日本城镇海啸避难所规划策略研究

Study on Strategy of Tsunami Refuges Planning in Japanese Towns

王滢 曾坚 王强

Wang Ying, Zeng Jian, Wang Qiang

摘要: 以日本大地震“地震—海啸—核泄漏事故”这一重大复合灾害为背景,通过对日本城镇海啸避难所规划策略的研究,一方面归纳出海啸避难所定义与类型、海啸避难场所规划设计方法和发展策略,另一方面探讨了日本法律背景下的疏散计划框架。我国沿海城市灾害类型多且频繁发生,但避难疏散场所建设及防控措施单一而薄弱。本文力图弥补当前我国避难场所的课题研究的空白,系统化完善避难疏散场所规划体系,有效预防、减少和消除灾害损失,以期对我国沿海城市避难疏散场所提供实效性较强的规划策略和启示。

Abstract: Taking Great East Japan Earthquake which is an “earthquake-tsunami-nuclear leakage accident” compound disaster to analyze the planning strategy of tsunami refuges in Japanese towns, the article sums up the definition, types, planning method and development strategy of tsunami refuges, and explores the evacuation framework under the legal background of Japanese. Various types of disasters occur frequently among Chinese coastal cities, but the prevention and control measures for refuges in those cities are less and weak. The study aims to make up for the lack of research of refuges in China, to perfect the planning system of refuges systematically, to prevent, reduce and eliminate the loss caused by disasters effectively, and to provide an enlightenment of effective planning strategies for refuges of Chinese coastal cities.

关键词: 海啸避难所; 沿海城市; 防灾减灾

Keywords: Tsunami Refuge; Coastal City;
Prevention and Reduction of Disaster

天津市哲学社会科学规划研究项目“大数据背景下天津城市灾害风险防治对策研究”(TJGLQN17-004)成果

作者: 王滢, 天津大学建筑学院博士, 天津城建大学建筑学院讲师。
gnygnaw2006@126.com
曾坚, 天津大学建筑学院, 教授
王强, 天津大学建筑学院, 教授

引言

根据国际灾害数据库 (Emergency Events Database) 提供的数据统计^[1], 对日本 1950—2014 年 64 年间发生的自然灾害进行分析和挖掘。研究表明, 日本对防灾减灾的重视由来已久, 在历史经验与法律体系的衔接与协调中, 最大限度地提升应对灾害的能力, 提高救灾效率, 有序推进避难疏散场所的建设。1978 年以后, 灾害直接影响人数与总波及人数陡然下降 (图 1), 政府防灾减灾的措施和行动挽救人民生命和财产安全, 取得了卓有成效的成果。1980 年, 随着城市化进程的推动, 日本经济经历飞速增长。然而, 高强度的土地开发、高密度的城市空间环境、高速率的信息交换和高聚集的人群正在深深改变着城镇自然山水地理格局, 城镇的承载极限不断增大, 更容易遭受灾害影响。2011 年 3 月 11 日, 日本东北部海域发生里氏 9.0 级地震, 继而引发海啸, 造成福岛第一核电站发生核泄漏, 波及 600 km 的海岸线。避难疏散场所每日收容能力已接近上限, 曾达到 55 万人。地震发生后第 6 天, 8 个县 2 400 多处避难设施中容纳约 43 万人; 地震发生后第 9 天, 仍有 2 100 处避难设施容纳约 37 万人。此次复合灾害所造成的经济损失高达约 2 100 亿美元, 占 2011 年度全球损失总额的 57%^[2-4] (图 2)。如此浩劫带给人们的是心有余悸和铸就伤痛的记忆犹新, 研究此次灾害具有典型性。

图 1 日本自然灾害受灾人数统计图 (1950—2014 年)

资料来源: 作者根据参考文献 [1] 绘制

1 日本城镇海啸避难所

在灾害突变和渐变相互转变的过程中,城镇自然生态与致灾因子之间进行着物质、能量和信息的交换,与人类的工程活动、经济社会的发展密切相关。“地震—海啸—核泄漏事故”这类过去不为人预知的复合灾害突发,凸显了灾害的不确定性和开放性,地震后的海啸避难疏散困难直接导致了灾民的死亡。因此,研究疏散与避难场所的布局设置,建立相对完整的避难疏散体系,才能确保逃生行动与避难生活的有序进行。

1.1 避难疏散场所等级与类型

自江户时期日本建立避难小屋提供救助,至今已经初具避难所雏形^[5]。从此以后,日本针对多种灾害,按照应急机制与灾害影响,经过科学的规划设计和合理的建设,配备相应完善的配套设施。日本城镇中避难疏散场所基本上可分为三个等级:临时集合场所、避难场所和避难所(表1)。

1.1.1 避难场所

根据日本广岛西南部吴市的危机管理部门的分类,避难场所基本上包括三种类型:广域避难场所、临时避难场所和临时避难设施,以城市的绿地、公园、广场等开敞空间为主。

图2 日本自然灾害经济损失统计图(1950—2014年)

资料来源:作者根据参考文献[1]绘制

表1 日本城镇避难场所分类

按照等级分类	按照类型分类	功能
临时集合场所	临时集合场所	通常用于转移灾民到安全庇护和临时避难的过渡性场所
避难场所	广域避难场所	通常用于灾民紧急疏散,或者临时生活安置的开敞空间
	临时避难场所	
	临时避难设施	
避难所	避难据点	通常用于提供给无家可归的灾民中长期居留的公共建筑
	准避难据点	
	福利避难所	
	准福利避难所	
	地区避难所	

(1) 广域避难场所:收容灾民,并确保其安全的大面积场所。

(2) 临时避难场所:临时提供给较多灾民避难的大面积场所,当灾害险情得到控制后,可向广域避难场所转送。

(3) 临时避难设施:为了躲避洪水、风暴潮、海啸等灾害威胁,滞留的灾民在中、高层建筑的室内、建筑屋顶、走廊等临时避难的设施,多为钢筋混凝土或钢结构的牢固建筑。

1993年,日本结合防灾公园制定了《城市公园法实施法令》,将上述广域避难场所、临时避难场所和临时避难设施,结合城市绿地、公园和广场细化分为六种类型,并赋予技术指标(表2)。

1.1.2 避难所

日本城镇避难所包括五种类型:避难据点、准避难据点、福利避难所、准福利避难所和地区避难所。

(1) 避难据点:城镇遭受地震、风灾、水灾等灾害,或者受灾害威胁时,民众暂时滞留的建筑物,以中小学校为主。

(2) 准避难据点:在避难据点无法收容避难者时开放的暂时滞留的建筑物。可根据灾害的种类、规模与避难据点一起开放,以大学为主。

(3) 福利避难所:为需要特别照顾的特殊人群临时滞留而开放的建筑物,以老人福利设施、无障碍设施等为主。

(4) 准福利避难所:为照顾轻度特殊人群开放的暂时滞留的建筑物,以及在避难据点等地的避难生活困难的情况下,转送轻度需要照顾的特殊人群的地方。

(5) 地区避难所:根据灾害的种类和规模,地区自主开放的临时滞留的建筑物,根据避难者的需要向避难据点或准避难据点转移,以会馆、集会所、小区活动中心等为主。

表2 日本结合防灾公园的避难疏散场所类型与特征

类型	规模	空间载体	标准或建议性规定	作用
广域防灾据点	面积 50 hm ² 以上	郊野公园、自然公园	50 万~150 万人	阻隔灾害
广域避难场所	面积 10 hm ² 以上	广域公园 ^[6] 、都市基干公园 ^[7]	服务半径 2 km	安全停留
紧急避难场所	面积 1 hm ² 以上	街区公园、儿童游园	服务半径 0.5 km	紧急避难
避难道路	宽度 10 m 以上	城市绿道、生态廊道	绿带宽度 10 m 以上	防止蔓延
缓冲绿地	不限	都市绿地	不限	阻隔灾害
邻近防灾据点	面积 500 m ² 以上	近邻公园、宅旁绿地	人均避难面积 2 m ²	迅速到达

1.2 海啸避难所

日本“3·11”东北大地震引发海啸，横扫沿海地区，曾建立在海边附近的地震避难场所顷刻间被海水吞噬，大片陆地被海水倒灌，许多避难所和基础设施被摧毁，根本无法避难。原本供安全疏散的地震避难场所面临海啸反而成为危险区域。尽管修建了防护堤坝，建立了地震与海啸预警系统，公布了疏散计划和开展公众宣传，但部分地区浸水的高度和波及范围仍然超过了预测。这些现象引发了日本相关部门的高度重视和反思。为了完善应急机制，2011 年 12 月政府针对这次海啸灾害特别出台了《海啸防灾地区建设法》^[8]，并开始尝试在低海拔地区和避难困难地域建设海啸避难所。

针对地震引发的海啸及其引发的次生灾害，如房屋倒塌等，海啸避难所可供较长时间停留^[9]，分为海啸紧急避难所和海啸长期避难所（表 3）。

1.3 规划设计方法

基于海啸浸水预测图，依据总务省消防厅 2003 年颁布的《市镇村海啸避难规划制定指南》（以下简称《指南》）对避难对象地域进行规划布局。根据历史经验震级最高、破坏力最强的地震，推测避难可能的时间，即从地震发生、避难疏散开始（即避难开始时间），到海啸到达为止的时间。鉴于地震对道路造成的破坏，如信号灯失效、避难车辆增多、秩序混乱、有效避难道路狭窄等，以及海啸速度快的特点，灾民在短时间内的防御措施是步行至邻近处的高台。《指南》建议的正常人逃生步行速度是 1.0 m/s（时速 3.6 km），考虑到特殊人群（老年人、残障人、孕妇等）疏散行为特征，确定避难速度以 0.5 m/s（时速 1.8 km）为基准。以避难距离为半径，推算出避难所可能的设置范围和危险区域^[10]（图 3）。依据城市空间布局特点确定避难路，即城镇通往海啸避难所的指定道路。海啸警报未解除前，将民众疏散至海啸紧急避难所和海啸避难所。当没有海啸危险的时候，紧急灾害对策本部把避难人员移送至远离海啸区域的避难所，

且为需要援助的老年人、残障者等特殊人群提出申请并护送至福利避难所，部分灾民将被转移到准避难据点。

1.4 规划策略

1.4.1 建设海啸避难所

日本政府指定的海啸疏散避难地点超过 7 万个，包括避难场所和避难所^[11]。这些避难地点部分设置于远离海啸浸水区域，在适宜的高地选址，并具备良好的避难功能。在日本“3·11”东北大地震引发海啸吞噬的地域，高层避难建筑（构筑物）发挥了重要的作用，挽救了灾民的生命。日本仙台市 5 个城镇至少 9 700 人撤离至指定的坚固的高层建筑物（构筑物），从而得以幸存。海啸避难所专门设计用于减轻海啸给灾民造成的威胁，避免近海岸地区由于没有高地避难而瞬间夺走居民生命。指定的海啸避难所，应位于经过分析预计的海啸淹没区域，并具备足够的安全高度来抵御海啸对灾民的威胁（图 4）。通过卫星图像空间分析，从抗震设计角度优化结构的各个部位，模拟可经受最大级别海啸的海浪冲击，综合考虑整个建筑物在“地震—海啸”这类复合灾害

图 3 日本城镇海啸危险区域示意图
资料来源：参考文献 [10]

表 3 日本城镇海啸避难场所类型、定义及特征辨析

分类	海啸紧急避难所	海啸长期避难所
用途特征	紧急转移至安全处，时间相对较短	安置回家困难灾民，时间相对较长
标准制定	符合容纳受灾者紧急停留的适当规模；结构坚固，隔震减震，也不会因海啸灾害而损毁；在有效避难时间内，具有海啸水位以上高度的避难空间 除此以外还需满足以下的任何一条： · 安全区域内避难场所（例如高塔等）； · 安全区域外避难设施（例如海啸避难所）	符合容纳受灾者居住的适当规模；有利于迅速接受受灾者；有利于迅速提供、分配救灾援助物资；受海啸灾害的影响相对较小；方便救援车辆进出 除上述要求外，还具备特殊人群（例如老年人、残障人、乳幼儿或需要照顾的人）特殊避难设施和救援体制
管理机制	由市长、镇长、村长指定	由市长、镇长、村长指定
适用范围	必要时两者可以兼用	

资料来源：根据参考文献 [9] 整理

作用下的性状,加强构造措施^[12]。人工建造的开放平台式垂直避难所,不一定是完全封闭的空间(表4)。

1.4.2 强化学校等教育设施的防灾功能

日本“3·11”大地震后,中小学教室和体育馆均成为避难所。由于学校建筑物防灾建设标准要求高,相对最为安全,灾害来临时多数灾民选择去学校操场和教室避难。2011年7月,日本颁布《关于东日本大地震受灾学校设施管理条例》,提出学校需根据所在位置区域情况提出相应的应对策略。2012年1月,日本文部科学省对学校作为避难所的利用状况进行课题研究,统计出福岛县和宫城县(除仙台市以外)525所学校避难利用的现状和问题。日本东北部大地震避难所利用的学校设施中,体育馆利用率高达70.1%,普通教室利用率为34.9%,特别教室利用率为33.3%,空教室利用率为21.7%。调查中还发现,学校内的厕所、取暖设备、给水设备、通信设备和供电设备等多数存在问题^[14]。截至2013年5月,日本用于灾时避难学校的数量为32202所,占全国公立学校总数92%,其中90.3%是中、小学校,另外还有高等学校、中等教育学校和其他学校。

由此可见,学校教育设施在灾时避难疏散过程中起到了

图4 日本城镇海啸灾害疏散方案

资料来源:参考文献[10]

表4 日本海啸避难所设计标准

项目	标准说明
安全高度	25 m 左右(约6层楼高度) 海啸避难所安全高度 = (最大海啸海浪波高 × 1.30) + 1.0 m
规模	紧急避难所可容纳300人,普通避难所可容纳100人
建筑物抗灾级别	抗震;可经受最大级别海啸的海浪冲击
防灾设备	海啸监控摄像头、救援物资储备仓库、紧急发电设备等
其他设备	电梯、给排水设备

资料来源:根据参考文献[9,13]整理

至关重要的作用。在充分考虑避难人数的情况下,假设海啸灾害地域存在学校等教育设施,应该强化学校的防灾功能,了解学校用地标高、到海岸或河岸的距离、周围的地形情况,以及历史上遭受海啸灾害到达地域、到达时间等资料,使实际状态符合制定的避难所标准(图5,图6)。

1.4.3 建设海啸紧急避难设施

高地和山坡上的建筑均能成为紧急避难所。根据不同地形形成两种策略,即建设海啸避难台阶和避难通道,以通往山坡上的高地和建筑进行避难,最大限度地赢得时间,挽救灾民的生命(表5)。

2 日本依托相关法律的海啸疏散框架

日本拥有世界上最为先进的预警系统——收集各种地震和海啸信息,通过媒体、综合防灾系统、全国瞬时警报系统(Japan Alert System)、网络、手机短信等一切手段迅速详细地向民众传达。该预警系统将海啸海浪高度分类,确定海啸

图5 高地上的学校作为紧急避难场所

图6 学校屋顶平台作为紧急避难场所

警报的等级。当预测海啸高度超过 3 m 时，启动重大海啸警报；当预测海啸高度在 1~3 m 之间时，启动海啸警报；当预测海啸高度在 0.2~1 m 之间时，进行海啸通报。

2010 年，参考地震疏散计划，日本又制定了水灾疏散计划的疏散框架，以及浸水区域周边对象的市（镇、村）地域防灾计划。根据同年修订的《灾害对策基本法》防灾规划第 3~5 条规定，中央政府负责制定国家防灾计划，并对自治体进行防灾工作的推进和综合调整。都（道、府、县）制定并实施都（道、府、县）所在地相关的防灾规划，负对本都（道、府、县）内的市（镇、村）进行的相关防灾援助和综合调整的责任。市（镇、村）等“基础自治体”负责制定地方行政单位防灾相关的规划并负责实施。其中第 2 条还规定了市（镇、村）防灾协作互助的框架，对于实施防灾对策有实际困难的或者没有效果的情况，都（道、府、县）或市（镇、村）等“基础自治体”可采取跨越行政区的协作计划，制定受灾地域整体的援助对策。

3 对我国沿海城市避难场所规划的启示

我国漫长的海岸线集中了很多重要的经济地区，一旦发生危险后果将不堪设想。为了确保沿海城市防灾规划战略地位的优先性，在沿海存在灾害风险的地区，确定相关避难疏散规划研究具有重要意义。

3.1 系统化完善避难疏散场所规划体系

避难疏散场所规划应该是一个系统化的规划类型，以战略的思维审视城市的安全问题，防止规划条例重叠却针对性不强，内容交叉却衔接不利。积极确定合理的城市空间布局、功能结构、空间形态和防灾设施，探索理想的防灾空间秩序，并作为编制城市总体规划的依据。控制灾害的扩散，对于减少由此产生的次生灾害，立足长远地消除灾害隐患和改善城市生态环境有积极推动的作用。有效地组织安排灾民避难是一个非常复杂的问题，必须把影响沿海城市疏散的问题提升到较高的视角去思考，进行全局性、综合性、战略性的谋划，

强调避难场所专项规划在城市总体规划中的作用，弥补突发公共事件可能导致的综合防灾在任何环节上滞后或失效，作出正确的应对，防患于未然。促使城市防灾要求和措施融入城市分区规划、详细规划等城市不同类别不同层次的规划，实现城市避难疏散的高效、规范、有序运行，切实增强城市的应变能力（图 7）。

3.2 弥补避难场所课题空白

我国沿海城市集中了大量的经济活动、就业机会和创新中心^[15]，一旦发生复合灾害，疏散集聚人群至相对安全的避难场所是减少人员伤亡和财产损失的唯一途径。因此，沿海城市不同种类避难疏散场所的选址和规划布局是解决城市安全问题首先面对的重大课题。避难场所类型必须应对不同致灾因子的特性与来源、灾害产生影响程度和避难功能的需求，逐步深入到具体的建设措施、指标体系等方面（表 6），并制定相应的优化疏散行动措施。与日本相比，我国避难场所防范灾种类型和功能相对单一，从现有的应急避难场所统计分析，重点基于应对地震这一灾种安置受灾者，建设避震疏散场所，且类型与层级结构的分类方法相对模糊，整体缺乏针对性。

3.2.1 针对自然灾害类型建设避难场所

沿海城市多发生海洋、气象、洪涝、地质灾害与地震等自然灾害，由于缺少面对变化莫测的灾害风险概念和灾害演化规律的相关思考，缺少针对沿海城市多发的自然灾害而建

图 7 避难疏散场所规划体系

表 5 海啸避难台阶和避难通道

策略一：避难台阶		距离海边小于 500 m 的地方，在山的斜坡上建造水泥固定的避难台阶。当地震引发海啸时，附近无法逃往远处的灾民可在短时间内迅速攀登至山坡上的高地，观察情况后再迅速转移
策略二：避难通道		建设社区防灾中心、学校等建筑延伸出的避难通道。当灾民听到海啸警报，确认海啸来袭时，利用建筑物避难通道，缩短避难时间，向更高的高地继续避难

设的避难场所,在面临灾害错综复杂与次生灾害连锁频发时,无法满足灾民的避难需求。2015年7月浙江沿海遭遇50年来最严重台风“灿鸿”,造成城市内涝、山体滑坡等复合灾难,沿岸地区115万人紧急疏散^[16,17]。如果有针对台风、暴雨、风暴潮等沿海城市自然灾害而建设的避难场所,就可以提高城市的应急避难能力,有效加快政府灾害应急机制,为危险中的人们及时、适时提供安全保障,避免大范围、大规模民众因长途疏散的困难陷入恐慌,成为呵护生命之所在。

(1) 构建沿海城市海洋型、气象型避难场所

构建海洋型避难所。由于海啸预报难度很大,且并不是所有海啸都必定引发地震,常被认为是小概率事件。然而,

表6 我国沿海城市避难场所与避难所构建

灾害种类	气象型避难场所
	海洋型避难所
	地质型避难场所
	人防工程避难所
灾害产生影响	场地型避难场所
	场所型避难场所
避难功能	地上垂直避难所
	地面避难场地
	地下避难所

我国周边海域大多位于环太平洋地震带上,如南海东部、菲律宾以西海域,一旦发生地震就可能引发传至浅海的巨浪,使周边沿海城市处于危险的境地,甚至可能直接引起海啸灾害,海南、广州、福建、浙江和港澳台等沿海省(市)便会受到波及,人民的生命和财产面临严重的威胁。

构建气象型避难场所。全球气候变暖引发的暴雨、洪水等灾害和极端气候事件与日俱增。天津市有应急避难场所28个,总计占地431.1万m²,共可容纳118.9万人。2012年7月天津遭遇1978年以来特大暴雨及洪涝灾害^[18],长虹公园、水上公园等避难场所使用率偏低,并不适合暴雨灾害避难,再次引发人们对基于避震建设的疏散场所无法适合其他种类灾害的思考。

(2) 优化沿海城市地震避难场所指标

我国是一个地震灾害多发的国家,由于自然地貌丰富多样,不可能在应急避难方面制定统一的规范标准。因此,上海、深圳和台北等沿海城市相继制定了地方应急避难设计规范和规划纲要^[19,22](表7)。沿海城市贯彻执行国家标准的同时,需要进一步寻求适用于本地的避难场所设计方法和途径,从满足城市安全的角度来控制指标的科学性,与控制性详细规划指标体系相结合。同时,城中村、棚户区、城乡结合部需确定相应的避难疏散改造模式和改造时序,形成从粗放破

表7 沿海城市避震场所技术指标类比

城市	避震场所控制要求				
上海	场地型应急避难场所分级控制要求				
	场所级别	保障性能	用地面积（m ² ）	人均避难面积（m ² ）	疏散距离（km）
	I类应急避难场地	固定避难	≥ 20 000（浦西内环以内面积 ≥15 000）	≥ 3.0	0.5~2.5
	II类应急避难场地		4 000~20 000	≥ 2.0	1
	III类应急避难场地	紧急避难	2 000~4 000	≥ 1.5	0.5
	场所型应急避难场所分级控制要求				
	场所级别	保障性能	建筑面积（m ² ）	面积（m ² ）	疏散距离（km）
	I类应急避难场所	固定避难	4 000 m ² 以上单建式地下空间（含人防工程）或大型体育馆、展览馆、学校等	2.0~3.5	0.5~2.5
	II类应急避难场所			1.5~2.0	0.5~1.5
	III类应急避难场所	紧急避难		1.0~1.5	0.5
深圳	室外避难场所				
	场所级别	用地面积（m ² ）	人均避难面积（m ² ）	疏散距离（km）	
	中心避难	≥ 100 000	≥ 2.0	≤ 10.0	
	固定避难	≤ 10 000	2.0~3.0	≥ 2.0	
	紧急避难	≥ 1 000	≥ 1	≤ 0.5	
	室内避难所				
	不限	不限	3.0~5.0	≤ 2.0	
台北	室外避难场所				
	场所级别	用地面积（m ² ）	人均避难面积（m ² ）	服务半径（km）	避难道路宽度（m）
	中长期收容场所	> 50 000	> 3	< 2	≥ 15
	临时避难场所（收容所）	—	> 2	0.35~0.8	≥ 12
	紧急避难场所	—	> 1	0.27~0.35	≥ 5

碎到统筹有序的避震场所指标优化策略^[23]。根据沿海城市中心城区传统的街巷空间尺度及其连续性,提出防灾措施,并结合人的疏散行为,在充分认知环境空间的基础上选取疏散指标数值的参考值。

3.2.2 针对人为灾害特征建设地下避难所

人为灾害与自然灾害往往密不可分,人类的活动可能诱发自然灾害或加重灾害,突发的自然灾害也可能引起人为次生灾害或衍生灾害。本文所指人为灾害分为两种类型:一种是人为事故性灾害,另一种是人为故意性灾害^[24]。其中,人为事故性灾害包括危险化学品泄漏、爆炸、火灾等;人为故意性灾害包括恐怖袭击、战争、社会骚乱等。

基于民防工程发展的视角,国家经济越发达,其城市避难疏散功能越完善,特别重视人防建设与地下防护空间的统筹。一方面提高城市整体防卫能力,发挥地下空间的抢险救援和防灾救灾的特性;另一方面提高城市抗御自然灾害和防空抗毁能力,应对地面建筑或基础设施被严重毁坏,保存城市部分功能,提供灾时避难空间,储备救援物资仓库,开辟救灾安全通道等。同时,由于城市对土地的需求不断增加,城市开发已从单一的地上发展转为立体化综合发展。地下交通设施、地下商业设施、高层建筑地下空间、地下车库和地下仓库设施等地下公共空间相继出现,向地下要土地、挖掘地下空间成为沿海城市发展避难所的必然趋势。

4 结语

目前,国内避难场所规划针对“地震—海啸”这一特定高风险海洋灾害的研究相对匮乏,日本城镇海啸避难所规划以崭新的视角,为我国沿海城市避难疏散规划提供了参考理念和实践目标,开拓了避难疏散场所设计方法和思路,并在此基础上系统化完善避难疏散场所规划体系的构建,为实现沿海城市避难场所与防御各类灾害的契合提供了具体可操作的途径。尽管如此,避难疏散仍是一个多学科交叉的、复杂的系统工程,仍有多技术问题以及相应的保障机制方面的问题,需要在未来进行不断深入的探索和研究。**UPI**

注:文中未标注来源的图表均为作者整理或绘制。

参考文献

- [1] EM-DAT. Natural Disasters of Japan[DB/OL]. The International Disaster Database, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters-CRED. (2015-06-06). http://www.emdat.be/advanced_search/index.html.
- [2] 王忠会. 日本 43 万人仍在避难, 已确认 4164 人死亡 7843 人失踪[EB/OL]. 中国新闻网. (2011-03-16). <http://www.chinanews.com/gj/2011/03-16/2911182.shtml>.
- [3] 福岛避难所 21 名灾民死亡, 一名 80 岁老人丧命[EB/OL]. 搜狐新闻. (2011-03-19). <http://news.sohu.com/20110319/n279893026.shtml>.
- [4] 王珊. 日本 3·11 大地震占全球 2011 年间灾害损失近六成[EB/OL]. 国际在线. (2012-10-17). <http://gb.cri.cn/27824/2012/10/17/6071s3890315.htm>.
- [5] 柏原士郎, 上野淳, 森田孝夫. 阪神・淡路大震災における避難所の研究[M]. 大阪: 大阪大学出版社, 1998.
- [6] 防災訓練に伴う園地の使用について (お願い)[EB/OL]. 東京臨海広域防災公園. (2015-11-06). http://www.ktr.mlit.go.jp/showa/tokyorinkai/news/news_790.htm.
- [7] 国土交通省. 国土数値情報, 都市公園データ[EB/OL]. 地理情報システム (GIS). (2015-09-28). <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P13.html>.
- [8] 陈静, 翟国方, 陈昭. 日本《海啸防灾地区建设法》引介[J]. 国际城市规划, 2014(1): 123-126.
- [9] おいらせ町津波避難計画[R]. おいらせ町, 2014.
- [10] 国土交通省, 都市局, 都市安全課. 津波防災まちづくりの計画策定に係る指針[R]. 街路交通施設課, 2013.
- [11] Kyodo. Tsunami Hit More than 100 Designated Evacuation Sites[EB/OL]. The Japan Times, (2011-04-14). <http://www.japantimes.co.jp/text/nn20110414a4.html>.
- [12] Stuart Fraser, Alison Raby, Antonios Pomonis, et al. Tsunami Damage to Coastal Defences and Buildings in the March 11th 2011 Mw 9.0 Great East Japan Earthquake and Tsunami[J]. Bulletin of Earthquake Engineering, 2013, 11(1): 205-239.
- [13] Stefan J Scheer, Vassiliki Varela, George Eftychidis. A Generic Framework for Tsunami Evacuation Planning[J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2012(49): 79-91.
- [14] 東日本大震災における学校等の対応等に関する調査報告書[R]. 文部科学省, 2012.
- [15] 李彤玥, 牛品一, 顾朝林. 弹性城市研究框架综述[J]. 城市规划学刊, 2014(5): 23-31.
- [16] 屈凌燕, 岳德亮, 等. “灿鸿”: 50 年来同期最强台风袭浙江[EB/OL]. 新华网. (2015-07-11). <http://news.hexun.com/2015-07-11/177469890.html?from=rss>.
- [17] 佚名. 台风“灿鸿”预计下午登陆浙江 90 万人疏散[EB/OL]. 凤凰网. (2015-07-11). <http://v.ifeng.com/news/mainland/201507/01742983-3777-4b05-acca-7167ed1ac81a.shtml>.
- [18] 天津市地震局. 天津市应急避难场所分布[EB/OL]. 天津市地震信息网. (2012-03-07). <http://www.eq-tj.ac.cn/index/ztlm/fwrxxw/20120307033127887qbM.shtml>.
- [19] 上海市园林设计院有限公司, 上海现代建筑设计 (集团) 有限公司. 上海市应急避难场所设计规范[EB/OL]. <http://wenku.baidu.com/view/1869a3b63968011ca30091d8.html?pn=50>.
- [20] 上海市人民政府. 上海市突发事件人员疏散撤离和避难场所启用应急预案 (2015 版)[EB/OL]. (2015-07-11). <http://www.shanghai.gov.cn/shanghai/node2314/node2319/n31973/n32019/n32022/n32025/u21ai858111.shtml>.
- [21] 深圳市规划和国土资源委员会. 深圳市应急避难场所专项规划 (2009-2020)[EB/OL]. (2009-12). <http://wenku.baidu.com/view/af5a012458fb770bf78a5511.html>.
- [22] 苏幼坡. 城市灾害避难与避难疏散场所[M]. 中国科学技术出版社, 2006.
- [23] 王滢, 曾坚. 城镇化进程中沿海城市避难疏散场所规划研究[J]. 建筑学报 (S2), 2014(12): 37-39.
- [24] 戴慎志. 城市综合防灾规划[M]. 中国建筑工业出版社, 2011.

(本文编辑: 胡文娜)