



Title	厳冬期災害における低体温症要対処者を考慮した人的被害推定と減災対策に関する研究
Author(s)	飯田, 彬斗
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16622号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16622
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98232
Type	doctoral thesis
File Information	Iida_Akito_abstract.pdf, 論文内容の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 飯田 彬斗

学 位 論 文 題 名

厳冬期災害における低体温症要対処者を考慮した人的被害推定と減災対策に関する研究
(Casualty Estimation and Disaster Mitigation Measures Considering Persons Requiring Treatment for Hypothermia during Severe Winter Disasters)

地球温暖化の影響により、熱中症に対する関心が高まっている。一方、厚生労働省の人口動態統計によれば、自然の過度の低温への曝露による国内の死者数は千人を超え、暑熱の死者数を上回る年も確認されている。特に、本学の属する北海道等の積雪寒冷地における厳冬期の災害では、吹雪や積雪等の影響により救助が遅れること等が想定され、被災者が低気温環境下に長時間曝されることで、夏であれば助けられたはずの生命が失われる可能性がある。本研究はこれらの背景から、被害想定において低体温症リスクを定量評価する手法を構築し、厳冬期災害の減災施策を低体温症リスクの観点から定量的に効果検証を可能とすることを目的とした。本論文は全7章によって構成されている。以下に各章の概要を示す。

第1章は、研究背景・目的によって構成される。研究背景には、東北地方太平洋沖地震や令和6年能登半島地震における凍死者や低体温症患者の発生がある。東日本大震災では、宮城県内で凍死者凍死や低体温症患者が報告された。この報告を受けて内閣府中央防災会議では、地震被害想定の評価項目に積雪寒冷特有の影響を考慮した低体温症要対処者が組み込まれた。しかし、個々の被災状況や気象状況等を考慮した定量的な評価にまでは至っておらず、行政の減災施策に対する効果が薄いことが懸念された。実際、令和6年能登半島地震において、石川県内で低体温症患者及び凍死者であり、厳冬期災害における凍死対策が進んでいないことが露呈した結果となった。

研究目的は上述のとおりであるが、特に本論では、北海道内の自治体について、建物倒壊に伴う閉じ込め者及び津波避難者の低体温症リスク評価を実施するとともに、低体温症要対処者低減施策の効果検証をし、人的被害推定に資する評価手法の提案を行うことを目的とした。

第2章は、本研究に関連する既往地震災害の概要、低体温症の事例、低体温症関連の既往研究についてとりまとめ及び考察で構成される。特に、凍死者・低体温症患者が報告されている東北地方太平洋沖地震と令和6年能登半島地震については、当時の気象状況や積雪量等の情報もとりまとめ、収集情報より、それぞれの地震災害における定性的な考察を加えた。

また、災害時以外の低体温症に関する事例や既往研究については、医療・解剖的な視点の既往研究より、実災害時に発生しうる個々の事象についての記録が多く掲載されており、早急な救助や対応が必要となる場面での重要な情報を定性的に取りまとめた。

第3章は、今日の地震時人的被害想定手法について情報収集を行い、考察を加えた。対象としたのは、積雪寒冷地である北海道及び東北6県である。東北6県の建物倒壊に伴う被害想定手法では、全壊棟数に一定の係数をかけることで死負傷者数を推定している。既往災害での死負傷者と全壊棟数の関係から導かれた手法であるが、地域性や季節性等が考慮されづらく、低体温症等の二次災害を検証するに堪えうる十分な分解能は得られていないことを課題とした。また、2025年中央防災会議の手法では、最大避難者数との関係から評価する災害関連死も項目として追加されている。しかし、実績値が十分に確保されていないことや災害関連死の基準が定まっていないこと、因子や条件も様々な個々の死を「災害関連死」と一括りにしてしまうと、減災施策に活用しづらいという懸念に言及した。

第4章は、低体温症要対処者推定手法について取りまとめた。ここでは、低体温症の事例を用

い、国際規格の ISO11079 において定義されている寒冷指標を用いた地震・津波災害における寒冷環境曝露による低体温症リスクの推定手法を構築した。この提案関数は、発災時の気温や風速等の気候条件、被災者の服装等の防寒条件を踏まえ、寒冷環境曝露による低体温症発症までの猶予時間である限界曝露時間の定量評価が可能である。

第 5 章では、提案関数を用いて、北海道内の複数の想定地震に対して、経済圏ごとに低体温症要対処者を考慮した人的被害推定を実施した。建物倒壊に伴う閉じ込め者及び津波避難者における低体温症要対処者数の推定においては、以下の 2 点を考慮して、積雪寒冷地という地域特性等を反映させた。

(1) 建物被害及び建物被害に伴う死負傷等の人的被害推定にあたっては、積雪等による住宅の耐震評点分布の変化を考慮した建物被害率関数を採用した。

(2) 津波避難では、ダイクストラ法を用いて、避難場所までの最短経路検索を実施するにあたり、津波避難者の避難速度について、路面凍結を考慮した歩行速度の軽減効果を採用した。

また、低体温症要対処者推定については、建物倒壊等により身体的に拘束された「身体的閉じ込め者」や建具の歪みにより建物内に脱出できなくなった「空間的閉じ込め者」、それぞれの負傷状況等を区分して推定することにより、被災者の服装や室内気温等の状況等を反映させた。

以上を踏まえて低体温症要対処者を考慮した人的被害推定を実施し、気象状況等の地域特性による人的被害の差異を明らかとし、厳冬期災害における積雪による建物被害に起因する死負傷者や低体温症要対処者の増大を明らかとし、厳冬期災害に関する事前対策の必要性を示唆した。

第 6 章では、厳冬期災害における減災対策として、3 つの施策を挙げ、それらの施策を行った際の人的被害推定を実施し、効果検証を行った。

(1) 家屋の耐震化により耐震評点の最低値(目標耐震評点)を 0.5 とし、耐震評点の低い建物における被害を軽減する。これにより、建物倒壊に起因する閉じ込め者が軽減するし、これに起因する低体温症発生リスクの軽減に寄与することを示した。

(2) 住宅の断熱性向上を行った場合として、室温変動率を 2 分の 1 とした場合の、空間的閉じ込め者における低体温症要対処者数の低減を検証した。これにより、特に重傷を負った空間的閉じ込め者においては、室温を一定以上に保つことが低体温症発生リスクの軽減に大きく貢献することを示した。

(3) 地震・津波複合災害が想定されるエリアの沿岸部では、津波による浸水が発生し、被災者が避難場所・津波避難ビル等の屋外に避難した場合、長時間にわたり厳しい寒冷環境に曝されることとなる。そこで、避難場所・津波避難ビル等において防風・防寒施設を設置した場合の、低体温症発生リスクの軽減を検証し、避難場所に防寒対策を施すことによる低体温症対策の有用性を明らかにした。

第 7 章では、結論として、本研究で得られた知見をとりまとめ、今後の課題・展望について言及した。特に、本研究成果には次のような課題があることを申し添えた。

(1) 人口減少や高齢化に伴い、地方行政では財源確保が難しく、有効な施策であっても、全ての対策を減災施策として打ち出すことは難しい。厳冬期災害の季節性を踏まえた被害想定結果は、被害様相を高精度に評価・把握することが可能であるので、予算内で最も被害軽減に寄与する施策を検討する上での参考資料として活用することが可能である。

(2) 低体温症要対処者の推定関数は、既往の調査結果を活用している。しかし、既往調査件数が少なく、精度向上においては今後発生しうる地震災害等での調査が不可欠となる。今後の調査については、提案関数より調査項目を整理し、データ蓄積を行うことが重要である。