

工業統計メッシュデータを用いた 東北地方太平洋沖地震における経済活動の 震度曝露量推定

倉田 和己¹・山崎 雅人²・仲条 仁³・曾根 好徳⁴

¹正会員 名古屋大学助教 減災連携研究センター寄附研究部門 (〒464-8601名古屋市千種区不老町)
E-mail: kurata@nagoya-u.jp

²正会員 名古屋大学助教 減災連携研究センター寄附研究部門 (〒464-8601名古屋市千種区不老町)
E-mail: yamazaki.masato@nagoya-u.jp

²正会員 株式会社ケー・シー・エス 上級コンサルタント (〒112-0002東京都文京区小石川1-1-17)
E-mail: j-chujo@kcsweb.co.jp

⁴正会員 名古屋大学教授 減災連携研究センター寄附研究部門 (〒464-8601名古屋市千種区不老町)
E-mail: sone@nagoya-u.jp

本研究では工業統計メッシュデータを用いた地理空間分析により、岩手県の経済活動に対する東北地方太平洋沖地震のハザード曝露量を推定する。震度曝露量は災害リスクを考える上で、ハザードを受ける対象がどこにどれだけ存在しているかを示すものである。経済活動に対する震度曝露量に加え、地域の脆弱性と関連して経済活動の分布状況を推定することにより、同地震の経済被害を評価するための基礎的データ構築を目的としている。具体的には、工業統計メッシュデータに収録された1kmメッシュごとのデータ(出荷額等)を、県の統計値から秘匿されたデータを用いて補完する。補間されたデータをハザードごとに集計し、その中で地域の脆弱性を示すと考えられる各要素について分布をまとめる。さらに実被害データとの対比などを通じ、各要素による経済活動への被害の説明性について検討する。

Key Words : 工業統計メッシュデータ, 曝露量, 地域の脆弱性, 経済被害と相関する指標

1. 研究の目的と構成

(1) はじめに

2011年の東北地方太平洋沖地震以降、巨大地震を始めとする自然災害への備えに対する考え方として、「しなやかな(レジリエントな)社会の構築」というキーワードが用いられるようになった。同地震による甚大な被害に対する「想定外」の部分を反省すると共に、南海トラフ巨大地震や首都直下地震による更に大きな被害に対して、従来のできるだけ被害を減ずるための対策に加えて、巨大な自然の外力に抵抗することなく「いなし」、被害から速やかに立ち直ることのできる社会の構築を目指したものである。例えば、自民党政権¹⁾は国土強靱化計画の中で「人命は何としても守り抜く」「行政・経済社会を維持する重要な機能が致命的な損傷を負わない」「財産・施設等に対する被害をできる限り軽減し、被害拡大を防止する」「迅速な復旧・復興を可能にする」事を目

的に掲げている。

しなやかな社会の構築においては、人命を守ることを大前提としつつ、経済活動に対する被害を減らし、それぞれの地域・産業において経済活動が速やかに立ち直ることを目指す必要がある。本研究では、しなやかな社会の構築のための経済活動の減災対策強化を目的とし、統計データの分析と東北地方太平洋沖地震の被害の比較によって、対策を進めるための指針となる指標を構築することを最終的に目指す。

(2) 地域の災害リスク構成要素と減災対策の関係

永松²⁾らによると、災害リスクの構成要素は「ハザード(Hazard)」「曝露(Exposure)」「脆弱性(Vulnerability)」「対応力(Coping Capacity)」からなる。地震や津波によるハザードを入力とし、地域に存在する人口や建物、経済活動などがそれらに曝露することで被害が生じ、その大小は曝露する対象の脆弱性や対象が存

在する地域の脆弱性によって決まると考えられる。対応力は被害の発生を前提としてその拡大防止や抑止を行う社会的能力とされ、災害発生後における自助・共助・公助など該当すると考えられる。ハザードについては内閣府中央防災会議や地方自治体における被害想定等において、目的に応じたさまざまなモデルが構築され、減災対策の基準とする外力の大きさについて定量化が行われている。暴露に関する検討としては、鈴木ら³⁾等の先行研究があるが、経済活動を主眼においた分析はあまり行われていない。脆弱性に関しては建造物の耐震性などの物理的脆弱性と高齢者をはじめとする災害時要援護者などの社会的脆弱性の二種類に大別される²⁾が、災害に対する脆弱性が経済にもたらす中長期的な影響については十分に理解されているとは言えない。対応力については主にソフト対策が該当し、東北地方太平洋沖地震で避難が成功した例などが挙げられる。

本研究では、特に経済活動に対する減災対策を検討する上で、地域の脆弱性をマネジメントの主な対象に据えることにする。ハザードの大きさは言わずもがな、ハザードへの曝露量についてもそれをマネジメントすることは容易ではない。津波対策としての高地移転などが計画されているものの、解決すべき課題が多数あることが指摘されている。対応力（ソフト対策）については被害軽減に非常に有効と考えられるものの、その効果的な醸成方法と対応力そのものの評価方法について、専門的知見を反映した標準化が待たれる状況である。以上より、地域の脆弱性についての指標化とその改善による経済活動の被害軽減への関係を明らかにすることを目指す。

(3) 本論の構成

本論では東北地方太平洋沖地震を対象に、経済活動とハザードによる曝露量や、曝露地域の脆弱性に関わりそのような要素について検討していく。その際、同地震において特に被害の大きかった、岩手県沿岸部の食料品（水産加工）産業に注目する。2章では、岩手県沿岸部の産業連関分析により、同地域における食料品産業の重要性について確認する。3章では、工業統計メッシュデータを用い、地震動や津波による曝露量をGIS上で算出する。さらに、曝露地域において地域の脆弱性に関係すると考えられる各種の要素ごとに経済活動（出荷額等）の集計を行い、経済被害と要素の関係について検討を行う。最後に4章では、3章で検討した脆弱性に関する要素の候補について、実被害の調査結果との対応を確認する。ただし、ここでは短期的な生産停止被害との関係性に留まる点は注意が必要である。

2. 岩手県沿岸部の産業連関分析

(1) 産業の重要度の計測

岩手県沿岸部の産業構造を分析するため、仮説的抽出法（Hypothetical Extraction Method）を採用する。仮説的抽出法とは、ある産業が仮に当該経済から削除された場合、当該経済の他の産業の生産額に与える影響を計算する手法である。具体的な計算手法は以下の通りである。今、競争移輸入型の地域産業連関表を想定し、式(2a)で示される移輸入内生型の需給均衡モデルを考える。ただし、 \mathbf{A} は投入係数行列、 \mathbf{M} は移輸入係数行列、 \mathbf{F} は最終需要ベクトル、 \mathbf{E} は移輸出ベクトルである。 \mathbf{X} は需要量を満たす各産業の生産水準ベクトルである。

$$\mathbf{X} = [\mathbf{I} - [\mathbf{I} - \mathbf{M}]\mathbf{A}]^{-1} [[\mathbf{I} - \mathbf{M}]\mathbf{F} + \mathbf{E}] \quad (2a)$$

仮説的抽出法では、当該経済から任意の第 j 産業を仮説的に削除する。これを行うには投入係数行列の第 j 行、第 j 列の値を全て0で置き換えた投入係数行列を $\mathbf{A}(j)$ を用意する。 $\mathbf{A}(j)$ では、第 j 産業は当該経済から仮説的に削除されており、第 j 産業の生産物の他の産業への販売および他の産業からの第 j 産業への中間投入は存在しない。さらに当該地域の第 j 産業の生産物に対する最終需要と移輸出もなくなると考えられるので、 $\mathbf{F}(j)$ を第 j 産業の生産物への最終需要を0で置き換えたベクトル、 $\mathbf{E}(j)$ を第 j 産業の生産物の移輸出額を0で置き換えたベクトルとする。以上より当該経済から仮説的に第 j 産業を削除した場合の需給均衡モデルは式(2b)で示すことができる。 $\mathbf{X}(j)$ は第 j 産業が当該経済から削除された場合の、需要量を満たす他の産業の生産水準ベクトルである。

$$\mathbf{X}(j) = [\mathbf{I} - [\mathbf{I} - \mathbf{M}]\mathbf{A}(j)]^{-1} [[\mathbf{I} - \mathbf{M}]\mathbf{F}(j) + \mathbf{E}(j)] \quad (2b)$$

仮説的抽出法による第 j 産業の重要度の計測は式(2a)と式(2b)から導かれる式(2c)の T_j で示される。ただし、 \mathbf{i} は要素が全て1のベクトルである。 T_j は、第 j 産業が当該産業から削除された場合に、当該経済が失う生産額を示す。なお、式(2c)の $\mathbf{i}'\mathbf{X}$ から第 j 産業の生産額を差し引くことで、当該経済における第 j 産業の他の産業に対する重要性を測定することができ、式(2d)における T_j^R として計算できる。ただし x_j は第 j 産業の生産額である。

$$T_j = \mathbf{i}'\mathbf{X} - \mathbf{i}'\mathbf{X}(j) \quad (2c)$$

$$T_j^R = (\mathbf{i}'\mathbf{X} - 1) - \mathbf{i}'\mathbf{X}(j) \quad (2d)$$

以下では、岩手県沿岸部を対象に作成された産業連関表を用いて、各産業の当該経済における重要性を仮説的

抽出法により測定する。その際、第 j 産業が削除された場合の当該経済における生産額全体の減少額 T_j と、第 j 産業以外での生産額の減少額 T^R_j をどちらも計算する。

(2) 岩手県沿岸部を対象とした産業連関表

仮説的抽出法を適用するにあたり、岩手県広域振興圏別産業連関表の沿岸広域振興圏35部門表（以下、沿岸部表）の平成17年表を用いる。なお、岩手県広域振興圏とは、宮古市、大船渡市、陸前高田市、釜石市、住田町、大槌町、山田町、岩泉町、田野畑村の4市4町1村からなり、これらの市町村の多くが東日本大震災の際、深刻な津波被害を受けた地域である。これらの地域における産業を単純に沿岸部表に記載されている域内生産額が見た場合、2005年で最も域内生産額が大きい部門は建設部門であり、それに不動産、食料品と続く。沿岸部表の取引表を見る限り、建築は「域内総固定資本形成（公的）」として支出されており、公共事業の性質が強いものであると考えることができる。また、食料品の生産では水産品の投入額が最大であり、これらの地域に展開する食料品製造業が主に水産加工品業から構成されていると考えられる。

(3) 岩手県沿岸部における重要産業

本節では、2.(1)で説明を行った仮説的抽出法を沿岸部表に対して適用し、産業連関を考慮した岩手県沿岸部の重要産業を抽出する。表1は式(2c)に基づき計算された T_j である。既述の通り、 T_j は、第 j 産業が当該産業から削除された場合に、当該経済が失う生産額という意味で第 j 産業の重要度を示す。表1では重要産業上位20業種を示している。上位から、建設、不動産、食料品と続く。 T_j で計測した場合、当該経済が失う生産額に削除対象の産業の生産額も含まれるため、域内生産額が大きい産業が上位を占めている。表2は式(2d)に基づき計算された T^R_j である。 T^R_j で計測した場合、特定の産業を削除した場合当該経済から失われる生産額から削除された産業の生産額を取り除くため、他産業の生産額に与える影響のみを見ることができる。表2では表1に比べて、食料品産業が重要度で2位となっている。以上の2つの金額は、岩手県沿岸部での重要産業は建設業と食料品であることがわかる。より具体的には、公共事業を主とする建設業と水産加工を主とする食料品産業が地域経済をけん引している。

なお、地域の重要産業を計測する他の指標として影響力係数と感応度係数がある。影響力係数とは、レオンチェフ逆行列の各産業の列和を、全産業の列和の単純平均で除した値であり、サプライチェーンの後方連関に対する当該産業の相対的な重要度を示す。ここで後方連関とは任意の生産者から見て、その生産に必要な中間財生産

者のつながりのことである。影響力係数は岩手県が公表している沿岸部表において既に計算されており、影響力係数は高い順に「分類不明」の1.72、食料品の1.13、鉱業の1.11となる。一方、感応度係数とはレオンチェフ逆行列の任意の産業の行和を、全産業の行和の単純平均で除した値である。レオンチェフ逆行列の任意の産業についての行和は、全ての産業に1単位の追加的な需要増加があった場合に、その産業の生産がどれだけ増加するかを示している。その産業の製品が中間財としてどれだけ利用されているかを示す指標とも解釈でき、それを平均で除した値はサプライチェーンの前方連関におけるその産業の相対的重要度を示していると考えられる。ここで前方連関とは任意の生産者から見て、その生産物を中間財として必要とする生産者のつながりのことである。沿岸部表で計算された感応度係数は、上位から、金融・保険が2.13、対事業所サービスが1.87、運輸が1.66となっている。こうしたサービス産業は特に中間財を必要とせず、かつ多くの事業活動で必要とされるためである。感応度係数では食料品は18位になる。これは同地域の食料品産業が地域経済の各産業に対してそれらの製品の需要者として重要な役割を果たしていたことを意味する。実際に水産業の裾野は広く、漁業と養殖業、卸売、仲卸、出荷、地元小売といった流通業が連なり、製氷、冷凍業者も欠かせない。漁具や船具の製造・販売業、造船業等も漁業を支える。そして下流部に、水産品を加工し、付加価値を加え、都市部等に出荷する加工業が存在する。これら水産業全体が沿岸部の地域経済を支えており、特に水産品加工業は、下流において水産業を支える重要産業であると結論づけられる。

3. 工業統計メッシュデータを用いた経済活動の曝露量と地域の脆弱性に関する要素との対応

(1) 工業統計メッシュデータの補間

以下では、平成20年の工業統計メッシュデータを主な検討材料として用いる。工業統計メッシュデータとは、経済産業省の工業統計調査に基づいて整備されるものであり、事業所数、従業員数、出荷額等の数値について各産業毎に3次統計メッシュ（1kmメッシュ）単位で集計された地理空間情報である。

同データに於いては情報保護の観点から、秘匿処理が施されている。具体的には、1メッシュ内に存在する事業所数が2以下の場合、出荷額等の数値が0とされている。このため、出荷額等の値を空間的に集計する場合、秘匿された値を補間しなければならない。秘匿メッシュの補間には次の(3a)式を用いた。

表-1 岩手県沿岸部における重要産業上位20業種 (Tj) .

産業	Tj (百万円)
建設	171,023
不動産	122,068
食料品	117,906
商業	96,403
医療・保健・社会保障・介護	95,300
公務	78,602
対個人サービス	74,230
運輸	65,580
金融・保険	59,327
教育・研究	57,024
パルプ・紙・木製品	53,983
電気機械	53,698
対事業所サービス	50,855
鉄鋼	44,621
一般機械	40,747
水産業	39,518
窯業・土石製品	26,086
水道・廃棄物処理	24,575
その他の製造工業製品	18,329
林業	18,044

表-2 岩手県沿岸部における重要産業上位20業種 (TRj) .

産業	TRj (百万円)
建設	32,206
食料品	31,846
商業	16,612
不動産	14,145
医療・保健・社会保障・介護	13,450
運輸	12,782
対個人サービス	12,520
パルプ・紙・木製品	11,484
電気機械	9,231
金融・保険	7,033
公務	6,579
窯業・土石製品	6,172
分類不明	5,324
一般機械	5,140
教育・研究	4,853
対事業所サービス	4,808
水産業	3,412
電力・ガス・熱供給	2,906
その他の製造工業製品	2,564
畜産	2,560

$$Vi = (A - V) / N * Ni \quad (3a)$$

ここで、Viは補完されたある秘匿メッシュiの出荷額等、Aは岩手県HPで公開されている平成20年の工業統計調査結果から得た県全体での出荷額等の合計値であり、秘匿

を含まない値である。Nは秘匿メッシュ全体での従業員数合計値、Niはある秘匿メッシュiの従業員数である。従業員数に関しては秘匿が施されていない事を利用し、秘匿された出荷額等の県全体での合計値を従業員数に応じて按分したものである。

前章の分析結果と、沿岸部での被害が甚大であったことを踏まえ、以下では食料品産業について検討していく。ただし、岩手県の食料品産業については沿岸部の水産加工が高い重要性を有するものの、内陸部の事業所についても無視できないため、それらを分けて検討することにする。図1に補間前の食料品産業の出荷額等の分布を、図2に補間後の分布を示す。図中でメッシュの色が出荷額等の大きさを示し、赤が最大(159億円)～青が最低の31段階のグラデーションとしている。灰色は出荷額等

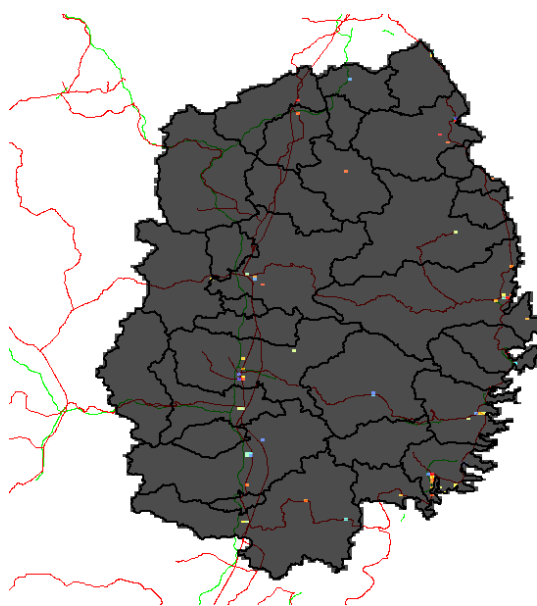


図-1 岩手県食料品産業の出荷額等の分布 (補間前)

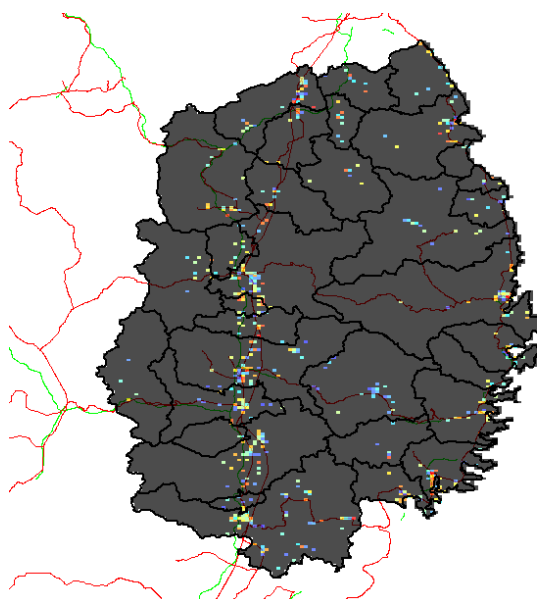


図-2 岩手県食料品産業の出荷額等の分布 (補間後)

の値が無いメッシュである。この図からは正確な出荷額等を読み取ることは不可能であり、空間的・大局的な分布を確認することに留める。黒い線は岩手県の市町村境界を、赤い線は鉄道網を、緑の線は高速道路を表している。秘匿された額の合計は約2591億円で、県内の食料品産業全体の実に72%に相当する。以下では、この食料品産業に関する出荷額等を経済活動の指標とし、ハザードや地域の脆弱性に関する要素との対応を見ていく。

(2) 東北地方太平洋沖地震における経済活動のハザード曝露量算定

続いて、東北地方太平洋沖地震におけるハザードに関するデータについて述べる。地震動に関するデータは国土技術政策総合研究所による本震の震度分布およびSI値分布推定結果を用いた。データは250mメッシュ単位で整備されており、それをを用いてGISデータを生成した。図3に震度分布図を、図4にSI値分布図を示す。震度とSI値は共に地震波形記録から算出される値であるが、震度は人間が感じる揺れの強さに対応付けられた指標であるのに対し、SI値は一般的な建物に対する影響度の大きさに対応付けられた指標である点が異なる。津波に関するデータは復興支援調査アーカイブにおいて公開されている100mメッシュ単位のShapeファイルをそのまま利用し、浸水深の値を採用した。図5に浸水深の図を示す。縮尺の都合上、陸前高田から大船渡にかけての範囲を例として示す。

これらのハザードデータと、前項の工業統計メッシュデータを用い、GIS上で経済活動のハザード曝露量について集計を行った。集計結果を表3～表5に示す。表3の震度については、内陸の平野部に加えて南三陸の沿岸部でも震度6弱の領域が広がっている。一般的に地震の揺れによる被害が震度6弱程度から顕著にあらわれる事を鑑み、震度6弱以上の揺れに暴露した出荷額等の全体に対する割合を計算すると14.9%となる。ただし、震度6強の領域に出荷額等のデータは存在しなかった。表4のSI値についても概ねこれと調和的で、現行の耐震基準で建物の二次設計の入力地震動の目安となる40kine以上の揺れに暴露した出荷額等のデータは14.5%であった。以上の結果は、東北地方太平洋沖地震において揺れに基づく人的・建物被害が地震規模に比して大きくなかったという感覚とも相違ない。

一方で、表5の津波による浸水深について見てみると、県全体に対して10.0%の出荷額等が津波に暴露している事がわかる。出荷額等で比較すると揺れによる影響よりも小さく見えるが、曝露範囲が県下の沿岸部のみであることを考慮すると非常に高い割合で経済活動が津波に曝されたと見ることが出来る。これは、沿岸部に水産加工産業が多く立地している事とも関係している。

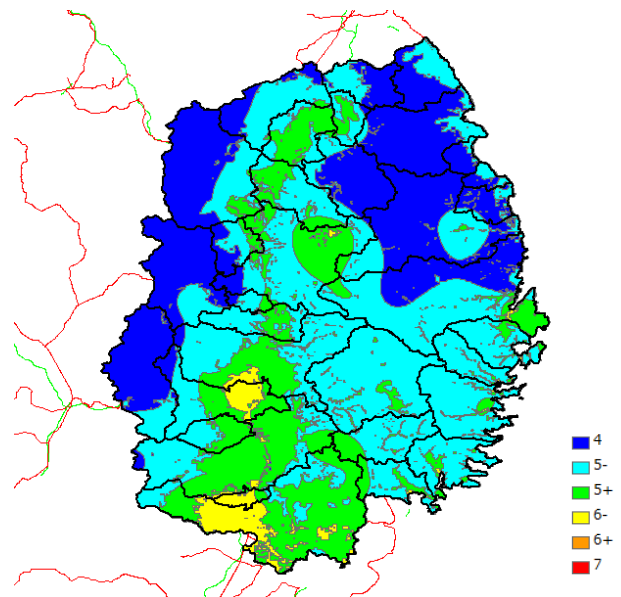


図-3 東北地方太平洋沖地震（本震）の震度分布

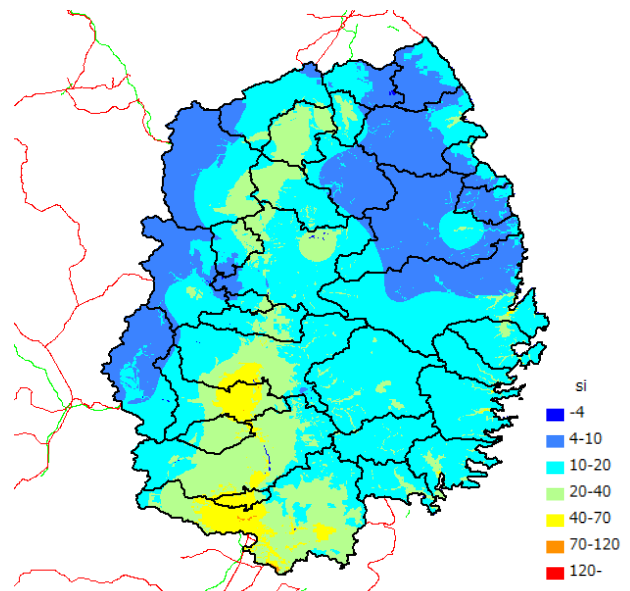


図-4 東北地方太平洋沖地震（本震）のSI値分布

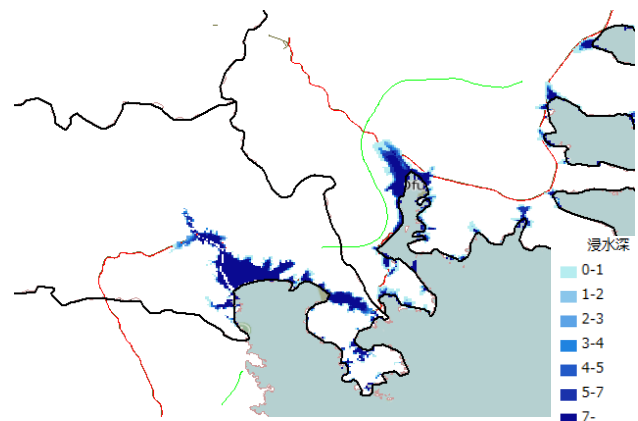


図-5 東北地方太平洋沖地震の津波浸水深
(陸前高田～大船渡)

表-3 震度に対する経済活動（食料品）の曝露量

震度	出荷額等（万円）	%
6+	4,325	0.0%
6-	5,215,354	14.9%
5+	15,636,536	44.7%
5-	11,037,844	31.5%
4以下	3,098,528	8.9%

表-4 SI値に対する経済活動（食料品）の曝露量

SI (kine)	出荷額等（万円）	%
70-	130,125	0.4%
40-70	4,929,838	14.1%
20-40	15,874,442	45.4%
10-20	12,315,911	35.2%
4-10	1,562,341	4.5%
-4	179,929	0.5%

表-5 浸水深に対する経済活動（食料品）の曝露量

浸水深(m)	出荷額等（万円）	%
20-	205	0.0%
10-20	328,872	0.9%
5-10	1,537,677	4.4%
1-5	1,315,684	3.8%
0-1	324,662	0.9%
0	31,485,485	90.0%

(3) 地域の脆弱性に関係すると考えられる要素と経済活動の分布

1章2節で示したとおり、実際の被害量は曝露量だけでなく、暴露する対象が有する脆弱性によって変化する。そこで、前節で示した出荷額等の曝露に対して、地域の脆弱性に関係していると考えられる各種の要素がどの程度分布しているかを把握する。ただし、どのような脆弱性に関する要素が実際の経済被害につながるのかは実データと対応付けて被害率曲線に相当するものを算定する必要がある。本検討はそのための準備としての位置づけである。

以下では、ハザードに暴露した経済活動の領域を定義し、その領域における脆弱性に関係していると考えられる要素に対して、要素の多寡について検討する。津波に暴露した領域（以降、津波エリアと表記）としては、表5において浸水に曝された出荷額等のデータ全てを用いる。また揺れに関しては、表3において震度6弱以上の揺れに曝された出荷額等のデータを用いるが、実際には沿岸部では同時に津波にも曝されており、揺れの影響だけを抽出するのは困難である。従って、強い揺れに暴露した領域（以降、強震エリアと表記）としては、震度6弱以上かつ津波浸水が無かった出荷額等のデータを採用することにした。これは実質的に内陸部の経済活動に相当

する。

表6に標高と出荷額等の分布を示す。標高データは国土数値情報ダウンロードから取得した250mメッシュ単位のものを用い、値は平均標高を採用している。岩手県は山地が多く県全体では標高の高い領域に出荷額等が分布しているが、津波エリアでは一転して10m以下の領域に8割以上の出荷額等が分布している。標高が高いほど災害に強いとは一概に言えないが、低地では津波に対する脆弱性が高いという一般論と一致する結果となっている。なお、強震エリアについては特定の標高への偏りは無く、揺れとの対応については土地条件や地盤の硬軟について今後更に見ていく必要があると考えている。

表7には死者・行方不明者率と出荷額等の分布を示す。死者・行方不明者率については谷⁴⁾による町・大字別分布データを用いた。地域で死者・行方不明者が生じた場合、それが事業所の従業員や従業員の家族あった場合は当然企業の生産活動に大きなダメージとなるし、従業員の身内に被害がなかったとしても地域内で多数の死者・行方不明者が生じた場合、地域の活動そのものが大きな影響を受け、地元に着した事業所であるほどダメージは免れないと考えられる。そうした視点で見ると、津波エリアでは多くの経済活動が死者・行方不明者の生じた領域に存在しており、中長期的な影響が考えられる結果となっている。表8の全半壊率との対応でも同様の傾向が見られるが、建物被害については第一優先とされる「人命を守る」ための避難行動等では低減することができない一方、一度住まいを失った地域住民がなかなか元のように帰ってくるのが難しいことは現状の津波被災地を鑑みれば明確となっている。そのため、地域に着した産業であるほど、その経済活動を守るためには地域全体の建物被害軽減が必要であると考えられる。なお、表中で注ありと示しているのは、ここで示した全半壊率のデータが市町村ごとの全半壊棟数と国勢調査による世帯数を用いて算出した極めておおまかな値であり、傾向を見るためには参考になると考えたが、ミクロに見ていくほど厳密な全半壊率の値とは異なることが考えられるためである。

表9は高齢化率に関する検討である。2010年における全国の高齢化率が23%であることを考えると、県内全体で高齢化率が高いことがわかる。高齢者は災害時要援護者であると同時に、特に地方では重要な労働力や地域活動力でもある一方、被災によって地域を離れると元の活動に復帰することが若者以上に困難であるため、高齢化率は経済活動の観点からも脆弱性の要素となりうると思われる。

以上の検討は、主に地域の特性の中で脆弱性に関すると考えられる要素について検討したものであり、地域との繋がりが強い事業所であるほどその経済活動には影響

表-6 ハザード曝露エリアにおける標高と出荷額等の分布

標高(m)	県全域		津波エリア		強震エリア	
	出荷額等 (万円)	%	出荷額等 (万円)	%	出荷額等 (万円)	%
100-	16,121,014	46.1%	0	0.0%	199,660	5.3%
50-100	8,678,638	24.8%	0	0.0%	1,830,860	48.9%
30-50	2,772,678	7.9%	16,638	0.5%	547,954	14.6%
10-30	2,974,678	8.5%	423,615	12.1%	795,305	21.2%
1-10	3,964,384	11.3%	2,855,245	81.4%	353,748	9.4%
0-1	481,195	1.4%	211,603	6.0%	17,864	0.5%

表-7 ハザード曝露エリアにおける死者・行方不明者率と出荷額等の分布

死者・不明者率	県全域		津波エリア		強震エリア	
	出荷額等 (万円)	%	出荷額等 (万円)	%	出荷額等 (万円)	%
10%-	116,515	0.3%	79,555	2.3%	205	0.0%
5-10%	1,171,644	3.3%	483,381	13.8%	252,286	6.7%
1-5%	4,356,899	12.5%	1,430,005	40.8%	227,622	6.1%
0-1%	2,172,909	6.2%	684,290	19.5%	30,567	0.8%
0%	27,174,618	77.7%	829,870	23.7%	3,234,711	86.4%

表-8 ハザード曝露エリアにおける全半壊率（※注あり）と出荷額等の分布

全半壊率	県全域		津波エリア		強震エリア	
	出荷額等 (万円)	%	出荷額等 (万円)	%	出荷額等 (万円)	%
25%-	4,755,339	13.6%	2,074,922	59.2%	433,863	11.6%
10-25%	2,853,774	8.2%	666,831	19.0%	112,142	3.0%
1-10%	2,331,793	6.7%	433,774	12.4%	0	0.0%
0-1%	397,198	1.1%	50,949	1.5%	0	0.0%
0%	24,654,482	70.5%	280,625	8.0%	3,199,387	85.4%

表-9 ハザード曝露エリアにおける高齢化率と出荷額等の分布

高齢化率	県全域		津波エリア		強震エリア	
	出荷額等 (万円)	%	出荷額等 (万円)	%	出荷額等 (万円)	%
50%-	169,915	0.5%	15,443	0.4%	2,630	0.1%
25-50%	23,290,110	66.6%	2,054,181	58.6%	2,143,540	57.2%
10-25%	8,895,947	25.4%	858,007	24.5%	1,173,052	31.3%
1-10%	439,322	1.3%	105,990	3.0%	108,192	2.9%
0-1%	2,197,292	6.3%	473,480	13.5%	317,978	8.5%

を及ぼすと考えられるが、逆に地域と関係の薄い事業所（ほとんどが域外からの通勤者であるなど）の場合は、ライフライン寸断等の影響が大きいと考えられ、今後それらの要素についても分析を進める必要がある。

4. 実被害と脆弱性の対応に関する準備検討

ここまでで、経済活動に対する被害の多寡に影響を与える、地域の脆弱性に関係すると考えられる要素について見てきたが、実際にこれらがどの程度被害と関係するかを検証が必要である。検証により、経済活動に対する被害と相関の高い地域の脆弱性指標を構築し、減災対策立案に資することが最終的な目的である。

しかし、東日本大震災における間接被害までを包括した経済被害の全体像は未だ明らかになっておらず、今なお長期的な経済的影響は続いていると考えられる。有効と考えられる一つの手法は、東北地方太平洋沖地震以降に実施された工業統計調査に準ずる調査結果を用いて、ここまで示した手法と同様に集計を行い、出荷額等の落ち込み具合が大きい要素を経済被害と相関の高い脆弱性とするものである。本論執筆時点においては平成24年経済センサスの速報が発表されており、それによると岩手県の平成23年における製造品出荷額等は前年比マイナス9.3%で、食料品産業が出荷額等全体に対する割合の13.4%（第2位）を占めていることから、統計的にも少なくない被害が想像される。ただし空間的な分析を行うには詳細なデータの公開を待つ必要がある。以下では準

表-10 個別企業の生産停止日数とハザード・脆弱性に関すると考えられる要素の対応

FID_	生産停止日	限定生産日	SI	震度	浸水深	標高	死者・不明者率	全半壊率	高齢化率
1	365	0	26.1	4.96	2.1	1.7	0	1.97	18.6
2	365	0	25.73	4.95	1	3.3	0	1.97	18.6
3	0	0	12.04	4.87	8.5	7.9	7.33	42.87	31.68
4	26	51	22.77	5.26	7.8	4.1	1.63	26.56	32.56
5	24	0	45.2	5.48	0	101.1	0	0	28.63
6	12	0	5.14	4.08	0	222.7	0	0.43	44.57
7	66	37	41.81	5.39	0	96.2	0	0	19.32
8	365	0	16.29	5.02	5.7	9	4.72	22.7	40.72
9	101	42	16.29	5.02	5.7	9	4.72	22.7	40.72
10	365	0	26.94	4.97	3.4	3.4	0	1.97	18.6
11	365	0	50.62	5.76	3	18.1	1.89	22.7	47.71
12	365	0	11.95	4.85	14	4.2	7.33	42.87	38.46
13	70	0	34.56	5.49	0	4.4	0.61	17.8	38.02
14	2	0	24.5	5.09	0	89.2	0	0	29.66
15	365	0	23.34	5.26	0	114.9	0.15	26.56	22.88
16	365	0	18.87	5.03	7	18.1	6.38	22.7	44.52
17	29	0	26.48	5.31	0	27	0.36	22.7	38.74
18	112	0	40.69	5.51	5.2	25	0.75	22.7	0
19	0	0	19.87	5.2	10.6	16.6	15.73	42.87	32.19
20	365	0	35.69	5.56	5	5.7	0.53	26.56	13.79
21	0	0	20.41	5.23	0	44.9	3.91	42.87	54.75
22	0	0	29.42	5.46	12.8	6.7	7.33	42.87	27.67

※生産停止日数 365 日は、調査時点で生産が再開されていないことを示す。

備検討として、仲条ら⁵⁾による個別企業の生産停止日数調査結果を用いて、短期的な影響との対比を確認する。

表10に個別企業の生産停止日数とハザード・脆弱性に関すると考えられる要素の対応を示す。表において水色の網掛けの行が、津波エリアのデータに該当する。津波エリアの企業は生産停止日数が長期に渡る傾向にあるが、FID_3、FID_19、FID_22などの企業では生産停止が発生していない。また、生産停止日数と直接的に相関のある要素は無いように見える。このことから、生産停止日数の原因（生産停止が無かった理由も含む）については個別の追跡調査が必要であり、またより長期的な経済活動に関する影響について分析する必要があると考えられる。

5. まとめ

本論ではしなやかな社会の構築を目的とした経済被害の軽減と早期復旧実現のための効率的な減災対策立案に向けて、工業統計メッシュデータの出荷額等を指標に、ハザードに対する曝露量と地域の脆弱性に関係すると考えられる要素の検討および短期的な実被害との対応を検討した。その結果、短期的な経済活動への影響要因につ

いてはより詳細な個別調査が必要であることと、中長期的な経済活動への影響については平成23年（2011年）以降の震災の影響が反映された統計調査データを用いた分析の必要があることを確認した。本論はそのようなデータが公開された際に分析を行うための下準備という位置づけになる。今後は新たに公開される予定のデータの分析を進め、減災対策に活用するための地域の脆弱性指標構築へ向けた検討を行う。

参考文献

- 1) 内閣官房：国土強靱化の推進に関する関係府省庁連絡会議（第2回），2013。
- 2) 永松伸吾ほか：「地域防災力」をどう評価するかー研究展望と課題ー，防災科学技術研究所研究報告 第74号，2009。
- 3) 鈴木 進吾，林 春男：首都直下地震災害の暴露指標の算出とその地域的特性に関する研究，地域安全学会論文集 No.10，pp97-104，2008。
- 4) 谷 謙二：小地域別にみた東日本大震災被災地における死亡者および死亡率の分布，埼玉大学教育学部地理学研究報告 32号，2012。
- 5) 仲条 仁ほか：東日本大震災における被災企業（製造業）の実態把握と交通インフラ被災の影響分析，第45回土木計画学研究発表会，2012。

(2013.*.*受付)