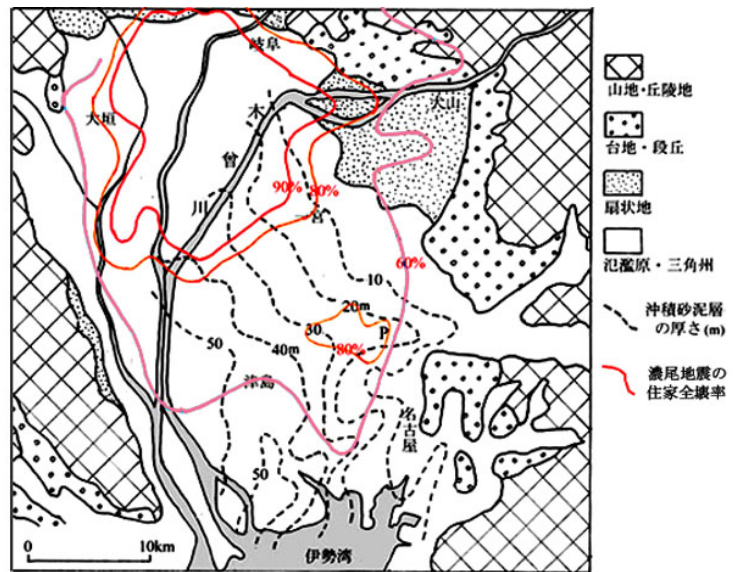


図7 濃尾平野の地形および沖積層厚さ

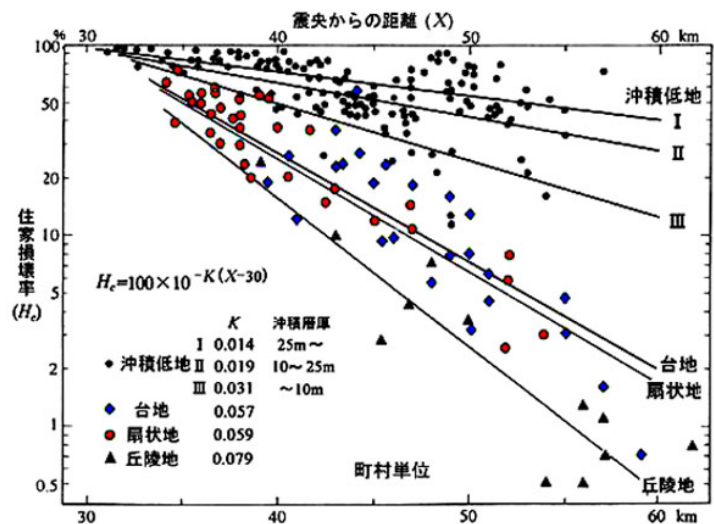


図8 濃尾地震の地形別住家損壊率

気象庁(1961):伊勢湾台風調査報告. 気象庁技術報告第7号.

建設省地理調査所(1960):伊勢湾台風による高潮・洪水状況調査報告.

国土地理院(1975):土地条件調査報告書(濃尾地域).

名古屋大学災害科学調査会(1964):伊勢湾台風災害の調査研究報告.

飯田波事(1979):明治24年10月28日濃尾地震の震害と震度分布. 愛知県防災会議地震部会.

阪口ほか編(1986):日本の自然3,日本の川. 岩波書店.

貝塚ほか編(1985):日本の自然4,日本の平野と海岸. 岩波書店.

防災基礎講座:地域災害環境編

[http://dil.bosai.go.jp/workshop/06kouza\\_kankyo/](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)