



# Household Protective Actions for Natech Accident

Yu, Junlei

---

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

2015-09-25

(Date of Publication)

2017-09-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6469号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006469>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



(別紙様式 3)

(氏名： 于君磊 NO. 1 )

## 論文内容の要旨

氏 名 于 君磊

専 攻 建築学

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

Household Protective Actions for Natech Accident

(自然災害起因の産業事故における住民の対応行動に関する研究)

指導教員 北後明彦

(注) 2, 000 字～4, 000 字でまとめること。

Natural disasters can cause major technological accidents resulting in fire, explosion or hazardous materials releases. Such joint events are called Natech accidents. The severe consequences of Natech accidents may risk the lives and properties of the residents living in proximity to the Natech disaster. In Europe, the issue of Natech is now considered as an “emerging risk”. However, Natech is a relatively new area in Japan, even though several major Natech events occurred during the Great East Japan Earthquake and Tsunami (GEJET). Natech research has so far focused on analyzing the impacts of earthquake and to some extent hurricane and tsunami hazards on individual equipment components such as storage tanks and pipelines. The studies pertaining to protect residents living in vicinity to the Natech hazard are limited. The goal of this study is to advance our knowledge of households’ protective behavior in response to the Natech accident. Three research objectives were proposed to understand their protective actions before, during and after evacuating for the Natech accident. The three research objectives are as follows: (1) Examining household risk perception and behavioral response to the Natech accident; (2) Analyzing the logistics of household evacuation during the Natech accident; and (3) Understanding household reentry timing after evacuating for the Natech accident.

To pursue the objectives, a series of field visits, interviews and a random household mail survey were carried out in 2014. The mail survey was applied to households living within a 2.5 km radius from the location of the fires that occurred at a refinery during the GEJET. A random, stratified sample was taken of households living within a certain distance from the Natech source. A total of 1,632 questionnaires involving 20 communities in Tagajo city and Shichigahama town were effectively delivered. A total of 484 households responded, for a response rate of 29.7%.

This dissertation consists of eight chapters. Chapter 1 provides the general backgrounds of this study, and introduces the research objectives guided by sets of questions. The following chapter provides a review of the relevant literature, detailing the identified influential factors concerning behavioral response to the disaster, evacuation logistics and reentry behavior. The third chapter describes the methodology used to conduct this study, including the description of the study area, data collection, sample characteristics, and the statistical techniques for data analysis. Chapter 4, 5 and 6 present the results in response to the three objectives proposed in Chapter 1. Chapter 7 discusses the major findings, and Chapter 8 draws the conclusions of this dissertation.

Chapter 4 discusses the first objective. The results show that the evacuation process following the GEJET and the Natech accident involved multiple evacuations and the Natech risk perception changed throughout the evacuation process. Comparatively low mean risk perception levels (in

(氏名: 于 君磊 NO. 2)

terms of perceived likelihood) occurred before the GEJET. Higher mean risk perception levels (in terms of perceived severity) occurred when households perceived the Natech accident, while they were staying at the first and second evacuation shelter, and when they received the actual Natech evacuation order. Furthermore, I found that after perceiving the Natech threat, 32.4% of households continued their normal activities without adopting any protective measures. Only 10.4% of them evacuated immediately, whereas 34.5% of them adopted other protective actions instead. Several factors were examined to explain the differences of risk perceptions and protective actions adoption. Distance to the Natech accident was found to be one influential factor. For example, risk perception levels were found to decrease with distance to the Natech accident. Furthermore, I found that households living closer to the Natech accident tended to evacuate immediately, whereas those living further tended to shelter in place, after perceiving the Natech threat. Wind direction was found to be another factor. The result revealed that households located to the leeward side (east) of the industrial park had higher risk perception level and were more likely to evacuate. This may be because during the Natech accident the most frequent wind was northwest. Thus, households living in the eastside may smell or see the smoke driven by the wind, so they may be more worried about their safety and property. In addition, the significant positive relationship between risk perception and protective actions for the Natech accident was found in this study. However, demographic characteristics were found to have inconsistent or no correlations with risk perception and protective actions adoption.

Chapter 5 examines household evacuation logistics in terms of departure time, transportation use and shelter selection for the Natech accident (objective 2). The finding of departure time is consistent with a former study on Hurricane evacuation which found most households left on the day of evacuation order. However, a significant percent of households left for the Natech accident before authorities issued the evacuation order. For the transportation mode use, I found a large group of households evacuated for EQ and/or tsunami by foot; whereas driving personal car for the Natech accident. Inconsistent with a former study on Hurricane evacuation, overwhelming majority of evacuating households chose officially designated places as shelters. Furthermore, respondents' age and locations were found to influence their departure time and the use of transportations. In addition, I also used mobilization time to explain household evacuation timing behavior. Inconsistent with a former study, this study found that the level of perceived threat after receiving the evacuation order led households to respond faster to the Natech threat. Another two findings pertaining to the mobilization time based on household own judgment have not been examined in former studies. It shows that older households and larger families were more likely to evacuate faster after perceiving the Natech threat.

(氏名: 于 君磊 NO. 3)

Chapter 6 discusses the results of analyzing household reentry behavior (Objective 3). Former studies concerning this research field are very limited, thus it is challenging to interpret the results of this study. However, the findings of this study provide some insights into explaining household reentry timing after evacuating for the Natech accident. The first finding is important because it indicates the significant role of higher risk perception in decreasing early reentry. Thus, future research should explore the ways to increase evacuees' risk perception to prevent early reentry. Consistent with former study of Chlorine Spill evacuation, households living in proximity to the hazard tended to return home later and spent more time on evacuation duration. The last finding concerning the reentry behavior of old households is unexpected. The stronger ties to the original places they lived did not motivate the older groups to go back home early. Whether because of physical condition or higher level of concerns to early return, future studies should be conducted to identify the influential factors.

This study provides insights into the household evacuation and reentry behavior in response to a Natech accident. Hazard researchers and emergency managers can benefit greatly from improved knowledge about household protective actions throughout the Natech disaster. The findings of this study can aid in creation of improved evacuation and reentry strategies to protect millions of residents from the future Natech threats.

氏名	Yu Junlei (于 君磊)		
論文 題目	Household Protective Actions for Natech Accident 自然災害起因の産業事故における住民の対応行動に関する研究		
審査委員	区分	職名	氏名
	主査	教授	北後 明彦
	副査	教授	谷 明勲
	副査	教授	大石 哲
	副査	教授	アナマリア クルズ
要 旨			
<p>自然災害は、火災・爆発・危険物漏洩などの大規模な産業事故を引き起こす可能性がある。このような自然災害を起因として引き起こされる複合的な事象を、「Natech accidents (自然災害起因の産業事故)」と呼ぶ。この自然災害起因の産業事故による深刻な事態は、周辺に在住する住民の生命、財産への脅威となる。しかしながら、現在、この事態に対する住民の対応行動（避難、退避等）については、過去の事例調査がなされているものの、住民の意識や地理的・居住者属性等の要因について体系的な分析が十分には行われておらず、限定的な知見しか得られていない。</p> <p>この研究は、自然災害起因の産業事故に対する住民の対応行動について、(1) 自然災害に起因する産業事故へのリスク認知（特定の事故の発生確率についての主観的評価）と対応行動の関係、(2) 自然災害起因の産業事故発生中の避難・誘導手法、(3) 自然災害起因の産業事故による避難後の元の住宅への帰還、についての知見を得ることを目的としている。以上の研究の背景及び研究目的を第1章に示し、第2章に既往関連研究について取りまとめている。</p> <p>第3章では、この製油所での自然災害起因の産業事故の発生状況を示すとともに、この研究目的のためのケーススタディによる研究方法を示している。具体的には、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震・津波によって引き起こされた仙台石油コンビナート地区の製油所での自然災害起因の産業事故（以下、東日本大震災による産業事故事例と称する。）にともなう影響を受けた地域住民への無作為抽出によるアンケート調査の実施方法を示している。アンケートの調査票は、避難勧告が出された2kmの範囲を念頭に、製油所周辺の住宅が存在する1km～2.5kmの範囲の20地域（自主防災組織のエリア）に1,632票配布し、回収率は29.4%であった。</p> <p>第4章では、自然災害に起因する産業事故へリスク認知と対応行動の関係について、東日本大震災による産業事故事例により、以下のように示している。東日本大震災による産業事故事例では様々な避難形態がとられ、避難過程において産業事故へのリスク認知は変化していったことを明らかにしている。東日本大震災の発生前は比較的低いリスク認知であり、地震後、産業事故の発生に気づいた時の人々のリスク認知は高くなり、一番目及び二番目の避難先である避難場所、及び、避難指示を受け取った時には継続してリスク認知は高かったこと、さらに、リスク認知が高ければ避難行動を促進したことを示している。</p> <p>第5章では、自然災害起因の産業事故発生中の避難・誘導手法について、東日本大震災による産業事故事例により、以下のように示している。産業事故発生場所への近さは、避難率の上昇、避難開始時間の短縮に重要な影響を与えること、また、元の住宅への帰還率を下げることを示している。さらに、風向はリスク認知や避難行動に影響を与え、産業事故が発生した製油所から風下側（東側）では、リスク認知が高く、より避難する傾向があることを示している。</p> <p>第6章では、自然災害起因の産業事故による避難後の元の住宅への帰還について、東日本大震災による産業事故事例により、以下のように示している。性別、年齢、家族人数や居住年数等の個人属性は、避難行動には大きな影響を与えていないが、高齢者の世帯では、産業事故への脅威に対して独自の判断で素早く反応行動をとっていること、また、元の住宅への帰還については若い世代の世帯よりも、高齢者の世帯は遅くなる傾向があることを示している。</p>			

氏名	Yu Junlei (于 君磊)		
<p>第7章では、以上で明らかとした知見から、自然災害起因の産業事故による避難及び元の住宅への帰還に関して、関係する世帯とのリスク・コミュニケーションを改善する必要があることを示している。産業事故の脅威を感じた際、多くの世帯ではすぐには避難せず、その他の対応行動を取っている。そのうち12%の回答者は、さらに関連情報を得ようとしているが、日本では化学工業事故に対する対応行動のあり方について、石油コンビナート周辺地域の世帯には十分な情報提供がなされておらず、地震による化学工業事故については更にほとんど情報提供がなされておらず、関連情報を得ることは困難であることを指摘している。避難をした世帯のうち40%は公的な避難指示が解除となる前に元の住宅に帰還しているが、住宅の状態が気になったことを主な理由としており、避難した世帯のある地域の被災状況を伝えておくことは、解除前の帰還を防止するうえで有効である。</p> <p>以上の各章を通じ、この研究は、自然災害起因の産業事故による避難及び帰還に影響を与えるリスク認知、地理的・居住者属性等の要因について明らかとしている。ここで得られたデータは、今後の自然災害起因の産業事故による避難・帰還計画の立案に活用が可能であり、重要な知見を得たものとして価値ある集積である。提出された論文は工学研究科学学位論文評価基準を満たしており、学位申請者のYu Junlei (于 君磊)は、博士（学術）の学位を得る資格があると認める。</p>			