

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	金 奉賛
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	環情博甲第2211号
学位授与年月日	令和3年3月25日
学位授与の根拠	学位規則(昭和28年4月1日文科省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	環境情報学府 環境リスクマネジメント専攻
学位論文題目	川崎市川崎区を対象にした有毒ガス漏えい事故時の住民避難に関する研究
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 大谷 英雄 横浜国立大学 教授 三宅 淳巳 横浜国立大学 教授 澁谷 忠弘 横浜国立大学 教授 岡 泰資 横浜国立大学 准教授 熊崎 美枝子

論文及び審査結果の要旨

自然災害時の住民の避難行動については従来から多くの研究が行われており、地震災害や風水害時については住民アンケートの結果などを避難計画の策定に活用するなど効果的な避難に関する研究も多い。一方、化学物質の漏えい時の周辺住民の避難については近年注目され、研究が行われるようになってきたが、毒性ガスの拡散などの研究が主で、住民の避難行動に着目した研究は少ない。特に毒性ガスの漏えい時には自然災害のような住民自身が体感できるような避難の切っ掛けが与えられることは少なく、無色無臭のガスの場合には外部からの情報なしに危険に気がつくことは難しい。そこで本研究では、大規模な化学工場が隣接する地域の住民に対してアンケート調査を行い、避難行動の態について調べることで、効果的な避難計画の策定に資する基礎的知見を得ることを目的とした。

第1章では、研究の背景について述べられている。化学工場から有毒ガスが漏えいした場合、周辺の住居地域まで被害が拡散する恐れがある。特に漏えいしたガスが無色無臭の場合、災害の発生について住民は認知し難く、避難の遅れによる大きな人的被害が発生する恐れがある。漏えい事故による人的被害を防ぐためには、漏えいしたガスが周辺地域の住民まで影響を及ぼすと判断される場合には住民避難に関する計画を策定する必要がある。そこで、本研究では、行政や関係機関が有毒ガス漏えい事故発生時の住民避難計画を策定する際の基礎資料として活用されることを目的とし、科学的知見を基に住民避難に関する考察及び提案を行うこととしている。

第2章では、過去の大規模な化学工場からの有毒ガス漏えい事故について調査し、有毒ガスの大量漏えいが起こる可能性について調べている。また、地理情報システムを用いて日本の工業団地の空間特性を把握した結果、工業地域は臨海部に多く分布しているため地形は平坦で、その周辺に住居専用地域が広く分布しており、代表的な化学工場の集積地である川崎市川崎区の工場周辺住居地域の建物密集度は0.36であることを示した。事件事例分析と空間特性把握から確認できたことを基にフッ化水素及び硫化水素の拡散シミュレーションを行うことで被害影響範囲の把握を把握した結果、有毒ガスが漏えいした場合、1km圏内は危険領域となる可能性が高いことを明らかにした。

第3章では、第2章の結論を受けて川崎市川崎区の工業団地から1km圏内の周辺住民を対象に直接訪問法で質問紙調査を行い、統計分析を行っている。特に事故発生時の避難意思やそれに影響を及ぼす要因の把握、また避難開始まで必要な時間、避難時の移動手段などを調べている。本調査の前に大学生及び日・韓の若年層を対象に予備調査を行い、設計した質問票の検討を行っている。大学生を

対象にした調査(n=225)の結果、化学工場から得たい情報は安全情報より災害や避難場所などの危険情報であることが分かり、避難意思と恐怖感の間に有意差を確認し、化学物質に関する知識と専門分野の間でも有意差を確認している。次に行った日・韓の若年層(日本:n=108、韓国:n=158)を対象にした調査の探索的因子分析結果から日本と韓国両国とも類似な変数の構成で五つの因子(周辺環境、恐怖感、心理的負担、情報内容、知識)を抽出した。因子間の相関分析から知識因子は恐怖感及び情報内容因子と有意に相関することを確認し、心理的負担は恐怖感及び情報内容との相関があることを確認している。

本調査である川崎区の住民を対象にした調査(n=784、有効回答率:約98%)の探索的因子分析を行った結果、五つの因子(環境情報、知識、有毒ガス恐怖感、化学工場恐怖感、主観的規範)が抽出した。下位尺度間相関分析を用いて因子間の相関性を確認した結果、知識因子以外の因子は互いに正の相関を示し、知識因子は有毒ガス恐怖感因子との負の相関を示すことを明らかにした。五つの因子を用いて重回帰分析を行った結果、環境情報、主観的規範、有毒ガス恐怖感因子が避難意思に有意な影響を与えることを示した。階層的重回帰分析を行った結果、属性項目のみでの避難意思の説明力は約6%で低く、重回帰分析で避難意思に影響を及ぼした三つの因子と避難の面倒さ・行政の避難判断信頼度を追加することで有意に説明力が増加($R^2=.508$, $\Delta R^2=.445$)し、属性項目の中では年齢、子供の有無、要補助人数が有意に影響することを示した。避難時の移動手段としては徒歩が、情報伝達方法としては消防・役所からの呼びかけが最も選択され、避難の切っ掛けとしては避難指示・勧告が最も多く、続いて公務員の呼びかけであることを示した。切っ掛けから避難のための平均準備時間は34.5分で、その中央値は30分であった。回答者が感じる心理的安全距離は3km以上が約9割を占めていることを明らかにした。

第4章では、第2章と第3章で得られた結果を基に屋内避難時の曝露濃度、屋外曝露による死亡確率、避難開始時間、避難意思向上、移動手段、情報伝達方法について考察し、避難計画について提言している。漏えい量が1時間当たり1tonの場合でも屋内の1時間平均濃度は600m圏内までAEGL-2以上になることが確認でき、漏えいが継続される場合には漏えい源から600m圏内の住民は屋内にとどまらず素早く避難すべきであることを示した。また、屋外曝露による死亡確率をProbit分析を用いて検討した結果、1時間当たり1tonのフッ化水素漏えいの場合30分の曝露でも200mまで死亡する可能性があるため、隣接事業所の従業員が避難する段階で少なくとも400m圏内の屋外にいる住民は屋内に避難すべきであることを提言している。

さらに、第3章から得られた結果を基に避難開始時間を検討した結果、避難開始に時間を要しており、避難に関する情報を伝達する際に自宅に留まることの危険性を含めて伝えて避難のための準備時間を繰り上げる必要があることを提言している。避難行動の意思構造を基に住民の避難意思向上のための検討をした結果、要補助人数が2人以上の人の負担軽減の必要があり、子供がいる人の混乱防止のために避難を要しない場合はその情報を明確に伝えることが望ましいことを提言している。また、リスクコミュニケーションやワークショップの際に住民が疑似的な被災及び避難を間接経験できるように企画することが避難意思を高める一つの方法であることを述べている。本調査の結果では、移動手段として徒歩が40%を占めているため、避難時の曝露危険性を防ぐためには自動車を活用した方が素早く避難でき、特に濃度が高い1km圏内においては短時間でも高濃度のガスを吸入する可能性が高いため、自動車ですぐに避難する方が望ましいと提言している。情報伝達方法については、災害状況や避難に関する情報を消防・警察や行政から素早く伝達することが非常に重要であり、情報伝達の際に被害状況、避難指示・勧告、避難場所や区域、交通制御に関する情報を含めて発信すると共に屋内避難時の危険性についても伝達する必要があると提言している。

最後に第5章は結言として本研究から得られた知見をまとめている。

以上、本研究で得られた結果は、行政や関係機関で漏えい事故発生時の避難計画を策定する際に科学的な知見として活用できると考えられる。また、有毒ガス漏えい事故時の住民避難に関する研究は世界的にもほぼ行われていないため、本研究で得られた新たな知見は学術的にも貢献するものと考えられる。

以上より、審査員全員一致して、学位論文として相応しいものと判定した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。