第3章 災害の特性

第1節 誘因としての特性

1 気象 台風とそれによる風、降雨

(1) 台風の概要

1959(昭和34)は23個の台風が発生しており、ほぼ平年並みの発生数であったが、7月まで の発生数は5個と少なかった。しかし、8月になると、北西太平洋の熱帯域の対流活動が活発 化して、台風の発生数も増え、8月に5個、9月に5個、10月に4個が発生した。また、日本 付近に接近する台風も多くなり、8月には6号(九州)と7号(東海)が上陸し、9月には15 号(近畿)、10月には16号(四国)も上陸した。上陸した台風の中では、15号台風が規模におい ても勢力においても突出しており、極めて甚大な被害が発生した。特に被害が大きかったのは 東海地方で、伊勢湾沿岸における高潮の被害は甚大であったため、気象庁はこの台風を「伊勢 湾台風」と命名した。

1959年9月20日9時、マーシャル諸島近海の北緯11度、東経160度付近に弱い熱帯低気圧性の循環の発生が確認された。この渦は、西北西進した後、21日朝からは北向きに進んで次第に発

達し、21日21時には、グァム島の東海上 の北緯14.8度、東経150.0度に達して中心 気圧は1002hPa(当時はmbを使用してい た)に深まり、台風5915号となった。こ の台風は、発生から1日後の22日21時に は中心気圧が960hPaと24時間で40hPaを 超える急発達をして、マリアナ諸島北部 を北西進した。台風はその後も急発達を 続け、23日9時には、中心気圧が905hPa と半日で55hPaも深まり第1級の台風へ と成長した。

当時は台風が発生すると米空軍の台風 偵察機が定期的に台風中心の貫通飛行を 行って、台風の動きを監視しており、台 風周辺の風の分布の観測や、眼の中に



- 29 -

入ってドロップゾンデ(高層気象観測装置で気圧、気温、湿度等を観測し、送信する)を投下 して台風の勢力や構造を正確に捉えていた。この台風においても発生から監視を続けており、 急激な発達をした23日には、5時、11時、15時の3回台風偵察機が台風中心に入ってドロップ ゾンデを投下している。この観測記録によると、5時の観測で中心気圧は929hPa、11時の観測 で中心気圧は905hPa、さらに15時の観測では、父島の南約900kmの北緯19.0度、東経142.9度の 海上において、この台風の最低気圧となった894hPaを観測した。発生からわずか2日足らずの 短時間で最盛期を迎える想像を超える発達であった。参考ながら、台風の中心気圧が900hPa以 下に深まる例は、1年に1個弱程度であり、これらの台風が日本列島に上陸する例となると数 年に1個程度である。米空軍による台風の飛行機観測が行われたのは1945年から1987年までの 期間であり、この間で最も深い中心気圧を観測したのは台風7920号(1979(昭和54)年)の870hPa であり、最盛期の勢力としては特に記録的なものではなかった。

マリアナ諸島の北西海上で最盛期を迎えた台風5915号は、毎時20~25kmの速さで北西に進み、 25日午後には潮岬の南およそ1,000kmの海上に達し、次第に北向きに進路を変えた。この間の中 心気圧は900~910hPaと最盛期の勢力を維持しており、最大風速も70m/s前後に達し、1000hPa 半径は最大で700km(25日9時)に及ぶ超大型の台風となっていた。

北に向きを変えた台風5915号は26日9時には北緯30度線に達した(図3-2)。このときの中 心気圧は925hPa、最大風速60m/s、風速25m/s以上の暴風域は中心の東側400km、西側300kmの広 さを持ち、依然として超大型で猛烈な勢力を保っていた。この頃から本州から九州にかけての 太平洋側では風雨が強くなり、26日午後には東海地方から九州までが、暴風域に入った。



図3-2 1959年(昭和34年) 9月26日9時の地上天気図(気象庁、1961)

台風5915号はその後も北上を続け、26日18時過ぎ和歌山県潮岬の西に上陸した。潮岬測候所 では18時13分に最低気圧929.5hPaを観測した(図3-3)。本州・四国・九州に上陸した台風の 上陸時の最低気圧としては、1934(昭和9)年の室戸台風(室戸岬測候所で911.9hPa)、1945 (昭和20)年の枕崎台風(枕崎測候所で916.6hPa)に次ぐ第3位の記録であった。上陸時には 九州北部から関東南部にかけて、風速20m/s以上に達し、東海・近畿・四国東部では風速25m/s を越える暴風となった。上陸時まで台風が最盛期の勢力を維持した原因は、最盛期に達してか ら上陸までの日数が3日と短かったことと、海面水温が高かったことが考えられる。図3-4 は台風上陸前の海面水温の分布図である。台風の北上してきた紀伊半島の南海上は周囲に比べ て高温であり、台風の勢力を維持するに十分な水温であった。



図3-3 潮岬の気圧自記記録 26日12時~27日9時(気象庁、1961)



図3-4 台風接近前の海面水温分布図(気象庁、1961)

紀伊半島に上陸した台風は、毎時70km近い速度で紀伊半島、東海地方西部を通って27日0時 に富山市の東を通って日本海に進んだ。中心が通過した紀伊半島から東海地方西部では、猛烈 な雨が降った。台風は内陸を通過する間に地形の影響を受けて中心付近の気圧傾度が急峻な部 分が崩れて、日本海に進んだ頃には中心気圧は965hPaと浅くなった。台風上陸後は、進行方向 左側(西側)での衰弱が大きく、右側(東側)は岐阜県中部に進んだ頃からようやく衰弱が始 まっている。この変化は、台風の移動効果によって東側の風が強まったことが第一の要因であ るが、中心の東側と西側の地形分布も要因と考えられる。紀伊半島の東に広がる海からの南風 が吹き込み続けたのに対して、西側は四国や近畿地方の陸地が大部分を占めているため、北風 を弱める働きをしたと見られる。

台風はその後、やや衰えながら北陸・東北地方の沿岸を北北東に進み、27日朝、東北地方を 横断し、北海道の南を東北東に進んで、27日21時根室の東海上で温帯低気圧に変わった。東北 地方や北海道においても所々で最大風速が20m/sを超える暴風となったが、30m/sを越える猛烈 な風はほとんど見られなくなった。

(2) 暴風

台風5915号の上陸・通過に伴い全国的に強風や暴風が吹き荒れた。最大風速が20m/s以上を観 測した気象官署は九州から北海道までの広い範囲に及んでおり、四国東部から関東南部にかけ ての沿岸地方では30m/s以上の暴風となった。この中で、台風の東側に当たった伊勢湾沿岸から、 濃尾平野に向かって舌状に特に激しい暴風を観測したところがあった。伊良湖岬での最大風速 45.4m/s、最大瞬間風速55.3m/s、名古屋での最大風速37.0m/s、最大瞬間風速45.7m/sを記録し ているが、これは50年近く経過した現在も記録が破られていない。東海地方の暴風がいかに猛 烈であったがわかる。これとは別に台風の西側に当たる紀伊水道から若狭湾にかけても所々で 30m/sを超える暴風を観測している。瞬間最大風速の分布にも同様な形状が見られた。最大風速 と最大瞬間風速の関係を見ると沿岸部で1.2~1.5倍となっており、内陸では、1.2~1.8倍となっ ていた。内陸で倍率の高い観測点は平均風速が弱いところに多い傾向があった。

及んだ。 台風が、紀伊半島に上陸して紀伊 半島・東海地方西部を通って富山付 近に進むまで、台風は時速70km前後 の早い速度で移動していた(図3-5)。図中には最大風速が25m/s以上 (緑)、30m/s以上(赤)、40m/s以上 (茶色)の地点を示した。暴風は関 東沿岸まで広がっているおり、台風 の東側で暴風の範囲が広かったこと がわかる。台風が大型であったこと



と早い速度で移動したために、特に進行方向の右半円で風が強まったことを示している。大型 の台風が紀伊半島を北東に進むとき、関東地方では沿岸部を中心に暴風が長い時間持続するこ とがある。一方、台風の西側では、中心が極近くを通過した大阪、奈良、和歌山などでは、25m/s を超える記録はなかったが、やや離れたところに暴風が現れている。地形の影響もあるが、谷 間を抜ける局地的な現象も発生していた。

図3-5中の中国地方の30m/s以上の暴風を観測した地点は、岡山県の津山測候所である。津山測候所より東の岡山県北東部の勝田郡奈義町周辺地域では、台風がこの地方の南から東側を 通過する際に、「広戸風」と呼ばれる暴風が吹くことがある(図3-6)。台風5915号では1934 (昭和9)年の室戸台風の襲来時に匹敵する甚大な暴風被害が発生している。

当時の奈義町役場の報告から凄まじい暴風の様子の一部を抜粋してみる。『9月25日夕刻から 台風15号の接近に伴い「広戸風」が発生した。26日午前3時、広戸風の前兆である山鳴りが凄 まじく響く。午後1時、台風の中も状況調査を行う。風速25m/sくらいの突風と雨が車の前進を 阻む。見渡す限りの稲田は倒伏し豊作の夢も吹き飛んでしまった。午後5時、最大40m/sを記録 する。庁舎の北側の窓ガラスが破損して飛散する。午後5時半、電灯線故障、付近の屋根瓦が 飛散し、電柱が傾く。午後7時、風速30~45m/s、瞬間風速60m/sとなり猛烈な風雨が荒れ狂い、 広戸局電話不通となる。付近の老朽家屋は危険となり避難を開始する。高圧線切断。闇夜の中 でごう音凄まじく家屋が破損しかける。午後8時、行方局電話線不通。警察電話も不通となり、

全く町外との連絡が不可能となり、孤立状態に 陥る。職員は手分けして深夜の中を続いて調査 に出発するも走行全く不可能にして調査できず。 午後10時半、風力次第に衰える。平均30m/sとな る。9月27日午前2時風力とみに衰える。』

台風5915号では、このほか北海道日高地方で も局地的な突風による被害が発生している。台 風による暴風は、中心近傍での暴風だけでなく、 遠く離れた周辺部で、竜巻の発生やここに示し た広戸風のような地域特有の暴風の発生が起こ す例があり、強い台風に伴う一般的な特徴を備 えていた。



図3-6 広戸風被害図(気象庁、1961) 注) A 被害多大域 B 広戸風の影響範囲区域

(3) 台風に伴う雨

台風が北緯20度線に達した24日0時頃から、本州の南海上に東西に延びた前線により熊野灘 沿岸で大雨となった。特に紀伊半島南部で多く、三重県の尾鷲付近では24日正午までの12時間 に約400mmの大雨があった。翌25日には前線は台風の北上に伴ってやや北上し、降雨域は東北地 方から東日本一帯に広がった。25日夕方には揖斐川・長良川流域で一時強い雨となり、25日21 時までの6時間雨量が50mmを越えたところは、揖斐川・長良川流域のほか、紀伊半島東部の一部と関東北部の山沿いの地方であった。26日朝にかけては大きな変化もなく、26日9時までの24時間雨量は紀伊半島東部から中部地方西部にかけて100~200mm、山陰地方東部と中部地方南東部から伊豆地方にかけて100mm以上の降雨があった。

台風5915号が北緯30度線に近づいた26日朝からは四国東部や紀伊半島で本格的降雨が始まり、 台風の北上によって九州を除くほとんど全国で大雨となった。特に紀伊半島では台風が通過し た26日昼過ぎから夜半にかけて一段と激しさを増し、1時間雨量が奈良県の白川で110mm(19 時まで)、入之波で118mm(19時まで)、河合で88mm(18時まで)、滋賀県の政所で63mm(21時ま で)などの猛烈な雨となった。

通過時の激しい雨の状況を毎時間の雨量の記録が残っている奈良県上北山村河合で見ると、 台風の接近の6時間ほど前から時間50mmを越える猛烈な雨が降り続き、台風中心の通過直後ま で続いていた(図3-7)。2日間の総雨量は700mmを超えたが、13時から20時まで7時間は時 間雨量が50mmを越える猛烈な雨が続いた。台風中心が通過した地域では、この観測点と同様に 再接近の数時間前から通過直後までに非常に激しい雨が降っている。これも台風の勢力が強 かったことに起因しており、このような通過時の短時間の激しい降り方が河川の急増水につな がった。



図3-8に26日15時から21時までの6時間雨量分布を示す。台風の進路に沿って200mmを超え た地域が紀伊半島から岐阜県に広がっており、その一部では300mmを超えている。このほか静岡 県の山間部にもピークがある。この地方は台風に巻き込む南からの暴風が中部山岳の地形にぶ つかり雨雲を発達させたことによる。また、若狭湾周辺を含む日本海側にも100mmを超えるピー クが見られる。この方面は台風に巻き込む北風が地形にぶつかり雨雲を発達させたことによる。 台風が岐阜県、富山県を経て、北陸から東北の日本海沿岸を台風が移動したのに伴って、降 水域は次第に北東に進んだ。この頃になると台風中心での猛烈な降雨は不明瞭となって、東海 地方から関東、東北南部の山沿いなど南から南東の強風が山地にぶつかる地域で大雨が続いた。

27日3時までの6時間雨量の分布を見ると、東海、北陸、中部、関東から東北南部の山間部 で100mm以上の大雨となった。



注) 気象庁技術報告第7号の図に100mm以上(緑色)、200mm以上(青色)、300mm以上(茶色) で塗りつぶした。

25日9時から降り終わりまでの総雨量は紀伊半島の山間部が最大で、奈良県の入之波で898mm、 河合で721mm、日出岳で622mmなど600mmを超えた(図3-9)。このほか、三重県から岐阜県に かけては400~500mm、四国東部・山陰地方東部の山岳部・中部地方南部の山岳部・関東地方北 部の山岳部で400~450mmに達する大雨となった。このほかの地域では、東北地方の山岳部で 200mm、北海道東部で100mmの降雨があり、台風の西側に当たった九州では北部の一部で100mm を超えたほかは数mm程度であった。



図3-9 台風5915号の総雨量図

注) A:9月25日9時~26日9時 B:26日9時~27日9時((気象庁、1961)の図に手を加えを色分けした)

北西太平洋域に発生する台風も北大西洋(含むカリブ海)に発生するハリケーンも共に熱帯低 気圧の仲間であり、どちらが強い弱いというものではない。

最盛期の中心気圧を比較して見ると、北大西洋域より北西太平洋域の方が深い記録がある。 2つの海域の発生年代を見ると、北大西洋域では、最近の事例が多く見られるが北西太平洋域 にはない。北西太平洋での記録は、1988年以降は米軍による台風飛行機観測が行われなくなっ たためである。熱帯低気圧の強さは最大風速によるが、比較に十分な資料がないので、最低気 圧のみで比較したのであくまでも参考として見られたい。

表コラム3-1 最盛期の最低気圧の記録

北西太平洋域

北太平洋域

1.1									
	順位	台風番号	最低気圧	日本への影響	J	順位	年	名前	最低気圧
	1	1979年20号	870hPa	紀伊半島上陸 日本列島縦断		1	2005	Wilma	882hPa
	2	1975年20号	875hPa	父島の北を北東進		2	1988	Gilbert	888hPa
	3	1973年15号	875hPa			3	1935	Unnamed	892hPa
	4	1958年22号	877hPa	狩野川台風 伊豆半島上陸		4	2005	Rita	897hPa
	5	1984年22号	880hPa	父島近海を北東進		5	1980	Allen	899hPa
	5	1978年26号	880hPa						
	5	1966年04号	880hPa	伊豆諸島通過、房総沖を北東進					

次に、上陸時の気圧を比較してみる。2005年8月29日ニューオリンズ市に大きな被害をもた らした「Katrina」や、1992年フロリダ半島に大きな被害をもたらした「Andrew」が入っている。 一方、日本での記録は、伊勢湾台風など命名された台風が並んでおり、近年の記録では、第5 位に1993年に鹿児島県に上陸した9313号がある。

上陸時の気圧で見るとアメリカの方が深い記録がある。これは九州~本州に比べ、フロリダ 半島やカリブ海沿岸地方の方がやや南に位置し、最盛期に近い状態で上陸する機会が多いため と見られる。しかし、南西諸島の記録を見ると、1977年沖永良部台風で沖永良部の907.3hPa、 1959年宮古島台風で宮古島の908.1hPaの記録がある。「Katrina」に匹敵する台風も日本列島に 上陸する可能性が十分あることを示している。

表コラム3-2 上陸時の最低気圧

日本(本州・四国・九州)

アメリカ

順位	台風名	最低気圧	起 日	順位	名前	年	気圧
1	室戸台風	911. 6hPa	1934年9月21日	1	Unnamed	1935	892hPa
2	枕崎台風	916. 3hPa	1945年9月17日	2	Camille	1969	909hPa
3	第2室戸台風	925hPa	1961年9月16日	3	Katrina	2005	920hPa
4	伊勢湾台風	929hPa	1959年9月26日	4	Andrew	1992	922hPa
5	9313号	930hPa	1993年9月3日	5	Unnamed	1886	925hPa

コラム4 台風進路予報の現状

伊勢湾台風当時の台風進路予報は、主に地上・高層天気図を用いた予測法と統計的手法を用いており、数値予報はまだ創世期にあった。その後、数値予報が格段の進歩を遂げて、台風進路予報の中心的な役割を持つようになった。

現在の数値予報モデルには、詳細な 地形も組み込まれており、台風の進路 予報だけでなく、暴風や大雨が地形の 影響を受けて増減する状況も良く表現 されるようになった。台風接近時の暴 風や大雨の予報も地域的にきめ細かく 行えるようになった。図コラム4-1 は台風0514号の予想で、中心が九州西 部に上陸するのに伴って、九州山地や 四国山地に南風が当たって雨が激しく なる状況を予想したものである。

伊勢湾台風当時は24時間予報しか発



図コラム4-1 台風0514号の予想

表していなかったが、予測技術の向上に合わせて、現在は72時間予報まで発表している。図コ ラム4-2に近年の台風進路予報の精度の変遷を示したが、48時間予報の精度は1980年代の24 時間予報の精度を上回ってきた。今もより精緻化された数値予報モデルの改良に取り組んでい る。

台風の進路予報や暴風や大雨の予測精度の向上が期待でき、さらに長い時間の進路予報の発 表も可能となり、早期の台風対策の立ち上がりに大きく寄与できる情報の発表が期待される。



図コラム4-2 台風進路予報誤差の経年変化

コラム5 台風進路予報の表示方法の改善

気象庁は、これまで台風進路予報の精度の向上に向けた技術開発を進めると共に、台風予報 を誤解なく、わかりやすい情報として提供するよう努めてきた。図コラム5-1は台風予報の 表示方法の変遷を示したものである。伊勢湾台風(1959年)のときは、扇方式を用いていた。こ の表示方法は、扇の広がり具合が、台風予報のブレ幅を示すもので、扇の広がりが狭い場合は 自信のある予報と考えられる。しかし、この表示方法では速度の誤差が表示されないため、接 近通過の時間のズレを示されない欠点があった。

この欠点を解消するため、1982年6月から進行方向のズレ幅と、進行速度のズレ幅を表現す る方法として、予報円方式を採用した。しかし、1985年台風13号が九州を北上した際に、有明 海で小型漁船が遭難した。漁船は出港前に入手した台風の予報円の周辺付近に当たる海域で操 業していた。予報円を暴風域の予想範囲と誤解したことから起こった遭難であった。実況図に は暴風域が円表示されており、予報進路には予報円が表示されているが、この違いが正確に伝 わっていなかったことが原因の一つであった。このため、1986年7月から予報円と暴風に警戒 を要する範囲(暴風警戒域)を重ねて表示する方法に改めた。

台風の進路予報図には、暴風に対しての警戒が必要な範囲を示すことと、進路予報の誤差の 範囲を示すことが必要で、これらを誤解なく、わかりやすく伝えることを目指して、これから も改善の取り組みが行われる。台風予報を利用する場合は、台風中心の動きにだけ着目するの ではなく、予報円や暴風警戒域を活用することが大切である。



図コラム5-1 台風予報の表示方法の変遷(気象庁資料)

コラム6 魔の9月26日

1954(昭和29)年の洞爺丸台風、1958(昭和33)年の狩野川台風、そして1959(昭和34)年 の伊勢湾台風の3個の台風は偶然とはいえ、すべて9月26日に日本列島に上陸した。洞爺丸台 風では函館港から出港した洞爺丸をはじめ、5隻の青函連絡船が暴風と高波で遭難し、洞爺丸 の乗員乗客1,139名が死亡するなどの大惨事となった。狩野川台風では、東海地方と関東地方で 大雨による土砂災害や河川の氾濫が相次ぎ、特に狩野川が氾濫し、伊豆地方だけで1,000名を超 える死者が出た。そして、伊勢湾台風では、紀伊半島沿岸一体と伊勢湾沿岸では高潮、強風、 河川の氾濫により甚大な被害を受け、死者行方不明5,000名を超えた。このような甚大な災害を もたらした台風が同じ9月26日に上陸したことから、「魔の9月26日」とか「台風の特異日」と 呼ばれている。

なお、「二百十日(9月1日頃)」や「二百二十日(9月11日頃)」も台風の襲来の厄日として語 り継がれている。「魔の9月26日」を含めて、日本付近は8月9月を中心に台風の襲来する頻度 が高いことから、この頃になると台風への備えをするようにとの先人からの教訓でもある。



図コラム6-1 台風の進路図 5415:洞爺丸台風、5822:狩野川台風、5915:伊勢湾台風(気象庁資料)

2 海象

伊勢湾台風災害の最大の特色は、我が国の観測史上最大の高潮がこれまた我が国最大の 185.4km²(1960年地理調査所(現国土地理院)調べ)に及ぶゼロメートル地帯に来襲し、破堤 によって被害を激甚化・長期化させた点にある。高潮は基本的には台風の気圧低下による海面 の吸い上げと強風による海水の海岸への吹き寄せに伴う潮位の上昇であるが、その破壊力は強 風による吹送流と高波の直撃によっている。このため、堤防には吹送流の動圧と高波の波力が 作用すると同時に、せき止めによる戻り流れ生成に伴う水位の上昇と打ち上げ・越波が作用す る。浅海では、波は波高が水深に相当する大きさになると砕け、水深を超えて発達することは できないが、波高が水深規模になるまでは発達する。そのため、高潮によって堤防前面の水深 が増せば、波高も同じように増大する。その結果、波力や越波量は波高の二乗に比例して増大 する。

また、波高が増大すれば、吹送流を駆動する風応力や砕波応力も増し、その影響は吹送流の 流速や鉛直分布、せき止めによる潮位上昇量にも及んで来る。このように、伊勢湾台風による 高潮の破壊力を正確に評価するには、海上風だけでなく堤防直前の海底微地形を正しく知るこ とが必要となる。しかし、それはもはや不可能なため、ここでは当時の潮位及び跡記録と現在 の海底地形及び岸線データを用いた伊勢湾台風による潮位・高波の再現結果に基づき、誘因と しての伊勢湾台風による海象の特色について述べる。

(1) 最高潮位の湾内分布

伊勢湾台風によって、図3-10に示されるよ うに、26日21時半頃に名古屋港において我が国 観測史上最高の潮位T.P.+3.89m(N.P. **+5.30m,D.L.*+5.81m)及び潮位偏差3.55 mが記録された。このような高潮の発生が名古 屋港を中心とする湾奥部に激甚な災害をもたら した最大の誘因であるが、伊勢湾台風は同時に 伊勢湾周辺全域に大きな高潮を発生させ、被害 を拡大させたことにも注意が必要である(写真 3-1)。



[※]N. P. は、名古屋港朔望平均干潮位であり、名古屋港での工事基準面として用いられる。東京湾の平均海面潮位T. P. より1.41m低い 潮位を表す。D. L. はこれよりさらに0.50m低い名古屋港検潮基準点を表す。



(a) 津市乙部付近の浸水(中日新聞社、1959)



(b) 海と化した愛知県幡豆海岸平坂干拓地 (愛知県、1964)



(c) 高潮による豊橋海岸浜新田の惨状 (愛知県、1964)

写真3-1 伊勢湾周辺各地における被災状況

図3-11及び3-12は、伊勢湾台風による高潮の全体像を理解するため、伊勢湾及び三河湾 での最高潮位とその起時時刻の分布を示したものである。伊勢湾での高潮は、前述の図3-10 からもわかるように、実測潮位が推算潮位(天文潮位)から離れ始める26日8時頃(潮岬上陸 の10時間以上前)には既に発生している。そして、伊勢湾台風の北上に伴い、高潮が発達しな がら風向に合わせて湾奥に向かって進行し、湾奥部で最大のT.P.+3.90mになっている。

その約1時間前に湾口に近い鳥羽で最高潮位はT.P.+1.92mに達していたが、図3-13 に示す名古屋港から鳥羽港に至る4検潮所での潮位偏差の時間変化からわかるように、名古屋 港での最高潮位起時に至るまでの間、いずれの地点でもほぼ最高潮位が保たれていた。これは、 伊勢湾台風による高潮が波動として湾口から湾奥に向かって伝播したものではなく、台風下の 吹送流による湾口からの海水の流入と海岸での堰止めによる湾全体の潮位の上昇とその後の湾 水振動現象であることを示している。これによって、このときの満潮位T.P.+0.4mを考慮し ても伊勢湾台風によって湾口で約1.5m、伊勢湾の湾奥で3.5m、三河湾の湾奥でも3m近く海 面が盛り上がったことになる。これは、それだけの海水が伊勢湾台風によって太平洋から伊勢 湾内に流入したことを意味している。



図3-14は、伊勢湾及び三河湾の面積と各地の潮位偏差から求めた海水の時間当たり流入量の経時変化を示したものである。これから、最高時で約1.22×10⁶m³/sの海水が伊良湖水道を通して太平洋から吹送流として流入したことがわかる。

このように、高潮による潮位の上昇は大量の海水の流入によって湾全体で生じるものである から、最高潮位に地域差はあっても、湾全体で整合性のある高潮対策が基本となる。その上で 台風の風向きによって吹送流が流入して来る場所が決まるため、そこでは吹送流のせき止めに よる潮位上昇が加わることになる。上昇量は風速の二乗に比例して増大するが、同一の風速下 では水深が浅く、湾口から湾奥への距離が長くなるにしたがって増大する。このため、伊勢湾 台風の場合のように水深の浅い湾に湾口から湾奥に向けて強風が吹き、吹送流が流入して来る 場合が最悪となる。



(2) 伊勢湾台風による潮位

伊勢湾台風による高潮は、前述したように伊勢湾全体の海面を1時間近くにわたって2m程 度上昇させ、湾奥の名古屋港では短時間ではあるが、T.P.+3.89mに達する潮位を記録し た。これは、名古屋港でのそれまでの最高潮位T.P.+2.97m (1921)(建設省河川局、1962) を1m近く上回るだけでなく、当時の海岸堤防の計画天端高T.P.+3.38m (宮崎ほか、1960) をも大きく上回るものであり、被害を激甚化させる最大の誘因となった。また、湾奥の鍋田等 の干拓地の海岸堤防(第1線干拓堤防)はT.P.+5.03~6.40mの高さを有していたが、天 端及び裏法とも葦根土張りであったため、T.P.+3.90m近い潮位に後述する2mを超える 高波の越波によって一瞬にして寸断され(建設省河川局、1962)、被害の激甚化につながった(**写 真**1-1)。

ここでは、名古屋港で記録されたT.P.+3.89mの潮位及びその偏差3.55mが、それ以前 の我が国及び伊勢湾での潮位と比べて異常であったことを再確認する。併せて、その出現確率 に対する極値統計的検討結果を紹介する。

表3-1に示すように、1900年から伊勢湾台風来襲までの間に3m近い偏差が記録された高 潮は、1934年の室戸台風による2.9mの1例しかなく、伊勢湾台風による3.55mの潮位偏差の異 常性は明瞭である。偏差が2mを超える高潮について見ても表中の7例にしか過ぎず、我が国 は高潮が発達しやすい湾を数多く抱えているにも関わらず、実際に偏差が2mを超える高潮の 発生は稀と言ってよい。これを表3-2に示した主要検潮所のT.P.上潮位について見ると、 伊勢湾台風による潮位はそれまでの最高潮位であった室戸台風によるものを1m近く上回り、 その異常性がより明瞭となる。

次いで、伊勢湾及び三河湾内での潮位と比較すると、その異常性はより明瞭となる。上述の 名古屋港での既往最高潮位T.P.+2.97m(1921)(建設省河川局、1962)と比較してもこれ をほぼ1m上回っていた。また、東海地方では一般に13号台風と呼ばれる5313号台風(1953) による名古屋港での潮位T.P.+2.33m(愛知県、1957)に対しては、これを1.5m以上も上 回るものであった。5313号台風は、豊橋で満潮位と重なって最高潮位T.P.+3.03m(愛知 県、1957)となる高潮を発生させ、海岸堤防を寸断するなど海岸法制定の契機となる高潮災害を 引き起こし、愛知・三重両県に125名の死者・行方不明者を出した。しかし、名古屋港及び豊橋 での潮位偏差は共に伊勢湾台風による3.50mの半分以下の1.13m及び1.57mに過ぎなかった (愛知県、1957)。なお、前述したように1889年に伊勢湾奥部を中心に死者数が千名近い高潮災 害(愛知県、1970)が発生しているが、高潮の規模については不明である。

このように、伊勢湾台風による高潮は、全国的にも既往最大を大きく超えるものであったが、 とりわけ伊勢湾においてはそれが顕著であった。そのことを、岩垣・中島(1993)及び伊勢湾 高潮対策協議会(2000)に基づく極値統計(年最高潮位を極大値とする統計解析)によって明 らかにし、算定された再現確率(何年に1度発生するかの確率)からも稀な高潮であったこと を示す。 岩垣・中島(1993)は、**表3-3**に示す1951年から1992年までの42年間における名古屋港の 年最高潮位に対して極値統計的な検討を行い、伊勢湾台風による潮位の再現確率を算定した。 表中の実測潮位は観測時の名古屋港検潮基準面(D.L.)上の実測値であり、補正値は1992 年のD.L.上潮位に換算して地盤沈下の影響などを補正した潮位を示したものである。なお、 平均潮位にほぼ相当するT.P.はD.L.上1.36mの高さに位置している。1951年から1992 年の間にD.L.上4m(T.P.上2.64m)を超える潮位は8回観測されている。その中で も伊勢湾台風による潮位(補正)は飛び抜けており、他のいずれのものに比べても1.3m以上も 高く、伊勢湾台風による潮位が異常に高かったことがわかる。

表3-1 1900~1959年の間に発生した潮位偏差 表3-3 1951~92年の名古屋港でのD.L.上年

が2m以上の高潮と湾名(農	業十大学会 1960)
---------------	-------------

発生年月日	発生湾名	最大偏差(m)	原因
1917.10.1	東京湾	2.3	台風
1930.7.18	有明海	2.5	台風
1934.9.21	大阪湾	2.9	室戸台風
1945.9.10	鹿児島湾	2.0以上	枕崎台風
1950.9.3	大阪湾	2.4	ジェーン台風
1956.8.17	有明海	2.2	5609号台風
1959.9.26	伊勢湾	3.55	伊勢湾台風

表 3 一 2	1959年までに	ニ観測された主要	検潮所に
おり	ナる最高潮位	(農業土木学会、1960))

検潮所	T.P.上潮位(m)	起時	原因
東京(東京湾)	1.57	1953	13号台風
清水(駿河湾)	1.56	1953	13号台風
名古屋(伊勢湾)	3.89	1959	伊勢湾台風
大阪(大阪湾)	3.10	1934	室戸台風
呉(瀬戸内海)	2.51	1954	15号台風
三角(九州)	2.65	1946	12号台風

表3-3 1951~92年の名古屋港でのD.L.上年 最高潮位の実測値と1992年D.L.を基準とした 補正潮位(岩垣・中島、1993)

年日日	実測潮位	補正	E値	480
年月日	(cm)	(cm)	順位	台風名
1951 • 10 • 15	384	425	4	5115 N-Z
52 • 11 • 5	332	373	13	低気圧
53 • 9 • 25	428	469	2	5313
54 • 8 • 18	370	411	7	5405
55 • 7 • 20	351	366	15	5526
56 • 6 • 12	329	344	23	低気圧
57 . 9 . 25	361	376	12	低気圧
58 · 12 · 26	347	362	17	低気圧
59 · 9 · 26	581	595	1	5915 伊勢湾
60 · 10 · 21	351	365	16	6016
61 · 10 · 27	387	401	8	低気圧
62 · 8 · 26	360	367	14	6214
63 · 11 · 25	283	290	40	低気圧
64 · 9 · 25	408	415	5	6420
65 • 9 • 17	358	362	17	6524
66 · 9 · 25	320	323	31	6624
67 · 10 · 28	331	334	29	6734
68 · 2 · 15	341	344	23	低気圧
69 · 8 · 5	299	302	39	6907
70 • 1 • 30	312	315	33	低気圧
71 • 8 • 30	341	344	23	7123
72 • 9 • 16	461	464	3	7220 第2伊勢湾
73 • 8 • 1	351	354	20	低気圧
74 • 4 • 21	308	311	35	低気圧
75 • 8 • 23	378	381	10	7506
76 • 9 • 23	354	357	19	7617
77 • 7 • 2	348	351	21	低気圧
78 . 9 . 16	397	396	9	7818
79 · 10 · 1	416	415	5	7916
80 · 10 · 25	379	379	11	低気圧
81 • 8 • 23	309	309	36	8115
82 • 11 • 30	332	332	30	低気圧
83 • 6 • 13	340	340	27	8305
84 • 2 • 26	251	251	42	低気圧
85 · 11 · 12	347	347	22	低気圧
86 • 5 • 14	266	266	41	低気圧
87 · 10 · 17	309	309	36	8719
88 • 4 • 2	313	313	34	低気圧
89 . 9 . 27	342	342	26	8917
90 . 8 . 10	339	339	28	9011
91 • 2 • 15	322	322	32	低気圧
92 . 10 . 24	300	300	36	0220

この異常性を統計的に検討するた め、年最高潮位とその未超過確率の 関係を対数確率紙にプロットしたも のが図3-15である。図中の実線は、 対数極値分布A型による理論分布を 示す。伊勢湾台風による潮位を除い た他のいずれも図中の実線にほぼ 従っており、同一の母集団に属して いると見なせるのに対し、伊勢湾台 風による595cmの潮位のみがそれよ り外れており、統計的異常性が明瞭 となっている。ただし、これはわず か42年間の統計期間に基づく結果で あり、今後100年間にわたってD.L. 上6m近い高潮が発生しなければ、 伊勢湾台風による潮位の未超過確率 は実線上に移動し、図中の実線に従 う母集団に属することになる。その 結果、伊勢湾台風による潮位の未超



理論分布(対数極値A型)との比較(岩垣・中島、1993)

過確率はほぼ99.3%となり、再現確率は136年に1回程度と確定することになる。しかし、逆に 今後数年内にD.L.上6m程度の高潮が発生すれば、伊勢湾台風による潮位を異常とは見な せなくなり、これらを含む極値分布関数を新たに導出する必要が生じる。

このように、限られたデータの下では伊勢湾台風による高潮の出現確率を統計的にも明確に 論じることはできない。しかし、名古屋港における年最高潮位は全て同一の母集団に属し、図 中の実線に従うとの仮定の下に出現確率を求めれば、伊勢湾台風による高潮の潮位については 上述のように134~138年に1回となる。

同様な検討が伊勢湾高潮対策協議会においても行われ、その結果が報告書に取りまとめられている。それによれば、伊勢湾台風による名古屋港での潮位及びその偏差の再現確率は、それぞれ125年及び150年に1回という結果になっており、上述の岩垣・中島の結果ともほぼ一致している。

(3) 伊勢湾台風による波浪

高潮は台風の強風による高波を伴い、それが越波による浸水や破堤を引き起こすなど、破壊 力を増大させる。事実、伊勢湾台風による海岸堤防の破堤や破堤後の低平地での建物の全壊・ 流失は、強風による高波の作用に起因していた。 ここでは、伊勢湾台風災害を激甚化させたもう一つの重要な誘因である伊勢湾台風による波 浪がいかなる規模のものであったかを、当時の調査結果及び最新の波浪推算モデルによる再現 を通して明らかにしたい。

来襲波浪の波高及び周期を知るには、波高計の記録が必要となる。しかし、波高計は、潮位 計と異なり波の作用を受けるため、設置が困難な上に故障が多く、伊勢湾内では名古屋港前面 (水深4m)及び福江港外(水深3m)の2か所に設置されていただけであった。しかも、前 者は台風来襲時に欠測し、信頼できる記録は水深の浅い後者によるもののみに限られ、台風に よる高波の波高・周期を知るには不十分であった。その上、台風の来襲が目視による観測が困 難な夜間であったことに加え、痕跡からの推算も不可能に近かったため、被災状況からの推算 が唯一可能な方法であった。伊勢湾外の波浪についても、伊勢湾台風の上陸地点周辺には波高 計が設置されておらず、高知港、清水港及び名洗港の水圧式波高計(水深6~10m)による波

形記録と上陸地点に近い熊野灘海岸における被害調査結果から波高及び周期の推算が行われた。

井島ら(1960)は、表3-4に示す上述の3港 での波高及び周期とその計測時刻から、伊勢湾台 風によって周期が17秒、波高が6m近い外洋性波 浪が発生したと述べている。さらに、井島らは熊

表3-4 伊勢湾台風時の高知、清水及び名洗港 (千葉県)での最大有義波高と周期、その起時

(井島ほか、1960)

地点	波高(m)	周期(s)	時刻
高知	6.5	14.4	26日20時
清水	4.2	17	27日1時
名洗	2.9~3.0	10.5~13.0	26日8~14時

野灘海岸での被災状況を踏まえ、伊勢湾口にも近いこの海岸への来襲波の波高及び周期をそれ ぞれ8~10m及び14~18s(秒)と推定している。これは、伊勢湾台風来襲の前年の1958年9月 26日に駿河湾田子浦港で記録された台風22号による波高8.0m及び周期17.0sにほぼ等しい。台 風22号の規模(石廊崎で最低気圧955.5hPaを記録)、駿河湾の形状及び水深から田子浦港が外海 港と見なせることからすれば、妥当な推算値と言える。同時に、井島らによる波高8~10mの 推算値が過小でないとすれば、伊勢湾台風による外海波浪には特段の異常性は認められないと 言えることになる。

伊勢湾内の波浪についても井島らによって検討が行われた。前述の波高計記録をもとに、26 日14時頃の名古屋港前面での波高及び周期がそれぞれ0.1~0.15m及び7.3~9.0sであり、外海 の波の影響がほとんど及んでいないことが示された。また、湾口に近い福江港外での記録でも、 26日5時の波高は0.15mに止まっていた。このことから、伊良湖水道の遮薮効果によって、前 述の波高8~10mと推定された外海の高波は伊勢湾内にほとんど侵入しておらず、伊勢湾内の 海岸堤防を破堤させた高波は、湾内で発生したものと判断された。 図3-16は、井島らによって作成 された被災状況に基づく波高分布図 であり、湾奥の名古屋港周辺での波 高が2.4m程度であったことを示し ている。これは、外海での波高に比 べ格段に小さいが、1953年の13号台 風による被災後のおおよその設計波 高2m(細井ほか、1960)を1.2倍上 回っており、波力ではその二乗の 1.44倍の大きさとなるため、破堤を 引き起こすに十分な波高であったと 判断される。ただし、この図に示さ れた波高は、被災状況に基づいてい るが、定量的信頼度という点では問 題が多い。

そこで、近年急速に進歩して来た 計算機とそれによって気象及び波浪 現象を再現するモデルの併用により 行われた伊勢湾台風による湾内波浪 の再現結果について紹介したい。台 風による湾内波浪の再現においては、 まず陸面と海面境界の影響を正しく 評価できる気象モデル上での台風の 再現が必要となる。

図3-17は大澤ら(2001)によっ て気象モデル上で再現された上陸直 前の伊勢湾台風による雲の3次元図



図3-16 被害状況より推定された伊勢湾沿岸の 卓越波高(井島ほか、1960)



図3-17 気象モデル上で再現された上陸直前の 伊勢湾台風による雲の3次元図 (大澤ほか、2001)

雲の左下は九州南部から朝鮮半島、雲の右下は関東から東北の太平洋岸

であり、図3-18はそのときの地表風のベクトル分布図である。

また、図3-19は、16時から23時までの間の地表風の風速分布の変化を示したものである。 これから、台風の北上に伴って伊勢湾内に強風域が進入し、海上が強風域となっていく様子が よくわかる。

図3-20は、このように気象モデルによって得られた海上風を用い、波浪推算モデルによっ て再現した26日21時における湾口外から湾内の波高及び周期の分布図である。これによっても 湾奥の名古屋港周辺で2m程度の高波が来襲していたことがわかる。同時に、波高については、 潮位と異なり、湾奥で小さく、湾口で逆に大きく、知多半島には6mの高波が来襲していたこ とがわかる。これは、地元での経験談と一致する結果である。





22:00JST

21:00JST

23:00JST

02:00JST



図3-20 結合モデルによって計算された伊勢湾台風による26日21時及び22時(名古屋港最低 気圧21時35分)の風速ベクトルと最大有義波高の分布(小林ほか、2003)

3 洪水状況、河川水位、被害状況

(1) 降雨状況

この台風の特徴はその強い風にあり、全般的には降雨量はそれほど顕著ではなかった。しか しながら、地域的には多いところもあり、紀伊半島の山岳地では300~600mm、東海、山陰東部、 四国東部では200~300mmにも達していた。総雨量については、第3章第1節の図3-9で大ま かな記述があるが、現実には非常に大きな値、例えば、奈良県紀ノ川上流、入之波では898mm を記録した。しかし、強風のもとで転倒マス型記録計による記録値で正確に実態が観測できた かという点については、著者はかなり疑念を持っている。

まず、総雨量は、紀伊半島を最大として東に漸減、西に急減している。例えば、四国では南 部の多雨地帯を除けば、量的には僅少である。鹿児島県、熊本県ではほとんど降雨は見られな い。ただし、西日本では山陰東部にやや雨量が多いという特異性がある。東日本では、山地に 雨が多いが、それでも中部南半や、関東地方で100mm以上、奥羽地方で数十mmといった程度であ る。 次に、降り始めの分布は、図3-21のよ うに、極めて複雑である。この原因は台風 到来以前に停滞していた前線活動によると 推定されている。特に早いのは本州南岸で 23日や24日からである。九州西端や瀬戸内、 中部山岳、青森以北は26日になってから降 り始める。意外に中部山岳は遅いが、奥羽 地方以北の降り始め時刻が北進するにつれ て遅くなるのは、台風の移動を反映したも のである。

こうした降雨を受けた河川の出水は後述 するが、全般的にいうと、主要直轄河川で 警戒水位を突破したのは38河川である。そ のうちで計画高水位を越えたのは、富士川 水系釜無川、木曽川水系牧田川、淀川、由 良川、九頭竜川、紀ノ川、円山川の7河川 であった。



図3-21 伊勢湾台風での降り始め時刻の分布 (「気象要覧」昭和34年9月による)(建設省河川局、1962)

その水位が最高となる時刻は、台風の進 行に伴って、近畿の26日夜半から、中部の27日早朝、東北の27日昼と移っていく。特に注意す べきは、伊勢湾に流入する大河川下流部で見られる2つのピーク時刻の発現である。その最初 のピークは26日夜半で高潮によるものである。

(2) 洪水状況と被害

a. 中部地方の出水と被害状況

(a) 降雨

以下では中部地方(愛知、三重、岐阜、静岡の各県程度)に限定して、記述していく。まず、 出水の原因となる降雨である。本州の南岸に停滞した不連続線によって、各地で9月24日に10 ~30mm程度の降水があり、25日にも降り続いた。特に木曽川・長良川・揖斐川流域では50~80mm の降雨となり、他の流域でも10~30mm程度の降雨であった。その翌26日午前には天候はやや回 復したが、台風の接近に伴って、午後から再び降り始めた。その後次第に激しく降りだし、台 風通過時の21~23時には強風を伴った猛烈な豪雨となり、揖斐川・長良川流域では、60~80mm の既往最大時間雨量を記録した。また、木曽川・矢作川・豊川流域においても、最大1時間で 40~60mmを記録し、その他の流域では20~40mm程度の強雨であった。

なお、この雨を日雨量としてみると、揖斐川・長良川流域では200~300mm、木曽川・矢作川・ 豊川では150~250mm、その他の流域では100~150mm程度であった。

(b) 出水

次に、出水の時間的経過を説明する。台風の接近に伴い、本州南岸に沿って停滞していた不 連続線の活動が次第に活発化し、25日夕方より各河川域で雨が降り始めた。特に長良川では26 日早朝より通報水位を突破した。その後一時小雨となったが、台風が紀伊半島に接近した16時 頃から強い雨が揖斐川流域を中心に降り始め、台風が通過する21~24時において揖斐川・長良 川・飛騨川をはじめ矢作川・豊川・天竜川の各水系ともに極めて激しい降雨を見た。この結果、 各河川ともに急激な増水となり、26日深夜より27日未明にかけてかなりの出水となった。

台風の通過に伴って、伊勢湾は異常高潮に見舞われたので、伊勢湾に面した揖斐川・長良川・ 木曽川・鈴鹿川・矢作川・豊川の下流部では、高潮と波浪によって上・中流部の洪水に比して 高い水位を出現した。

大まかな中部地方管内各河川の出水状況は、次のようである。

計画高水位程度をかなり上回った河川:揖斐川 計画高水位程度となった河川:長良川 警戒水位を大幅に上回った河川:矢作川・天竜川上流 警戒水位程度となった河川:木曽川・豊川・阿倍川・大井川・天竜川下流 警戒水位に迫る程度となった河川:鈴鹿川・菊川

(c) 被害

①一般被害

特に被害の甚大であった東海地方の三県、愛知、三重、岐阜に絞って代表的な被害状況をあ げておく。人的被害は別の箇所で記述されるので、物的被害に絞っておく。当時の報告では、 総計4,832億円(内訳:愛知約2,999億円、三重1,340億円、岐阜493億円)と推定され、農業以 外の産業別内訳を**表3-5**に示す。

	工業	商業	鉱 業	計	公益事業
愛知	(314) 429	(220) 220	(2) 2	(569) 651	
三重	(101) 134	(78) 78	(3.5) 3.5	(182) 216	
岐阜	(60) 64	(33) 33	(1) 1	(94) 98	
計	(508) 627	(331) 331	(6.5) 6.5	(845) 965	電24、 ガス3

表3-5 東海三県における産業別被害((建設省河川局、1962)より作成)

注)昭和34年10月27日現在での各県推定値 ()内は中小企業分 単位:億円

このように、物的被害のうち、商工業関係の被害もまた莫大で、工業関係629億円、商業関係 331億円、鉱業関係65億円、公益事業(電気及びガス)関係27億円、計992億円にのぼる。

被害の県別内訳では、愛知県は651億円で繊維工業・機械工業の被害が大きく、三重県は216 億円で繊維工業・化学工業の被害が顕著であり、岐阜県は98億円で、窯業・繊維工業の被害が 目立った。

②公共土木施設被害

イ河川

台風によって、木曽三川の河口部で海岸堤防に接続する河川堤防が破堤・決壊し、壊滅的な 被害を見た。その原因は台風による出水と高潮の重なりにある。河口部で堤防が寸断され、上 流からの川水と沖からの海水とが河口デルタ地帯に侵入し、甚大な被害をもたらした。木曽三 川の左右岸の破堤箇所は22か所、その延長は4,685mにも達した。

口 道路

中部地建管内の直轄道路の被害は、国道1号・19号・21号・22号・23号・41号線で、被害箇 所は大小合わせて50か所で、復旧概算額は4億3,000万円であった。代表的な被害例を記述する。

まず最も被害の大きかったのは名古屋市熱田区から海部郡蟹江町を経て弥富町に至る1級国 道1号線である。これは海岸線からおよそ3~6kmしか離れていないのと地盤の低さとによっ て、国道上の路面高は、中等潮位で平均0.3~0.4m内外である。したがって、浸水した海水のた めに至る所冠水し、1日に1万台の交通量を有する名古屋・四日市間の大動脈であった国道1 号線の機能が完全に麻痺してしまった。

さらに、浸水区間のうちで、名古屋市熱田区及び中川区内の国道は、路面標高が最低で+0.15 m程度の箇所もあり、低い部分はほとんど冠水した。最も被害の深刻であった海部郡蟹江町か ら弥富に至る区間は、特に路面標高が低く、田面標高が海面以下(中等潮位で-1.0~-1.5m) で、その上に盛土された国道上でも平均+0.3m~+0.4mから低い箇所は±0m内外しかなく、 弥富町では国道上でも中等潮位以下の所もあったほどである。

さらに、この一帯は以前舟運が盛んで、国道にかかる橋梁の路面高は中等潮位+0.5m~+1.5 m位高くなっていたので、道路路面の縦断形状は上がり下りが激しく、橋梁と橋梁の間の低い 部分は全て冠水した。こうした一級国道の被災は、河川・海岸堤防の破堤に起因し、名古屋市 南部から弥富町を経て、桑名市から四日市市に至る1号線が随所で流出・浸水及び決壊により 寸断され、交通は完全に途絶した。

そこで、名古屋から四日市に通ずるには、名古屋から22号線を北上し、笠松から羽島市を経 て桑名へ抜けるか、岐阜から21号線に入り、大垣・関ヶ原を経て、大宮地万から草津へと向か う2つのルートをとらざるを得なかったので、時間的・経済的損失は莫大であった。

また、このような道路の決壊・流出・浸水とともに松並木や街路樹の被災も多数発生した。 例えば、1号線静岡県境から愛知郡豊明町間の国道沿いには、歴史的経緯から松並木が続いて いたが、松が台風の烈風にあおられて、同区間では187本が転倒した。さらに、名古屋市内の1 号線をはじめ19・22・41号線では銀杏・ナンキンハゼ・神樹・楠・プラタナスなどの街路樹が 2,000本近く転倒・坐折したりした。

さて、以下では代表的な河川として、木曽三川(木曽川・長良川・揖斐川)の出水と被害状況を記述する。まず**表3-6**に木曽三川における出水の水位変化をまとめておく。

河	Л	名	木	1	t	Л	長	J	叏	л	揖	褧	1	Л	
测定地		地	犬	山	駒	塚	美	濃	忠	節	岡	島	福	束	
計画高水位			m 7. 35		m 7.45		m		m 6. 85		m 5. 25		m 6.85	ĺ	
警戒水位		k位		3.30		6.10		3. 20		2. 50		2. 50		4.40	
26日 16時		16時		-		-		-		0.78		1. 50		2.93	
18		18		-		-		-		C . 74		1. 50		3.00	
		20		-		-		-		0. 70		2. 00		3.57	
		22		-		-		2. 05	5	0. 80		3. 50		4.10	
		24		-				4.00		1. 75		4. 60		5.45	
27 E	3	1		1.70		-	10=	4.80		3.10	1 ===	4.60		7.20	1
		2		2.10		-	194	7.00		4. 00	тн с ј	4.75		7.52	
		3		3. 10		3.80		6.00		4. 90		3. 68		7.22	:
		4		3.40		4.68		5.00		5.40		3. 26		6.60	
		5		3. 50		5.50		4. 3	5	5.50		3. 10		6.54	-
		6		3. 90		6.04		3.8	5	5.20		2. 90		6.48	3
		7		4.00		6.38		3.60		5.05		2. 80		5.60	
		8		3.60		6.72		3. 3	5	3.90		2. 68		4.88	3
		9		3.10		6.80		3. 20	þ	3. 50		2. 52		4.70	
		10		2.80		6.70		3.00	þ	3.30		2.40		4.56	5
		12		1.80		6.40		2.70	D	1.90		-		4. 22	2
		14		1.65		5.66		2.4	ō	1.40		-		4.00)
		16		1.50		5.00	1	-	-	-		-		3. 72	2
		18		-		4. 58			-	-		-		3. 56	5
		20		-		4.30		•	-	-		-		3. 32	2

表3-6 木曽三川における出水の水位変化 (建設省河川局、1962)

b. 木曽三川の出水と被害状況

(a) 木曽川

木曽川流域の降雨量は、25・26日両日で100~220mm程度であり、最大時間雨量では26日22時 30~40mm程度であった。この豪雨を受けて、今渡では最大流量が27日6時に7,400m³/sに達した。 これは1978年8月台風17号による出水規模に匹敵する値で、昭和20年以降では第3位の大規模 の記録であった。

しかし、この洪水波形の増加・減少も急速であったので、下流部の最高水位はかなり低く、 警戒水位をやや上回る程度であった。すなわち、既出の図2-10木曽川の洪水時水位変化のよ うに、成戸、葛木、船頭平では高潮の影響から二山のピークとなった。例えば、船頭平では、 高潮時のピークが26日21時5.74m、他方、洪水のピークは27日9時5.12mで、洪水に比して高 潮の影響を受けた方がかなり高くなっていた。しかも、この高潮の影響は、河口より24km上流 にある成戸でも、なお約1mの水位を保っていたことは、高潮の甚大さを示唆していた。この 激烈な波浪を伴った高潮が、河口部左右岸の広範な破堤の主因と目されている。なお、木曽川 本堤の破堤は、明治29年以来初めてのことであった。**表3-7**に木曽川の各地点での出水時の 最高水位を示す。

観	測所	名	零	点 高	<u>最高</u> 日時	水位	警戒水位	計画高水位	<u> 既往最</u> 年 月 日	高水位 水 位	摘		要
今		渡		m _	27, 6	m 7.406	m 5. 000	m 12. 500	S 13. 7. 5	m 10. 955	流		量
鵜		沼		-	27, 6	6. 40	5. 90	9. 18		ļ			
犬		ш		35.45	27, 7	4.00	3. 30	6.22	M 39. 7.16	6.06			
笠		松		6.27	不	明	5. 50	7.56	S13.7.5	7.55			
成		戸		1.07	26, 22. 30 27, 9. 30	4.30 6.62	6.30	8.81	S13. 7. 5	7.88	高	潮 の	為
葛		木		-0.43	不 27,9	明 6.40	6.00	8.25	S 33. 7.26	6. 68			
船	頭	平		-1.47	27, 21 27, 9	5.57 5.12		7.22	-		高	潮の	為

表3-7 木曽川の各地点での出水時最高水位 (建設省河川局、1962)

注) 記号説明 M:明治、T:大正、S:昭和、また太字は既往最大 以後の図でも同様

(b) 長良川

長良川流域の降雨量は、26日に160~300mm、最大時間雨量として26日22時40mm程度であった。 この豪雨により忠節の最高水位は、27日5時5.90mとなり、既往最大の大正14年8月洪水時の5.80 mを上回ることとなった。しかし、洪水水位の増加・減衰も急速であったので、下流水位の減 衰も顕著で、成戸における最大水位が計画高水位を0.3m越す程度となった。

長良川の下流部では、木曽川下流部と同様に上流からの洪水と沖からの高潮の2つのピーク をもつ水位変化が見られる。例えば、船頭平では高潮によるピークは26日21時35分に5.50m、 また洪水のピークは27日8時に5.70mとなっていた。出水の規模は甚大で、河口部の大破堤の 主因は高潮にある。河口より24km上流の成戸でさえ高潮によって約80mmの水位上昇を起こして いた。表3-8に長良川の各地点における出水時最高水位、図3-22に長良川の各地点での洪 水時の水位変化を示す。

448 3	an ec	Ħ	雨	-F-	-	最	髙	水	位	教示大位	シションは		既	往最	高水	位	44	ż		16
1913、(P) / 1/1/1/1		泊	奇	凩	间	日	時	水位		普 戊 	計 画 倚 水 位	年月日		水	位	18	8	<u>x</u>		
忠		節		1	m 2.56	27,	5		m 5. 90	m 3. 00	m 6.84	T1	4.	m 8. 17		m 5. 80				
穂		積			6. 13	27,	6		6.40	4.00	6.76	M2	9.	7. 22		7.27				
墨		俁			4. 22	27,	8		(7.74)	4. 20	7.45	SB	3.	8. 26		6.00	推			定
成		戸			0. 87	26, 22 27,	. 10 8		4. 32 6. 83	4. 50	6. 49	S 1	3.	7.5		6. 69	高	潮	Ø	為
船	頭	平			1. 38	26, 27,	22 8		5. 32 5. 70	4. 50	6. 31	S 3	3.	8. 26		5.35	高	潮	Ø	為

表3-8 長良川各地点における出水時最高水位(建設省河川局、1962)



図 3 - 22 長良川の各地点での洪水時水位変化 (建設省河川局、1962 単位:m

(c) 揖斐川

揖斐川流域では、台風が水源地帯を通過したので雨量は他の2流域より多く、25・26両日で 300~400mm、時間最大で26日22時60~80mmの程度となった。この豪雨によって、揖斐川全川に わたって、既往最高の水位を記録し計画高水流量を上回る大洪水となった。しかし、図3-23 のように、極めて急激な増加・減少を示す波形を示す。

また、各量水標地点の出水時最高水位は表3-9のようである。



単位:m

表3-9 揖斐川の各地点における出水時最高水位(建設省河川局、1962)

-											-	_					_		-
49	细测所名 曼 占		占古		最	高	水位		既往最高水位					-145: 111					
皖	測 所 名	夺	尽	向	日	時	水	位	害 戒 爪 位	計画尚 水位	年	月		日	水	位	間)	н
		1		m			1	m	m	m					1	m			
岡	島		3	8.00	27.	1.25	ĺ	4.75	2.50	5.15	TI	4.	8.	17		4.68	(島	記量力	k標
山	П		4	6.04	27	. 2		3.90	2.20	3. 25	S3	4.	8.	13		3. 55	前	(障流す	官観
唐	栗		1	0. 86	27	. 2		5.60		5.47	T1	4.	8.	17		4.72	1 12	て観測	IJ
鶑	田			7. 58	27	. 2		6.15	3.00	5.64									
	平			4. 25	27	. 2		7.32	3. 70	6.21									
今	尾			0. 87	27	. 2		8. 58	6.00	8.66	S3	4.	8.	13		8.45			
鳥	江			0.26	26.2	3.30		9.30	6.50	9.03	S 2	8.	9. :	25		9.62			
池	辺			0.22	27.	1.50		8.34		8.11	S3	4.	8.	13		7.95			
高	岡			8. 16	26	. 24		2.36	3.00	3.52	S 1	3.	8.	2		4.52			

なお、岐阜県養老郡養老根古地地点では、以前 に59年台風7号の直前の8月13日の集中豪雨の出 水で130m破堤していたので、直轄河川災害事業と して復旧が進み、工事が計画高水位付近まで進捗 していたが、本台風の出水によって、再び同地点 で27日2時に破堤した。これらの2つの出水によ る洪水位の比較が**表3-10**である。

表 3 - 10 集中豪雨(台風7号)と伊勢湾台風 との洪水位の比較(建設省河川局、1962)

観測所名		今次洪才	k位	集中豪 よる洪	水位差		
3	<u>к</u>	27/2	m 7. 32	13/16	m 6.40	m 0. 92	
今	尾	27/2	8. 58	13/18	8.45	0.13	
池	辺	27/2	8.34	13/19	7.95	0.39	
烏	江	26/23.30	9.30	13/13	8. 35	0.85	

表のように、伊勢湾台風の洪水位(高潮の影響を受けた水位)の方がかなり高いが、その中 で、今尾の水位差が池辺のそれより小さいのは、牧田川の水位差が影響していると考えられて いる。

さて、河口部の出水状況を見ると、量水標の流出などで不明点もあるが、揖斐川右岸5kmで の観測結果では、高潮による最高水位が4.60m、上流からの出水によるそれが3.60mとなって いるので、高潮による方が遙かに大きい。したがって、河口部付近の大規模な破堤は、木曽川・ 長良川と同様に高潮に起因すると予想されている。

c. 名古屋市内の氾濫浸水の時間経過と被害状況

既に述べているように、この台風による水害は河川上流からの出水ではなく、高潮に起因す るのが主因である。この点で、第2章の高潮の被災内容と重複部分もあるが、名古屋市の調査 や建設省建設研究所の市街地・建築物被害調査報告書に基づいて、主要点を記述しておく。

まず、河口部付近での破堤及び潮の侵入状況は図3-24破堤高潮の侵入状況のようである。 すなわち、港湾護岸の決壊は19か所、その破損箇所は25か所で、その最大は8号地貯木場南岸 の約950mに及ぶ決壊であった。また、河川・海岸堤防は決壊37か所、破損22か所で、最大の決 壊は庄内川左岸河口部の約232mであり、特に南陽町海岸堤防は各所で寸断された。

大まかな経過としては、9月26日9時35分に最高の潮位N. P.*+5.31mに達した名古屋港 付近では、この周辺は埋め立て護岸や埠頭の標高がN. P.+4.50m~4.80m程度であったので、 午後9時頃から埋立地に莫大な海からの浸水が始まり、さらに背後の低平地へと流入が続いた。

市内では南区の白水・柴田地区への浸水が午後9時頃から、具体的には8号地貯木場から流 木を伴って侵入した分と、天白川を逆流した高潮が千鳥橋付近の堤防を破堤した侵入分とが主 で、そのほかに7号地埋立地を乗り越え、大江川左岸を破堤して侵入したものもあった。また、 山崎川と堀川に挟まれた道徳町付近は、高潮が堀川沿いの木場町の貯木場を越え、さらに山崎 川右岸が数箇所にわたって延長約200m程度破堤したために浸水を被った。

築港の後背地に当たる堀川と中川運河に囲まれた名港通・東海通などの一帯は、高潮が築港 や堀川沿いの埋立地を越え、あるいは堀川や中川運河を遡上した高潮による越流であるが、破 堤による浸水はなく、また密集した市街地のため流れへの抵抗が大きく、水勢は埋立地と低平

^{**}名古屋港朔望平均千潮位であり、名古屋港での工事基準面として用いられる。平均海面潮位であるT.P.より1,412m低い潮位を表す。

地の境界以外はそれほど強くはなかった。しかしこの地域は、堀川や中川運河のほかに小規模 な運河が内陸部まで通じていたので、浸水は広範囲にわたり、また、北方内陸部へいくほど浸 水開始時刻も遅れ、六番町付近での浸水は午後9時頃から始まりようやく11時頃に最深となっ た。

中川運河の西側にある荒子川河口付近の大手町・寛政町・稲永町付近では、荒子川の堤防の 標高が低くまた地盤も海面下のために、早くも午後8時30分頃から堤防を越えた高潮による浸 水が始まり、高潮が最深となった頃にはかなりの流速であったと考えられている。これに中川 運河支流や庄内川からの浸水が合流して、北進し、さらに荒子川上流支川からの浸水も加わり、 広範囲な浸水域を形成した。

また、これらの浸水にやや遅れて、庄内川河口に近い左岸堤防が高潮によって約230m決壊したので、この部分での浸水は非常に激しく、浸水した流れは先述の荒子川沿岸、港区から中川区一帯の低地帯に押し寄せ、ついには関西本線以北まで及んだ。

最後に、高潮の侵入の最も激しかった南陽町付近では、この地域が直接伊勢湾に面し、高潮の直撃を受けたので、海岸・河川堤防が約20か所の決壊となり、しかも干拓した水田であったことも原因し、区域全体が一瞬のうちに泥海と化した。これらの浸水の状況を表現したものとしては、浸水の最高水位、湛水水位、湛水日数は既出の図2-11、図2-12、図2-13に示されている。



図3-24 破堤高潮の侵入状況(名古屋市、1994)

d. 名古屋市における被害

(a) 被害総額と公共的・民間被害

表3-11、表3-12に示すように、特に激甚 災害地の指定を受けた南部5区(南・港・中川・ 熱田・瑞穂)を代表として甚大な被害を被った。 例えば昭和34年11月現在での物的被害推定額は 1,287億円で、これは市の昭和34年度当初予算の 431億円の約3倍に、また同年度市民所得2,510 億円の約5割にも相当する被災であった。この 原因には、瞬間最大風速45.7m/sという強風にも よるが、主体は5.8mに及ぶ高潮による堤防破壊 に基づく90km²にわたる南部一帯の湛水が、長期 間として約1か月半も継続したことによる。

その内容を公共的被害と民間被害に分類し、 内訳を見る。公共は71億円(5.5%)、民間は1,216 億円(94.5%)で、民間が圧倒的に大きな割合 を示すのが特徴的である。

公共的被害では、港湾関連が最も大きく17億 円(被害総額の1.3%、以下でも同様な表示)、 次に土木関係(16億6,000万円、1.3%)、衛生関 係(11億円、1.1%)、文教関係(9億円、0.7%) と続いている。

表3-11 伊勢湾台風による名古屋市被害額と 被害総額に占める割合(昭和34年11月 10日現在)(名古屋市、1994)

		被害金額	割合
	土木関係	1,662,270	1.3
	港 湾 〃	1,700,000	1.3
公	農地 //	633,094	0.5
	文教 /	927,526	0.7
共	商工 //	36,589	0.0
44	住宅 〃	386,714	0.2
日刊	民生 〃	71,959	0.0
被	衛生 〃	1,088,991	1.1
	労働 //	1,258	0.0
害	消防 🧳	79,167	0.1
	交通 〃	440,800	0.3
	その他 ″	62,773	0.0
	<u>⇒</u> - ∏	7,091,141	5.5
民	住宅〃	68,088,556	52.9
間	農漁業 〃	3,682,438	2.9
被	商工 /	49,854,480	.38.7
害	₽	121,625,474	94.5
合	≣ †	128,716,615	100.0

注 名古屋市財政局調による推定額である。

他方、民間被害では、住宅被害が最多で、681億円(52.9%)を占める。次に、商工関係499 億円、38.7%となっている。その理由は南・港・中川区などの工業地帯の水没がこの結果を生 んだと推定されている。なお、農漁業関係は、民間被害のうちでは最小ではあるが、それでも 37億円2.9%もあり、稲の収穫直前の被災による影響が深刻であった。

	表 3 - 12	尹勢湾台風名古屋市区別被害物	犬況(昭和35年 1	月30日現在)	(名古屋市、1994
--	----------	----------------	------------	---------	------------

り災人死	者 総 数 E 者	6,407	3,601			the second se						10.		
人死	6 者		-	10,167	26,919	45,325	3,397	8,480	43,156	64,176	110,634	94,046	115,009	531,317
的门	」 方不明 □ 二 雪 復	5	3		7	6 	2	137	11	3	20	375 (4) 424	1,417 (54) 327	1,851 (58)
被 傷 음	▲ 등 易 軽 傷 合 計	265 286	230 265	257 275	384 422	683 714	1,633 1,921	737 876	2,260 2,453	4,849 4,885	4,795 4,923	9,970 10,769	12,846 14,590	38,909 42,379
全壞	戸数世帯数人員	171 173 718	81 89 338	101 115 458	76 77 376	135 139 592	214 219 917	132 142 588	96 103 458	98 105 427	224 234 1,069	2,141 2,859 9,789	2,697 2,779 10,384	6,166 7,034 26,114
住流出	戸数世帯数人員	_	-	_	_			-	8 8 21		6 6 21	589 870 2,609	954 982 2,931	1,557 1,866 5,582
家一半の壊	戸数世帯数人員	689 717 3,120	325 357 1,478	300 394 1,750	343 368 1,706	441 453 2,053	219 260 1,050	266 275 1,243	505 552 2,521	2,295 2,467 10,732	2,165 2,317 11,760	13,993 15,893 64,114	21,708 22,368 77,257	43,249 46,421 178,784
被浸	床 戸数 世帯数 上人員	32 32 140	12 13 68	4 7 33	331 355 1,632	121 122 565	92 105 420	329 330 1,671	5,225 5,582 25,814	9,266 9,793 44,624	11,626 12,314 57,540	3,734 5,211 17,103	4,111 4,236 12,050	34,883 38,100 161,660
書 水	床 戸 数 世帯数 下 人 員	808 808 2,424	339 381 1,714	1,831 1,891 7,926	5,023 5,395 23,198	9,310 10,026 42,109	210 210 1,008	1,056 1,131 4,976	3,431 3,676 14,331	1,965 2,086 8,390	6,198 6,917 40,224	12 12 56	2,286 2,354 10,970	32,469 34,887 157,326
合計	 戸数 世帯数 人員 	1,700 1,730 6,402	757 840 3,598	2,236 2,407 10,167	5,773 6,195 26,912	10,007 10,740 45,319	735 794 3,395	1,783 1,878 8,478	9,265 9,921 43,145	13,624 14,451 64,173	20,219 21,788 110,614	20,469 24,845 93,671	31,756 32,719 113,592	118,324 128,308 529,466
非住的	家の被害	75	246	600	917	180	136	348	150	2,378	740	674	59	6,503
り 災	炎戸数	1,700	757	2,236	5,773	10,007	735	1,783	9,265	13,624	20,219	20,469	31,756	118,324

注 1 かつこ内の数字は再掲である。

2 負傷者は、9月26日~10月31日における診療機関の診療実人員数である。



図3-25 名古屋市南部学区別死亡者分布(数字は千人当たりの死亡者数)(名古屋市、1994)

(b) 人的被害、住家被害

①人的被害

この伊勢湾台風による被害の典型的な特徴は、人的被害の甚大さで、それが名古屋市、特に 南部に集中していたことである。名古屋市の死者が1,851人で、愛知県の3,033人の61%を占め る。さらに区別に見ると、南区1,417人(76.6%)が大半で、これに次いで港区375人(20.3%) で、両区合わせて96.8%の大部分となる。他に中川区20人、瑞穂区11人で、死者がなかったの は北区だけであった(図3-25)。港区死者については**表3-12**に示す。

さらに、負傷者数は4万528人で、激甚災害地に指定された南区1万3,173人、港区1万394 人、中川区4,903人、熱田区4,882人、瑞穂区2,442人の南部5区で市全体の88.3%に及ぶ。

②住家被害

建築物被害のうちの住家被害を見ていく。表3-12に示すように、各区ともに浸水以上の被 害を受け、全市で11万8,324戸である。これは全住宅数の約3分の1に相当する大災害であった。 特に港・南・中川の3区はほとんど被害を受け、被害住家の世帯数で12万8,308世帯、人数では 52万9,466人に及んだ。

住家の被害の内容を分析してみる。まず全壊は6,166戸で、区別数では南区(43.7%)、港区 2,141戸(34.7%)が抜き出て多く、両区で78.4%と大部分を占める。この主因は高潮による流 木被害である。また、流出戸数でもこの2区への偏重が大きく、総戸数1,557戸のうちで南区954 戸(61.3%)、港区589戸(37.8%)、両区合わせて99.1%と集中していた。

半壊戸数では少し異なる傾向が読み取れる。全数は3万4,883戸で、区別では中川区の1万 1,626戸が最多で、熱田区9,266戸、瑞穂区5,225戸がこれに次いでいる。しかし、半壊以上の大 規模被害を集中して受けた南区・港区ではかなり少なく、それぞれ4,111戸、3,734戸に止まっ ていた。同様の傾向は床下浸水分布でも見られる。すなわち、激甚地に指定された区では少な く、逆に指定されなかった中村区・西区などで床下浸水戸数が多かった。このことは、南・港 区では住宅の大部分は半壊以上の大被害を受け、浸水程度の中・小被害で収まった家屋はわず かであったことを示している。

なお、住家被害の程度を総数で分析すると、最も多かったのは半壊で4万3,249戸(被害戸数の36.6%)、次に床上浸水で3万4,883戸(29.5%)、床下浸水3万2,469戸(27.4%)などが多く、全壊は6,166戸(6.2%)、流出は1,557戸(1.3%)であった。

③建築物の一般的被害

一般建築物の被害では、台風の風雨によるよりは、高潮に伴う流木のもたらす破堤浸水から 生じたものが圧倒的に大きかった。また、長期の湛水がその被害を拡大した。

以下に、建築物の被害率、流出率、全壊率、半壊率を図3-26~29に示す。いずれも出典は 名古屋市の『伊勢湾台風災害誌(復刻版)』(平成6年9月)である。



図3-26 建築物被害率 (名古屋市、1994)



図 3-27 建築物流出率 (名古屋市、1994)



図3-28 建築物全壊率(名古屋市、1994)



図3-29 建築物半壊率(名古屋市、1994)

地区別の被害状況をこれらから見ると、南区での被害が大きいことに注目される。特にその 中心は柴田・白水地区で、ここは浸水した高潮の水勢が強く、また巨大な流木が大量に流出し たために、全壊・半壊の被害率が高く、全被害率で見て70%程度の地域が認められ、中でも柴 田地区では全棟数が被害を被った。

この柴田・白水地区に次いで、被害率30%~50%の高い地域は、港区大手地区の築三町である。ここは河川沿いの埋立地で、高潮が河川敷に流入する際に、地盤が崩壊したことから、建築物の流出や傾斜しての全壊を起こしたところである。

これら以外で、建築物被害の比較的高かったのは堀川右岸の港陽町付近であったが、被害は 半壊以下に止まっていた。また、堀川左岸の南区道徳町では、浸水位は極めて大きかったが、 密集した建物や内陸部に位置したことが幸いし、水勢が比較的弱く、流木も少なかったので、 建築物被害は比較的少なく約5%~10%程度に止まった。

また、南部海岸沿いの干拓堤防周辺の農家では、海岸堤防を破壊した高潮によってほとんど 流出又は全壊した。しかし同じ南陽町でも旧東海道付近の部落では流出建築物はなく半壊程度 以下の被害のものが多く、これより内陸部の被害率は急激に減少していた。

なお、建築物の構造的被害については、後述の第2節で記述する。

(c) 湛水被害

名古屋市における本災害の特徴は、広域かつ長期に及ぶ浸水である。その詳細は前述したが、 ここでは被害の影響を簡潔に述べておく。この湛水被害が重要視された様子は、災害関係特例 法の審議に際し、その適用地域を設定する被害激甚地の指定基準の議論において、長期湛水地 を含めた形で決着をみたことに象徴されている。浸水の状況は既に示されているが、長期化と いう点でいうと、例えば、南陽町では60日間に及んだほか富田町一帯20~40日、港区・南区20 ~30日といった地域が大部分であった。また、浸水水位も南区道徳地区の3mを最高に、南・ 港区では1.5m~1mのところが多く、さらにその背後に0.5m程度の地域も広く見られた。

この湛水は、堤防の仮締切りによって流入が止まるまで、潮の干満に伴って上下し、残存家 屋の使用不能や損傷、復旧活動の遅延など数多くの問題を生じた。また、排水の後も厚い汚泥 層を残し、その排除や衛生面の課題となった。