

日本311特大地震地理学报告

顾朝林

(清华大学建筑学院, 北京100084)

摘要:应用日本东北地理学会311地震研究报告资料进行整理完成,系统介绍了这次特大地震的灾情、灾区概况、4大灾区不同特征、灾害对经济社会的冲击,尤其注重老年少子社会劳动力、汽车主导产业、海洋特色产业、医疗设施和中心城市仙台的影响。

关键词:日本311特大地震;灾情;灾区;灾害影响

1 311大地震灾情

2011年3月11号14:46日本东北太平洋沿岸发生里氏9.0级特大地震,北部和东部地区震撼强烈,震后多次巨大的海啸波高10 m以上抵达500 km长的太平洋沿岸,导致日本东北地区的许多地方基础设施严重破坏,沿海许多渔港、城镇和村庄被完全摧毁(TAKANO, 2011)。电力供应中断,距离东京200 km处的福岛核电厂失去冷却功能,导致工厂建筑爆炸造成放射性物质泄漏的严重危机,迫使距离核电厂半径20 km范围内所有居民以及介于20~30 km半径的居民疏散。这一连串的灾难,造成28000人死亡或失踪(图1),54000人受伤(图2)(截至4月1日),20万人撤离疏散(图3)(截至3月26日)(TAKANO, 2011)。由于海啸导致的福岛核危机致使造成30 km半径疏散,在这个地区难以确认伤亡数字(图4)。

地震烈度反应了当地的地震破坏强度。图5是日本气象厅发布的311地震烈度空间分

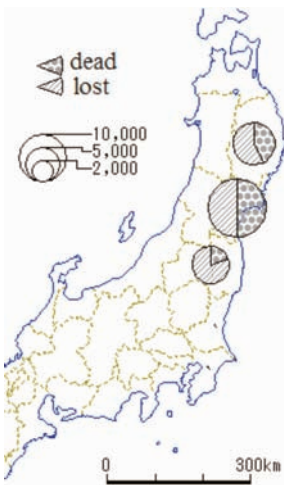


图1 日本311地震灾区伤亡人数分布

Fig. 1 Casualties of the 311 earthquake in Japan



图2 日本311地震灾区骨折人数分布

Fig. 2 Structural damage of the 311 earthquake in Japan

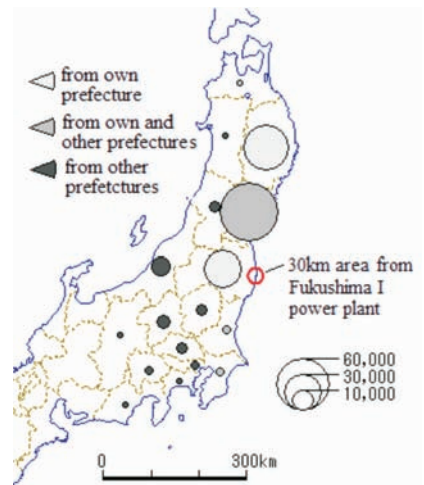


图3 日本311地震灾区疏散人口分布图

资料来源: National Police Agency

Fig.3 Evacuee of the 311 earthquake in Japan

收稿日期: 2011-05-03; 修订日期: 2011-06-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(40971092) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.40971092]

作者简介: 顾朝林(1958-), 男, 教授, 中国地理学会会员(S110001666M), 主要从事城市与区域规划研究。

E-mail: gucl@tsinghua.edu.cn

布图。日本气象厅发布的烈度 5 +或 6 表示有建筑物和基础设施破坏。如图 5 所示,在这次地震中,地震烈度超过 6 度的地区集中在日本东北和关东地区。图 6 是地震后引发海啸到达海岸线的浪高分布图。从整体看,延伸到整个太平洋东日本海岸的海啸破浪高度均超过 3 m,地震灾区实际海啸高度达到 7~18 m,有的地区甚至高达 30 m 以上。

2 灾区概况

2.1 自然地理背景

日本东北地区的地貌特征是锯齿状海岸线将山地与沿海狭窄平原连接在一起,为典型的利雅海岸 (Ria coast),这种形状的海岸线具有激发海啸波浪高度增加的条件 (图 7)。尽管日本东北海岸对海啸进行了设防,例如尽量将居民点向高处后靠,建造高大的海堤和逃生道路,然而,令人遗憾的是本次地震引发的海啸超出了预计的规模。事实上,311 地震引发的海啸灾害比 1896 年明治三陆海啸、1933 年昭和三陆海啸和 1960 年智利地震海啸还要严重得多。

2.2 人文地理背景

(1) 人口。日本东北地区人口占全国 11.6% (表 1),人口沿仙台、盛冈 (Morioka) 之间的交通走廊从内向外扩散,主要分布在沿海的城市 (图 8)。根据 2005 年资料,日本 65 岁以上人占 20%,东北地区 262 个市 (占 92%) 65 岁以上人的比例超过 20%,其中 85 个城市超过 30% (图 9)。本次地震的受害者一半是 65 岁以上的老人 (HINO, 2011)。

(2) 海洋产业。日本东北地区受鄂霍次克海 (Okhotsk Sea) 寒流影响,形成独特的农业优势,渔业资源丰富,不仅是

日本也是世界上最好的渔场之一。20 世纪 70 年代北太平洋渔业繁荣和 1980 年代洄游鱼类资源增加,都促进这一地区渔港的发展。1990 年以后,由于国际渔业规定和海洋资源减少,渔业捕获量和渔业工人数均迅速下降,从而导致港口城市人口减少。然而,即使到现在,该区沿海仍然是日本重要的渔业和海洋食品生产区域 (图 10)。

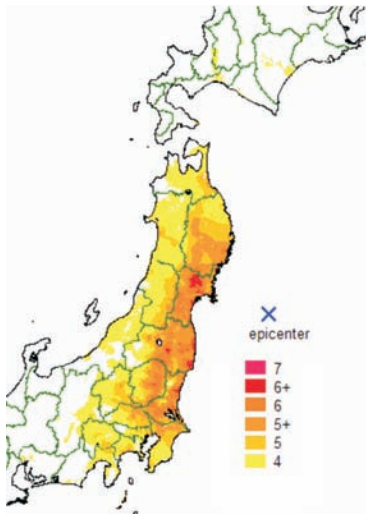


图 5 日本 311 地震烈度分布图 (新藤)
Fig. 5 JMA Scale (Shindo) of the 311 earthquake in Japan

资料来源: Japan Meteorological Agency

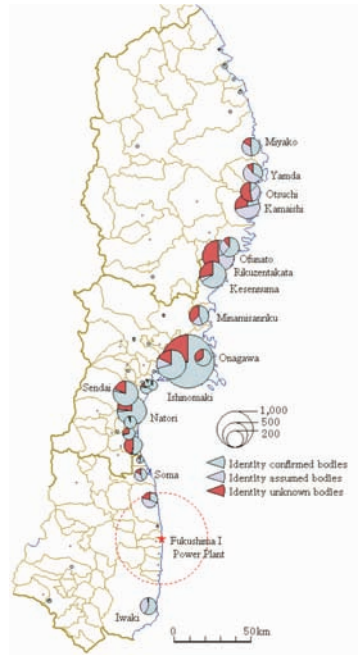


图 4 日本 311 地震灾区死亡人数分布图 (按城市统计)

Fig. 4 Death by municipality of the 311 earthquake in Japan

资料来源: Lists of victims, Iwate and Miyagi Prefectures and Fukushima Prefectural Police

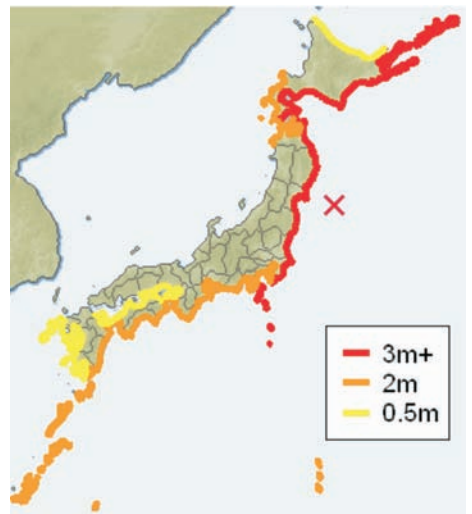


图 6 日本 311 地震海啸的高度
Fig. 6 Alerted tsunami height of the 311 earthquake in Japan

资料来源: Japan Meteorological Agency



图7 日本仙台大地震海啸淹没区 (2011年3月11日)
 Fig. 7 Tsunami flooded area in Sanriku coast on March 11, 2011
 来源: <http://www.gsi.go.jp/kikaku/kikaku60003.h>

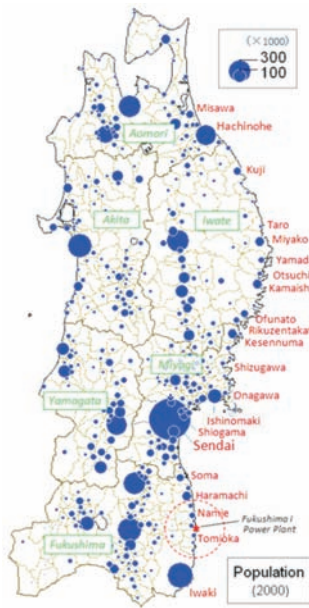


图8 2010年日本东北地区人口分布
 Fig. 8 Population distribution in Tohoku region in 2010

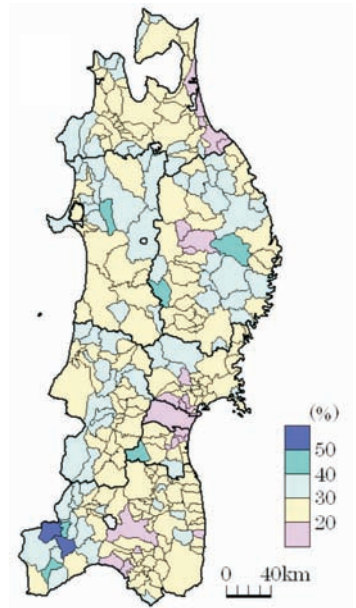


图9 2005年日本东北地区老年人口分布
 Fig. 9 Aging population distribution in Tohoku region in 2005

(3) 港口城镇。
 日本东北地区沿海主要城市有仙台、八户、宫古、釜石、大船渡、气仙沼、女川、石卷(图 11)。除仙台外,它们都是 20 世纪 60 年代以后日本快速经济增长期作为渔港基地发展起来的港口城市。八户是世界最大的远洋捕捞鲑鱼基地,气仙沼则是世界上最大的金枪鱼捕捞和鱼翅生产基地。此外,许多海洋产品贸易和加工业集中在这些渔港及其邻近村庄。

表 1 重灾区的人口状况 (2010 年)
 Tab. 1 Population in the quake-hit areas in 2010

县	人数	占日本全国%
岩手	1330530	1.0
宫城	2347975	1.8
福岛	2028752	1.6
茨城	2968865	2.3
千葉	6217119	4.9
重灾区小计	14893241	11.6
日本全国	128056026	100.0



图 10 2000 年日本主要海洋捕捞渔港
 Fig. 10 Catch of marine fishing by major fishing ports in 2000

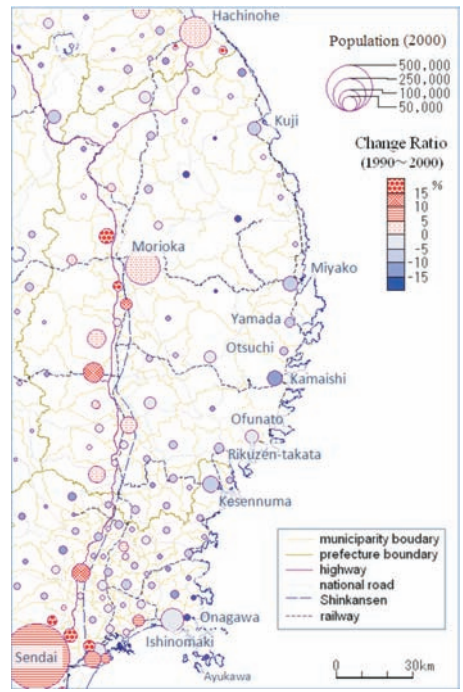


图 11 2000 年日本东北地区城市人口规模及其变化
 Fig. 11 Population by municipality and their changes in Tohoku region in 2000

(4) 汽车电子零件及设备制造业。随着区域海洋产业的萎缩,东北地区也成为日本东海道大都市带制造业的扩散地区,20

世纪 90 年代制造业得到快速发展。日本制造业职工分布尽管仍明显集中在从东京到大阪的都会区,但东北地区的制造业职工占日本全国比重也从 1970 年代的 2% 上升到 2005 年的 8%, 产值更是上升到 17%, 汽车电子零件及设备制造业成为主导产业 (图 12)。

(5) 经济。311 地震重灾区的岩手、宫城、福岛、茨城、千葉 5 县, 制造业产值占 12.0%、农业占 17.1%、海洋捕捞占 20.1% 和海水养殖占 17.8%, 批发零售业也占日本全国的 6.9%, 可见, 农业和海洋产业优势突出, 茨城县和千葉县临海工业具有相当重要的地位 (表 2)。

2.3 灾区区域分异

311 大地震的受灾区可分为 4 个区域: 三陆海岸、仙台湾、福岛区和关东东海岸区 (TAKANO, 2011) (图 13)。

(1) 三陆海岸区 (Sanriku Coast)。绵延青森、岩手和宫城 3 县。之所以被命名为三陆, 是因为 3 县所有的旧名称包含了中文字‘

日库’。三陆海岸是典型的利雅海岸, 海岸线缩进, 只有有限的平原。这里虽然远离主要的交通网络, 但海岸适合港口和渔场发育, 八户、久慈、宫古、山田、大船渡、Kesen-numa、Shizugawa、女川、Ojika、石卷等均为渔港城市, 离岸捕捞和渔业加工以及远洋捕捞、海水养殖均比较发达, 是日本海洋产业的代表地区。由于此类海岸线形状能促进海啸波放大, 自明治时代 (1968-) 以来本区就经历了两次海啸灾难, 尽管防范海啸对策已经到位, 但这次海啸波高远远超出了设计标准, 因此, 区内港口和渔村的人员伤亡和物质损失非常惨重。

(2) 仙台湾。分为北部和南部两个部分。北部有许多岛屿组成松岛湾, 是日本 4 大著名旅游景区之一, 也是日本著名的牡蛎养殖区。在海湾内, 盐釜港历史上就是远洋捕鱼基地和仙台湾重要的物流基地。由于松岛湾许多岛相互分离, 从而减轻了海啸影响, 但是震后泥沙淹没了这个著名的旅游景区。南部是宫城县石卷南岸的沿海冲积平原, 大海啸时海水涨到内陆的 3~6 km 境内, 许多农村居民点、农业用地和工业区浸泡在海水之中。

(3) 福岛区。福岛县的海岸由索玛 (Soma)、双叶 (Futaba) 和岩城北部地区组成。索玛是近海捕捞渔业基地。邻近双叶海岸山区和海岸产业发育不多, 东京电力公司

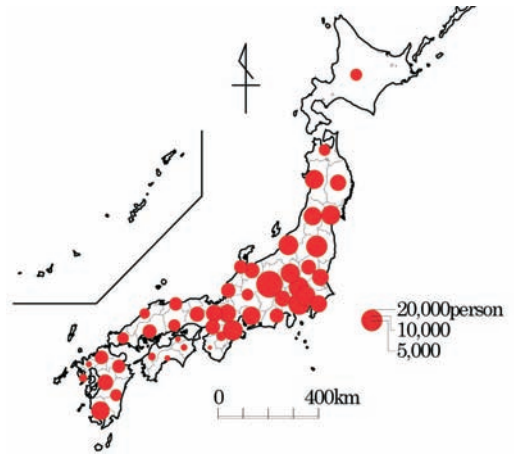


图 12 2005 年日本电子零件及设备制造业空间分布
Fig. 12 Spatial distribution of employees in manufacture of electronic parts and devices in 2005

表 2 重灾区经济状况

Tab. 2 Economic conditions in the quake-hit areas

县	批发零售 2007		制造业 2009		农业 2008		海洋捕捞 2008		海水养殖 2008	
	亿元	%	亿元	%	亿元	%	t	%	t	%
岩手	3188	0.6	2004	0.8	244.5	2.8	152694	3.5	63476	5.5
宫城	10601	1.9	2919	1.1	187.5	2.2	259526	5.9	119631	10.4
福岛	4670	0.9	4652	1.8	250.5	2.9	100620	2.3	1414	0.1
茨城	6870	1.3	9629	3.7	428.4	5.0	191010	4.4	0	0.0
千葉	12322	2.2	12240	4.7	421.6	4.9	176157	4.0	18976	1.7
小计	37652	6.9	31445	12.0	1532.5	17.7	880007	20.1	203497	17.8
日本	548237	100.0	262850	100.0	8650.9	100.0	4373337	100.0	1146350	100.0



图 13 日本 311 地震灾区分异图
Fig. 13 Sub-regions in Northeast Honshu

(Tokyo Electric Power Company, TEPCO) 选址核电站在这里。岩城北部地区历史上是供应东京地区的煤炭基地,在煤炭开采完后成为首都地区的温泉旅游和临海工业区。本次地震海啸后,福岛核电站出现世界最严重的核泄漏危机。根据疏散撤离令,所有福岛县都在福岛核电站1号机组的30 km半径范围内,双叶的8个市政政府被迫把办公室撤到内陆的埼玉县(Saitama)。

(4) 东关东海岸区。东关东海岸由茨城县北部的中小渔港和茨城县南部的海滨沙滩、千叶县的沙质海岸组成。Choshi港是关东地区最大的渔港,茨城县北部沿海有世界著名的日立公司(Hitachi Ltd),茨城县南部沿海20世纪60年代以来通过沙质海岸工程处理开发成为著名的鹿岛港以及依托大电厂的鹿岛工业园区,千叶县沿海通过造陆建设了工业园区,东京湾沿岸成为人口集中的居住区。地震海啸时海水到达了千叶县Kujukurihama,淹没了沿海村庄,液化了造陆的土地,居民供水中断,许多工厂和电厂停电停水,严重影响了整个日本经济。由于土地液化和电力短缺,首先关闭了位于千叶县的东京迪斯尼公园。

3 灾害对经济社会的冲击

3.1 死亡和失踪人员分布

日本311特大地震,有超过28000人死亡和失踪,他们中的大多数是由于地震发生30~60分钟后的海啸所致,伤亡人员主要集中在岩手县、宫城县和福岛县的沿海城市。根据统计资料,截至2011年3月29日,石卷市死亡和失踪4926人,Rikuzen-高田市、Kesen沼市和东松岛市各自有2000人死亡和失踪(图14)。石卷市是宫城县第二大的城市,打击特别沉重,因为这个城市的经济基础是石卷港的渔业和鱼类加工业,人口密集区非常接近海岸(ISODA, 2011)。从死亡和失踪者占总人口的比率看,女川城的大土镇约10%,Rikuzen-高田市11.3%,其他城市达到5%(图15)。日本进入老龄化少子化社会,东北地区城市人口的恢复将需要许多年。

3.2 对医疗体系的影响

日本的区域医疗服务体系相当完备(图16)。但是,311地震引发的海啸发生后,许多海边附近医院和诊所被摧毁,基层医疗体系受到严重影响(照片1),区域二级医疗中心也不能运行,避难所和作为临时避难地的中学和小学的卫生状况恶化,一时间只有少数医院能够运行(Ueda, 2011)。与此同时,由于汽车燃油流动性短缺,使得许多潜在患者得不到照顾。幸存的医务人员、来自全国其他地区的医疗援助,甚至国外的医疗援助,发挥了重要作用。

3.3 对汽车产业的影响

角田盆地是日本东北地区重要的汽车、电子和服装制造基地,位于仙台市南部约40 km处,很多小型和大型生产汽车零部件和电子零件工厂分布在这一地区(图17)。阿尔卑斯(Alps)是1967年成立主要生产电子零件的分厂。京滨是1969年成立的本田汽车零部件生产子公司,目前有角田生产总部和研发部两部分。阿尔卑斯和京滨通过组织形成了汽车零

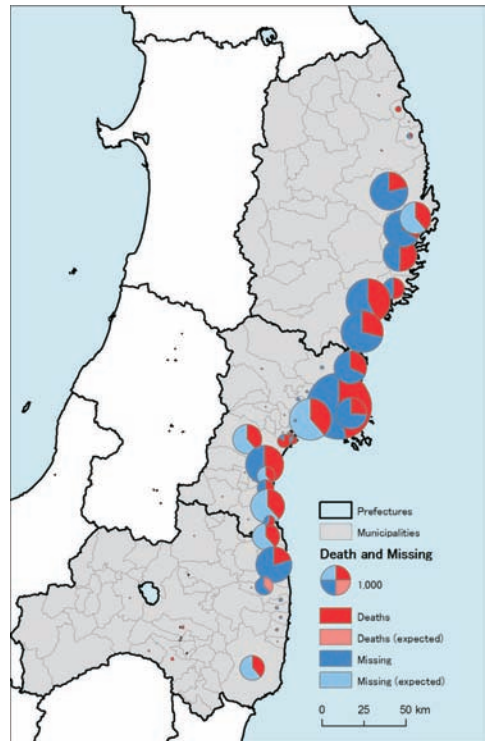


图14 日本东北地区311地震死亡和失踪人数分布图

Fig. 14 The number of dead and missing persons by municipality in Tohoku region on March 29, 2011

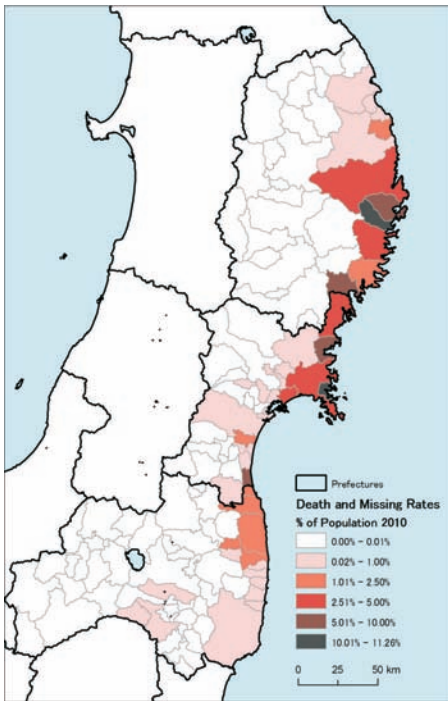


图 15 日本东北地区 311 地震死亡和失踪人数占常住人口比例

Fig. 15 Rate to resident population by municipality in Tohoku region on March 29, 2011

资料来源: Missing data were estimated: death based on number of missing persons and missing persons based on deaths, Iwate and Miyagi Prefectures, Fukushima Prefectural Police, and 2010 Population Census

部件产业集群,这两家公司也都成为重要的国际汽车零部件和电子零件供应商。由于 311 地震,这两家生产零部件的公司停产,也导致日本汽车公司,包括丰田,本田和日产许多装配工厂停产两个多星期 (HINO, 2011)。

4 仙台中心城市灾损状况

仙台市是日本东北地区最大的城市。由于广大的平原地区已经城市化或受保护规划,郊区的丘陵林地或以前作为制作木炭或用于农业 (Isoda 等, 1998), 为了满足前几十年住房需求的迅速增长,住宅开发用地大多是通过人工措施后的郊区丘陵岗地,本次地震灾害受损严重 (Murayama, 2011)。尤其仙台市是日本 311 特大地震地区的中心城市和东北地区的物流枢纽。由于物流基地集中在仙台郊区低地,因地震引发的海啸受到严重破坏,特别是仙台机场基本被冲毁,影响了整个东北地区抗震救灾资源的配送。

4.1 地震死亡人口特征

仙台市拥有城市人口 103 万,是本次救灾指挥和控制中心。市中心的广濑川河流阶地

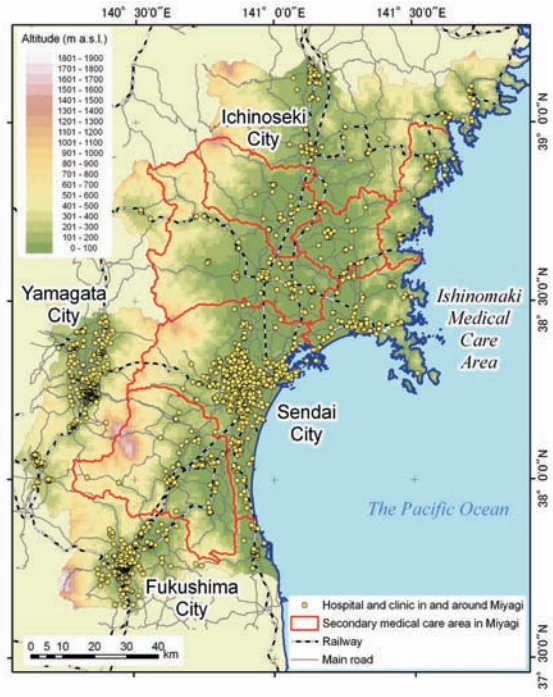


图 16 2008 年宫城县医疗设施分布

Fig. 16 Distribution of medical facilities in and around Miyagi Prefecture in 2008



照片 1 海啸袭击后石卷市 Kadoonawaki (by Gen Ueda, 2011 年 4 月 6 日)

Photo 1 Kadoonawaki, Ishinomaki City after tsunami strike on April 6, 2011 (by Gen Ueda)

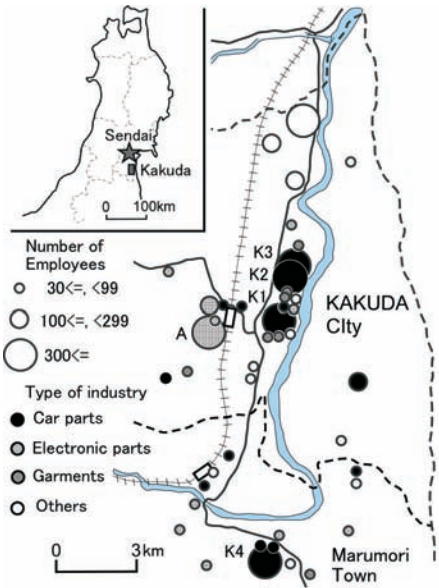


图 17 日本仙台角田盆地汽车、电子和服装制造基地
 Fig. 17 Locations of factories in Kakuda Basin in Sendai

和通过工程措施削减和填充周围山丘是人口集中居住区。图1反映了大多数伤亡发生在沿海和仙山东武公路10 m的海啸蔓延区,直至公路路堤为止,其中老年人口死亡率较高,但在东武高速公路以东死亡人数几乎全部为劳动年龄组(图18),据推测在发生海啸正在工作中(ISODA, 2011)。

4.2 居住区受灾情况

仙台市居住用地多是典型的采用填充或切割方法营造出的小块平地。311特大地震受影响最严重的房屋往往位于土地挖填或填补用地的边界区。2011年4月1-4日日本建筑学会(东北部)在Takanohara(青叶区), Oritate(青叶区), Nankodai(泉区), Kuromatsu(泉区)和鹤谷区(宫城野区)进行房屋结构损伤实地考察,发表了相关的考察报告(Murayama, 2011)。

(1) 青叶区 Takanohara。Takanohara 北部充填区 (mounted area), 导致北部边缘斜坡土地和房屋以下陷断裂为主(图19, 照片2)。

(2) 青叶区 Oritate。这类地点被认为是填埋山谷和斜坡顶区(图20), 住房受损情况如照片3。

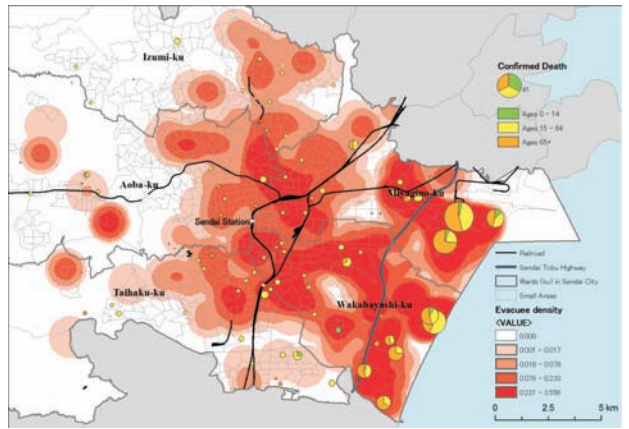


图 18 仙台市311地震死亡人口密度分布图
 Fig. 18 Distribution of deaths and densities of evacuees at their residential addresses, Sendai City

资料来源: List of Confirmed Death (as of March 29), Miyagi Prefectural Police; List of Evacuees (as of March 30), Sendai City



图 19 仙台市青叶区 Takanohara 居住区地图
 Fig. 19 Map of Takanohara in Sendai City



照片2 仙台市青叶区 Takanohara 住房受损情况 (2011年4月1日)

Photo 2 Housing of Takanohara in Sendai City on April 1, 2011

致谢: 本文得到日本东北地理学会会长、东北大学理学院理学院环境教研室境田清高教授大力支持并提供许多有价值的信息, 特此致谢! 文中主要信息来自 <http://wwwsoc.nii.ac.jp/tga/index.html>, 特此鸣谢!



图20 仙台市青叶区Oritate居住区地图

Fig. 20 Map of Oritate in Sendai City



照片3 仙台市青叶区Oritate住房受损情况

(2011年4月1日)

Photo 3 Housing of Oritate in Sendai City on April 1, 2011

参考文献 (References)

- [1] Takeuch, Ide S. Nihon Keisai Chiri Tokuhon (Readings of Japanese Economic Geography). Toyokeizaishinposha (Tokyo), 1999.
- [2] Isoda Y, Kim D C, Matsuoka K. The geography of the changes in agricultural land use in the Sendai metropolitan area, Japan: An examination of the topographic characteristics using the geographical information system. Science Reports of the Tohoku University 7th Ser. (Geography), 1998, 48: 35-64.
- [3] Murayama Y. Damage of residential area in Sendai and its vicinity caused by the Miyagi-ken-oki Earthquake. Annals of the Tohoku Geographical Association, 1980, 32: 1-10. (in Japanese)
- [4] Murayama Y. Housing estates developments and earthquake hazards: Some recent cases in Japan. Journal of the Korean Geographical Society, 1998, 33: 739-744.
- [5] Murayama Y, Kumaki Y. Study on evaluation of ground conditions of transformed land using GIS. JACIA Research Report 2007-05, URL: <http://www.jacic.or.jp/kenkyu/10/10-05.pdf>, 2008. (in Japanese)
- [6] Population: Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications, URL: <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/kekkagai.htm>.
- [7] Merchandize Sales: Ministry of Economy, Trade and Industry, URL: <http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syougyo/result-2/h19/index-kakuho.html>.
- [8] Industrial Statistics: Ministry of Economy, Trade and Industry, URL: <http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2.html>.
- [9] Agricultural Output: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, URL: http://www.maff.go.jp/j/tokei/pdf/sansyutu_zenkoku_09.pdf.
- [10] Seismic Intensity and Tsunami Warning: Japan Meteorological Agency, URL: <http://www.jma.go.jp/jma/menu/eqmenu.html>.
- [11] Casualties and Missing Persons: National Police Agency, URL: <http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/index.htm>.
- [12] List of Victims: Iwate Prefecture, URL: <http://www.pref.iwate.jp/~hp0802/oshirase/kouhou/saigaijyohou/20110311.html>.
- [13] Miyagi Prefecture (URL: <http://www.pref.miyagi.jp/>), Fukushima Prefectural Police, URL: <http://www.police.pref.fukushima.jp/shinsai/index.html>.
- [14] Murayama Y. Preliminary Report on Damages at Landform Transformed Housing Estates in Sendai (Sendai no chikei-kaihen-chi (takuzochi) ni okeru higai sokuho), URL: http://www.ajg.or.jp/disaster/files/201103_sendai_kaihen.pdf, 2011.
- [15] Takano T. Overview of the 2011 East Japan Earthquake Disaster. <http://wwwsoc.nii.ac.jp/tga/disaster/articles/e-contents7.html>, 2011.
- [16] Takano T. The 2011 East Japan Earthquake Bulletin of the Tohoku. <http://wwwsoc.nii.ac.jp/tga/disaster/articles/e-contents9.html>, 2011.
- [17] HINO M. Demographic trends should not be overlooked: Aging and depopulation in Tohoku. <http://wwwsoc.nii.ac.jp/tga/>

- disaster/articles/e-contents6.html, 2011.
- [18] Takano T. Regions in affected areas: Regional divisions of the East Japan Earthquake Disaster. <http://www.soc.nii.ac.jp/tga/disaster/articles/e-contents9.html>, 2011.
- [19] Murayama Y. Structural damages on artificially modified hills 2011: A photo report of damages in residential estates in Sendai City. <http://www.soc.nii.ac.jp/tga/disaster/articles/e-contents10.html>, 2011.
- [20] Isoda Y. The impact of casualties of 20,000+: Deaths and missing persons by municipalities. <http://www.soc.nii.ac.jp/tga/disaster/articles/e-contents1.html>, 2011.
- [21] Gen Ueda. The regional hierarchy of medical care system facing earthquake disasters. <http://www.soc.nii.ac.jp/tga/disaster/articles/e-contents8.html>, 2011.
- [22] Hino M. Earthquake stopped the production of Toyota: Tohoku as a base of parts production. <http://www.soc.nii.ac.jp/tga/disaster/articles/e-contents5.html>, 2011.
- [23] Isoda Y. Distribution of damages within Sendai City: An inference based on the dead and the evacuees' residential addresses. <http://www.soc.nii.ac.jp/tga/disaster/articles/e-contents2.html>, 2011.
- [24] 野外调查使用来自日本地图地理空间信息局提供的 Watchizu 克什米尔 Kashmir 地形数字图像软件. http://www.ajg.or.jp/disaster/201103_Tohoku-eq.html.

Geographical Report of 311 Earthquake in Japan

GU Chaolin

(School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: This paper uses the latest research results from the Northeast Geographical Society of Japan to report the 311 earthquake in Japan. It introduces the earthquake disaster, disaster area, characteristics of four disaster sub-areas, social and economic impacts of the disaster, and focuses on the dead and missing in an aging and low birth rate society, leading automotive industry, marine featured industry, medical care facilities and centerial city of Sendai.

Key words: Japan 311 earthquake; earthquake disaster; disaster area; social and economic impacts of the disaster