

高潮から人命・地域を守る

名古屋大学院
環境学研究所・都市環境学専攻
富田孝史

人命 ～ 死者ゼロに

地域 ～ 縮 災

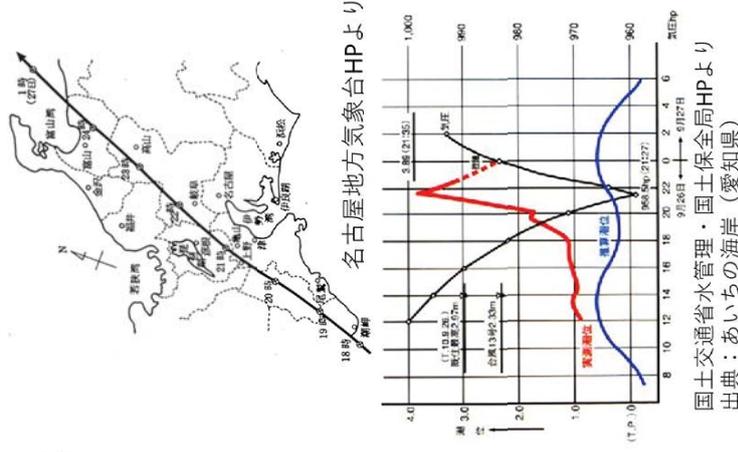
(社会、経済)
被害を小さくして
できるだけ早く復旧

高潮災害で何が起こるか

伊勢湾台風

- 1959年9月26日(土) 夜に襲来
- 上陸時気圧：929 hPa (潮岬)
- 暴風半径：500 km
- 瞬間風速：55.3 m/s
- 潮位偏差：3.5 m (名古屋)
- 被害
 - 死者・行方不明者：5,098 人
 - 全・半壊住家：153,890 棟
 - 耕地：210,859 ha
 - 船舶：7,576 隻
 - 被害総額：5,550 億円
(東海三県のみ)

国家予算の39%
GNPの4.4%



伊勢湾台風による浸水状況

以下に参考図があります。

- 伊勢湾・三河湾沿岸の浸水概略地図
国土交通省、「地球温暖化に伴う海面上昇に対する国土保全研究会」報告について、図4-2
https://www.mlit.go.jp/river/press_blog/past_press/press/2002_01_06/020502/pdf/z44.pdf
- 名古屋市の最高水位図
防災情報新聞社
http://www.bosaijoho.jp/reading/history/item_4075.html
- 湛水期間
(一社) 中部地域づくり協会地域づくり技術研究所
http://www.cck-chubusaigai.jp/kinnen_saigai/19590926.html

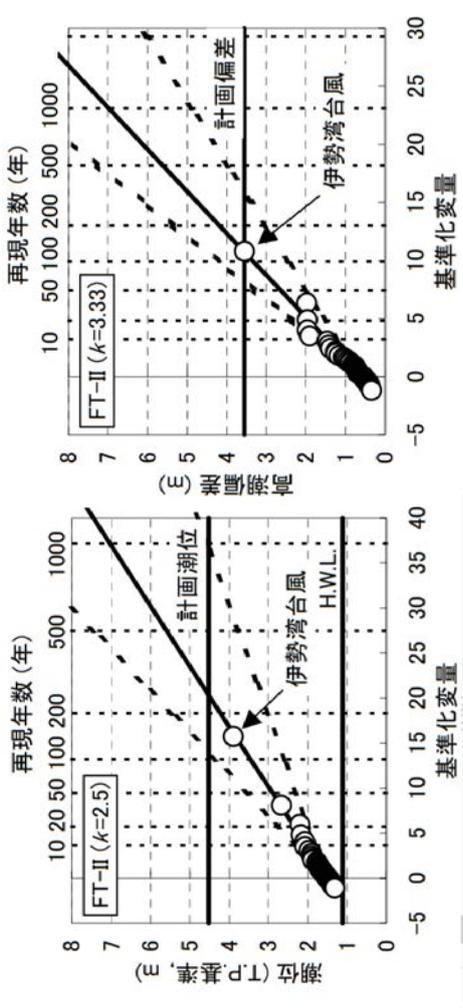
伊勢湾台風時の様子

例えば、以下に当時の映像があります。

- 愛知県政ニュース
 - ✓ 特報 台風15号愛知県で空前の猛威、昭和34年9月26日
 - ✓ 伊勢湾台風 第2報 救援を待つ災害地
 - ✓ 伊勢湾台風 第3報 水との闘いつづく災害地
 - ✓ 伊勢湾台風 第4報 水禍に挑む災害地－苦難を越えて復興へ－

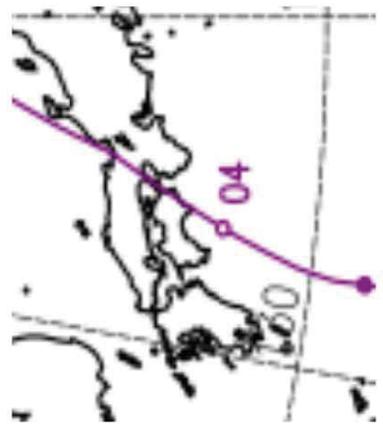
再現確率

計画高潮位 (名古屋) TP+4.5m
高潮偏差 3.5m



高橋重雄・富田孝史・河合弘泰(2001): 性能設計の高潮対策施設への適用に関する基本的な考え方, 港空研資料, 1042

2018年台風21号

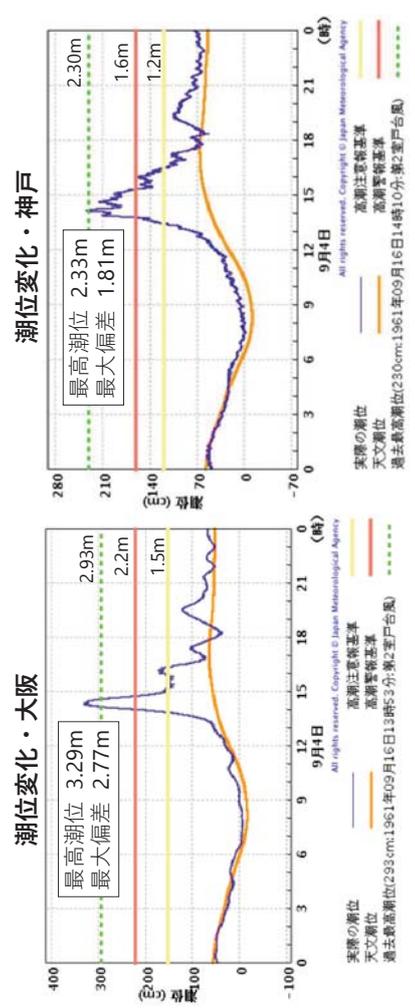


出典：気象庁ホームページ、台風経路図

2018年9月4日12時頃
徳島県南部に上陸 (950hPa)
同日14時頃
神戸に再上陸 (950~960hPa)



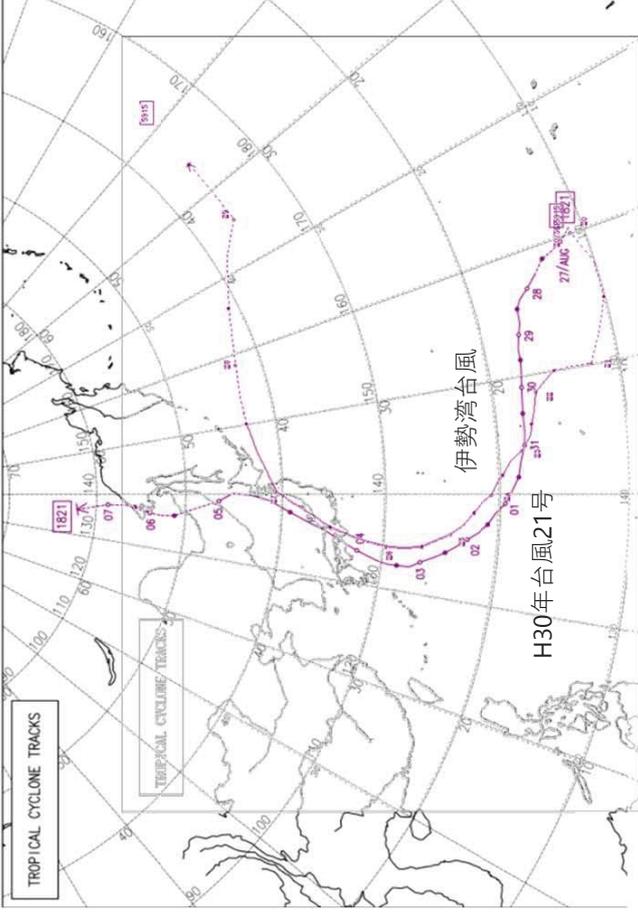
提供：阪神国際港湾(株)



主な高潮災害（国内）

国土省水管理・国土保全局ホームページ
 内閣府等：高潮災害とその対応、2005年8月
 国土省海岸室：海害：50年のあゆみ、2008年3月より作成

年月日	主な原因	主な被害地域	最高潮位 (TP m)	最大偏差 (m)	死者・行方不明 (人)	全壊・半壊 (戸)
大正6年	台風	東京湾	3.0	2.1	1,324	55,733
昭和9年	室戸台風	大阪湾	3.1	2.9	3,036	88,046
昭和17年	台風	周防灘	3.3	1.7	1,158	99,769
昭和20年	枕崎台風	九州南部	2.6	1.6	3,122	113,438
昭和24年	キティ台風	東京湾	2.1	1.4	160	17,203
昭和25年	ジェーン台風	大阪湾	2.7	2.4	534	118,854
昭和26年	ルース台風	九州南部	2.8	1.0	943	69,475
昭和28年	台風13号	伊勢湾	2.8	1.5	500	40,000
昭和34年	伊勢湾台風	伊勢湾	3.9	3.4	5,098	151,973
昭和36年	第2室戸台風	大阪湾	3.0	2.5	200	54,246
昭和45年	台風10号	土佐湾	3.1	2.4	13	4,439
昭和60年	台風13号	有明湾	3.3	1.0	3	589
平成11年	台風18号	八代海	4.5	3.5	13	845
平成16年	台風16号	瀬戸内海	2.5	1.3	3	11



気象庁ホームページ、台風経路図より作図

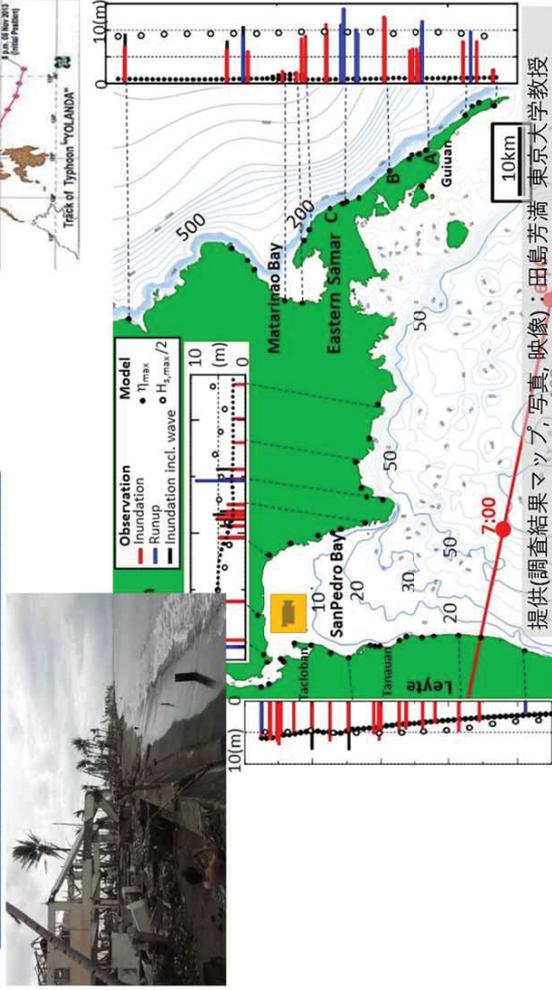
フィリピンにおける台風Haiyanによる被害

2013年11月8～9日、フィピン中部を横断 上陸時895hPa

死者: 6,300人, 避難者: 410万人, 被災家屋: 110万棟

被害額: 860億PhP (約2,000億円)

(NDRRMC国家災害リスク削減・管理評議会、2014年4月17日報告)



提供調査結果マップ、写真、映像：田島芳満 東京大学教授

米国におけるHurricane Katrinaによる被害

2005年8月25日フロリダ半島上陸, 29日ルイジアナ州ニューオーリンズ付近に再上陸, 約9mの高潮(ミシシッピ州), New Orleansの80%が浸水

- 死者数 (間接死を含む): 1,833人
 - ✓ Alabama: 2, Florida: 14, Georgia: 2, Louisiana: 1,577, Mississippi: 238
 - ✓ 半数が75歳以上
- 避難者数: 273,000人 (ピーク時)
- 被災家屋数: 300,000棟
- 被害額: US\$125 billion (当時)

Hurricane (category)	Year	Damage in 2017 US\$
Katrina (3)	2005	160.0 B
Harvey (4)	2017	125.0 B
Sandy (1)	2012	70.2 B
Irma (4)	2017	50.0 B
Andrew (5)	1992	47.8 B

主な自然災害（1990年以降）

	死者数	被害額
1	2004年インド洋津波(12か国) 22.6万人以上	2011年東日本大震災 2100億ドル
2	2010年ハイチ地震 22.2万人以上	2005年Hurricane Katrina 1250億ドル
3	1991年Cyclone (バングラデシュ) 13.8万人以上	2007年Hurricane Harvey 1250億ドル
4	2008年Cyclone Nargis (ミャンマー) 13.8万人以上	1995年阪神・淡路大震災 1000億ドル

Source: EM-DAT: The Emergency Events Database - Universite catholique de Louvain (UCL) - CRED, D. Guha-Sapir - www.emdat.be, Brussels, Belgium
 Source for Katrina and Harvey: Costliest U.S. tropical cyclones tables updated, National Hurricane Center, NOAA.

防災から減災, そして縮災へ

Hazardが発生しても被害を受けないとする **防災**

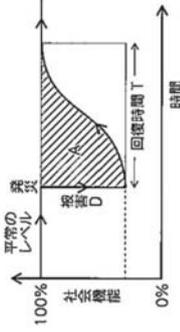
→ 避難

インフラ整備

↓
極端事象の発生

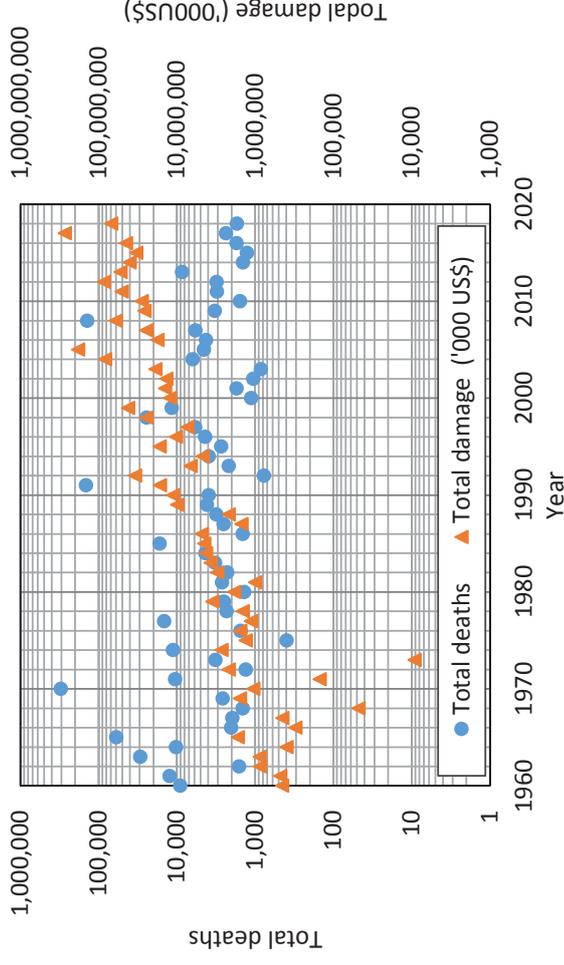
一定の **被害を受忍** しつつ, 少なくとも人命を守る **減災**

被害を小さくしてできるだけ早く復旧する **縮災**



河田恵昭, 災害復旧とレジリエンス再考, 第41回土木学会
 トークサロン, H27.10.22

世界におけるStorm による年間被害

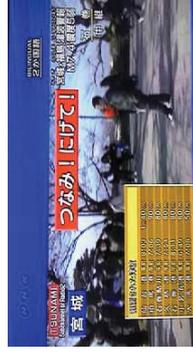
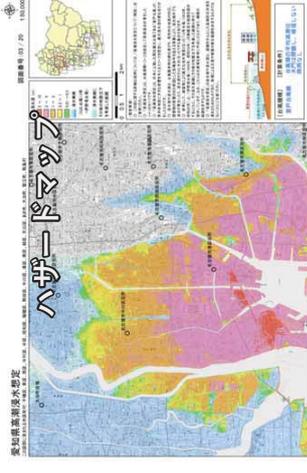


Source: EM-DAT: The Emergency Events Database - Universite catholique de Louvain (UCL)
 - CRED, D. Guha-Sapir - www.emdat.be, Brussels, Belgium

人命の保護

対策：避難・高所居住

- 逃げる所
 - 避難の場所・避難路
- 逃げるきっかけ
 - 警報システム
 - 情報伝達システム
 - 観測システム
- うまく逃げる
 - 避難訓練
 - 避難所運営訓練
 - 備蓄品



伊勢湾台風時の警報・避難命令

- 暴風雨、高潮、波浪警報の発表

11:15 (名古屋地方気象台)

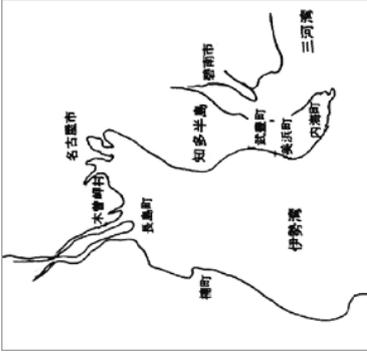
※津地方気象台：暴風雨警報、8:00
高潮警報・波浪警報、11:30

- 市区町村からの避難命令の発令

- ✓美浜 13:00 (警察)
- ✓楠 15:00 (消防)
- ✓内海 15:00 (消防)
- ✓武豊 16:05 (警察)
- ✓碧南 16:30 (警察)
- ✓川越 18:50 (水防署)
- ✓師崎 19:00
- ✓鈴鹿 20:10
- ✓西尾 21:00

[出展] 安田孝志: 1959年9月26日伊勢湾台風(その2), ぼうさい, 平成20年11月号(第48号), 3-31, 2008.

(1953年台風13号での被災地)
碧南・武豊・美浜・内海:
犠牲者合計26名



停電 例えば
18~19時頃
長島
名古屋
名古屋市 (千種区)
21時頃

平成30年7月豪雨災害

倉敷市の避難行動等に関するアンケート

～真備地区 (死者51人)～ (罹災世帯 1,475 世帯、非罹災世帯 1,403 世帯)

- 自宅内の鉛直避難を行った: 36.8%
- 自宅以外に避難: 56.9% (車を利用, 87.5%; 徒歩, 10.6%)
(30分未満の移動時間: 32.8%)



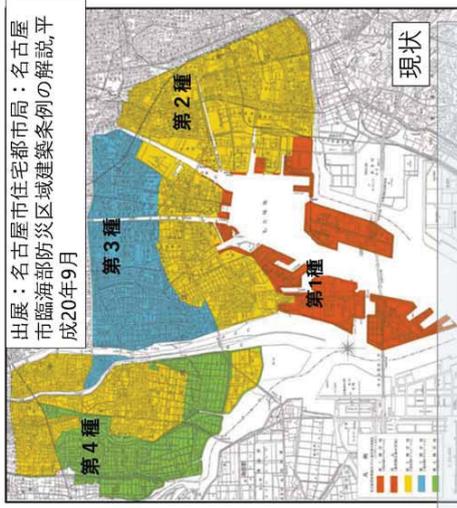
11:30 避難準備・高齢者等避難開始 23:45 避難指示(緊急) (小田川南側)
22:00 避難勧告 (真備地区) 00:30 小田川氾濫発生情報
22:20 小田川氾濫危険情報 01:30 避難指示(緊急) (小田川北側)
23:00 大雨特別警報

危ないところに住まない

建築規制

経済発展 → 土地の利用性の向上 → 規制変更

- 第1種区域: 1階床高 \geq NP+4m
木造建築の禁止
- 第2種区域: 1階床高 \geq NP+1m
居住空間は原則2階以上
- 第3種区域: 1階床高 \geq NP+1m
- 第4種区域: 1階床高 \geq NP+1m
居住空間は原則2階以上



土地利用

- 第1種区域: 防潮ライン外側の埋立地の工業地区
- 第2種区域: 伊勢湾台風以前および以後の都市地区
- 第3種区域: 伊勢湾台風以前の内陸都市地区 (他の地域以上に厳しい制限)
- 第4種区域: 都市調整区域 (各居住建築物にて安全性の確保が必要)

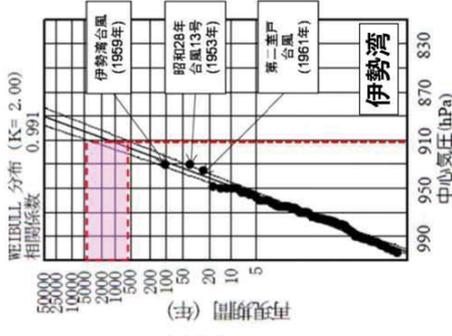
高潮浸水想定

- 水防法の改正 (改正H27.5.20, 施行H27.7.19)

【追加】高潮により相当な損害を生ずるおそれがある海岸 (高潮周知海岸) について、**想定し得る最大規模の高潮**により浸水が想定される区域を**高潮浸水想定区域**として指定する。
(第14条の3)

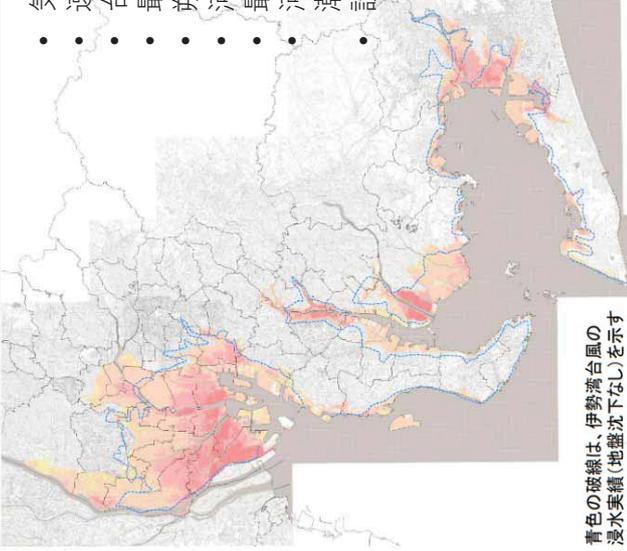
- 高潮浸水想定区域図作成の手引き (Ver. 1.10, H27.7)

- ✓ **既往最大規模の台風**とし、潮位偏差が最大となるよう複数の経路を設定し、作成する。
- ✓ 堤防等・水門等は設計条件に達した段階で決壊する。
- ✓ 浸水区域、浸水深、浸水継続時間を図示する。



最新の愛知県の高潮・洪水浸水想定(案)

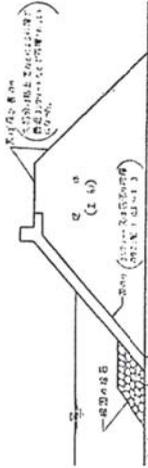
- 気圧910hPa (室戸T)
- 速度73km/h (伊勢湾T)
- 台風半径75km (伊勢湾T)
- 最悪コース
- 朔望平均満潮位
- 河川流量 (基本高水)
- 最大規模降雨
- 河川内で洪水ピークと高潮ピークが重なる
- 設計条件を超えた時破堤



青色の破線は、伊勢湾台風の高潮実績(地盤沈下なし)を示す

[出典] 愛知県高潮対策検討委員会第2回 (平成29年12月25日) 資料

海岸堤防の形式



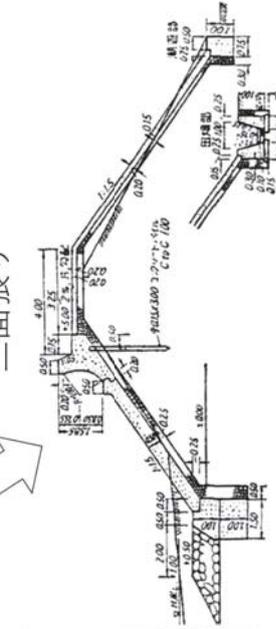
[出展] 細井正延:伊勢湾台風による被害と対策, 第7回海岸工学講演会講演集, 185-194, 1960.

1953年当時、海岸堤防の設計基準を議論 → 1958年、海岸保全築造基準

伊勢湾・三河湾の海岸堤防の多く: 表のり:石張り、コンクリート等 天端、裏のり:粘土、芝等

1953年台風13号による高潮災害

三面張り



[出展] 榎木亨: 海岸・港湾構造物の設計の変遷と今後の課題、第33回水工学に関する夏期研修会, 土木学会B-9, 9p., 1997



中部地整・三河港湾事務所HP 提供: 神野新田土地改良区(三河湾)

浸水に対する防災インフラ



高潮防波堤 (名古屋港管理組合HP)



防潮壁 (名古屋港ガーデンふ頭を考える学生提案競技HP)

高潮～水位上昇



浸水の防止～高さで守る



防災インフラが重要

縮災に向けて

タイムライン 「いつ」「だれが」「何をするか」

災害マネジメントには多くの機関・部署が関係 → 相互に連携する必要

ハリケーン・サンディ、ニューヨーク市のケース

Date	Area	Event
Friday 10/26	STORM PREPARATION	New York City Mayor Michael R. Bloomberg activates New York City's coastal storm plan and opens NYC Office of Emergency Management's situation room.
Sunday 10/28	EVACTIONS	Mayor Bloomberg orders mandatory evacuations for Zone A in New York City.
	SUBWAYS AND BUSES	MTA orders the start of the subway system shutdown at 7 p.m., with all services stopped by 3 a.m. Subway cars moved to higher ground, away from vulnerable areas. Buses make final departures at 9 p.m.. PATH suspends all services at midnight.
	COMMUTER RAIL	Metro North and Long Island Rail Road make final departures at 7 p.m. NJ Transit starts shutting down services at 4 p.m., with all rail, bus, light rail suspended by 2 a.m. MTA personnel build makeshift dam in West Side Rail Yards to protect Penn Station facility from flooding
	AIRPORTS	John F. Kennedy (JFK), LaGuardia, Newark remain open. Decisions on flight cancellations are left to airlines' discretion. Airlines add Sunday flights in anticipation of cancellations over the course of the storm.
	TRAFFIC	Closures of major crossings determined on a "case by case basis" heading into Monday, but remain open during Sunday.
	FERRIES	NYCDOT suspends Staten Island Ferry services at 8:30 p.m. NY Waterway announces that all ferry and bus services will be suspended on Monday, October 29th.

10/29 8 p.m., NJ州アトランティックシティ付近に上陸

Table: Sarah Kaufman, Carson Qing, Nolan Levenson, Melinda Hanson. "Transportation During and After Hurricane Sandy," Rudin Center for Transportation NYU Wagner Graduate School of Public Service, November 2012.

タイムライン

NYCにおける医療機関の沿岸暴風雨対応計画

フェーズ	タイミング	対応行動
計画	120~48時間前	日常業務および緊急対応や復旧に必要なとされるような人員や機材の状態への起こりうる暴風雨の影響を評価する。
動員	96~48時間前	基本的なサービスを維持し、緊急対応や復旧業務の実施に必要な資源を評価し配備する。
避難	72~80時間前	市長の避難命令に従って全市の避難作戦を開始する。
ゼロアワー直前	24~0時間前	0時間閉鎖手続きを実施する。避難作戦を継続；輸送準備や終結を含めて避難作戦は終息し始める。事後対応のための準備は継続。
ゼロアワー	0時間	機関業務および基本的なサービスの終了。機関職員は安全な状態になるまで安全な場所に避難。事後対応のための準備は継続。
事後	0時間以降	台風上陸後速やかに事後フェーズが始まるが、ほとんどの事後対応業務はNYCにおいて強風が止むまで始まらない。

https://www.gnyha.org/wp-content/uploads/2017/06/NYC-Coastal-Storm-Operations-Overview-for-HCF_FINAL.pdf

タイムライン (フェーズ別高潮・暴風対策)

フェーズ	発生時刻	情報収集・共有	体制	対応行動	その他
I	台風発生後	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	みなとケア等の体制確保	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
II	台風接近	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
III	台風上陸	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
IV	台風通過	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
V	事後	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)

想定される被害の検例 (業種別)

業種	コンテナ	完成自動車	一般パルク
人的被害	①船外地のクレーンオペレーター、トレーラー運転手等企業従業員への被害 ②水門・防波堤等の閉鎖不良による人的被害の拡大 ③海岸保全施設が機能しないエリアでの人的被害 ④船内乗客の人的被害 ⑤住民等の人的被害	①船外地の完成自動車荷役ドライバー等の被害 ②水門・防波堤等の閉鎖不良による人的被害の拡大 ③海岸保全施設が機能しないエリアでの人的被害 ④船内乗客の人的被害 ⑤住民等の人的被害	①船外地の海運労働者、荷役作業員等の被害 ②水門・防波堤等の閉鎖不良による人的被害の拡大 ③海岸保全施設が機能しないエリアでの人的被害 ④船内乗客の人的被害 ⑤住民等の人的被害
民間施設への被害	①船外地のクレーンオペレーター、トレーラー運転手等企業従業員への被害 ②水門・防波堤等の閉鎖不良による人的被害の拡大 ③海岸保全施設が機能しないエリアでの人的被害 ④船内乗客の人的被害 ⑤住民等の人的被害	①船外地の完成自動車荷役ドライバー等の被害 ②水門・防波堤等の閉鎖不良による人的被害の拡大 ③海岸保全施設が機能しないエリアでの人的被害 ④船内乗客の人的被害 ⑤住民等の人的被害	①船外地の海運労働者、荷役作業員等の被害 ②水門・防波堤等の閉鎖不良による人的被害の拡大 ③海岸保全施設が機能しないエリアでの人的被害 ④船内乗客の人的被害 ⑤住民等の人的被害

港運送業 (コンテナ) の対応例

フェーズ	気象庁の情報	港長の警報等	人命の安全確保、情報伝達等	物流機能の維持	生産機能の維持
台風発生前	台風発生時刻	警報発生時刻	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
台風発生後	台風発生時刻	警報発生時刻	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
事後	台風発生時刻	警報発生時刻	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)

※灰色文字は「伊勢湾におけるタイムライン(注1)」において、「段階的な防災行動計画」に項目がないリスク。(注1)「事前準備・対応」に記載されている場合あり。

※赤色文字は「伊勢湾におけるタイムライン(注1)」において、「段階的な防災行動計画」に項目がないリスク。(注1)「事前準備・対応」に記載されている場合あり。

中部地方整備局港湾空港部

フェーズ	発生時刻	情報収集・共有	体制	対応行動	その他
I	台風発生後	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	みなとケア等の体制確保	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
II	台風接近	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
III	台風上陸	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
IV	台風通過	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
V	事後	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)

国交省・中部地整・港湾空港部

フェーズ	発生時刻	情報収集・共有	体制	対応行動	その他
I	台風発生後	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	みなとケア等の体制確保	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
II	台風接近	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
III	台風上陸	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
IV	台風通過	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)
V	事後	気象、海況、海上安全情報(気象庁) 波浪、水位、暴風等	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)	関係者への対応準備指示 (経路、目的地等)

※灰色文字は「伊勢湾におけるタイムライン(注1)」において、「段階的な防災行動計画」に項目がないリスク。(注1)「事前準備・対応」に記載されている場合あり。

※赤色文字は「伊勢湾におけるタイムライン(注1)」において、「段階的な防災行動計画」に項目がないリスク。(注1)「事前準備・対応」に記載されている場合あり。

