地域活動力を用いた地震危険度評価に関する研究

その2 経済活動力を用いた東京湾岸域の地震危険度評価

STUDY ON EARTHQUAKE RISK ASSESSMENT BY REGIONAL VITALITY EVALUATION

Part 2 Earthquake risk assessment by economic vitality evaluation for Tokyo bay region

田邊 功一*, 長橋 純男**

Koichi TANABE and Sumio NAGAHASHI

We have in our preceding paper proposed the basic concept of Regional Vitality as an index for evaluation of earthquake risk potential and also the technical method of evaluation of Economic Vitality, presenting a case study on the evaluation of the damage done by the 1995 Hyogoken-Nambu Earthquake in the Hanshin region and vicinity. In the present paper, we try to build on the outcome of the preceding one and verify the general validity of the Economic Vitality evaluation method for other regions in Japan as well. In particular, we propose to make a seismic risk assessment for Tokyo Bay region pursuant to the evaluation method. Specifically, we intend to show that we can evaluate a seismic risk by sizing up a possible decline in the Economic Vitality index from the normal level when an earthquake strikes. We finally try to compare our own seismic risk assessment with an earlier similar assessment made by Tokyo Metropolis pursuant to a conventional evaluation method, thereby testifying to the unique effectiveness of the evaluation index of ours.

Keywords: Tokyo Bay Region, Seismic Risk Assessment, Hanshin-Awaji Earthquake Disaster, Regional Vitality, Economic Vitality, Geographic Information System

東京湾岸域、地震危険度評価、阪神・淡路大震災、地域活動力、経済活動力、地理情報システム

1. はじめに

本研究は、東京湾岸域のように社会的にも経済的にも重要な地域においては、その地域を一体として捉えた防災計画が必要であると考へ、この認識に基づいた地震危険度評価を行うことを目的としたものである。第1報¹⁾では、そのための危険度評価指標である地域活動力 (Regional Vitality) の基本概念と、そのひとつである経済活動力 (Economic Vitality) 評価手法の提案、ならびに兵庫県南部地震激震域を含む阪神地域での評価事例を示し、本評価手法の妥当性を検証した。

東京湾岸域は、社会・経済・政治などの各種中枢が集中し、それに伴い都市機能の過密化が進んできた。近年になり、経済効率、機能優先などの価値観に変化が起こり、東京湾岸域への一極集中は緩和の兆しが見えるものの、依然として人口および諸機能が集中しており、様々な分野において日本の最重要地域となっている。その結果、この東京湾岸域には、首都圏としての政治的機能や経済・社会的中心としての機能の過度な集中により、交通渋滞、廃棄物の処理など多様な日常的問題を生じている。また、全国比で僅か2.5%の面積しかないこの地域 (後述する1都3県) は、人口で20.6%、電力使用量では19.4%を占め²⁾、昼夜間人口が大きく異なる地域が混在し、木造住宅密集地域や、東京湾臨海地域の特性であるコンビナ

ート地区が存在するなど、防災的観点からみた多くのリスクが潜在している。

日本は世界でも有数の地震多発地域であり、東京湾岸域においても、1923年関東大震災など歴史上幾度となく大地震に襲われ、その都度大きな被害を被ってきた。阪神・淡路大震災では、都市機能が高度に密集した地域における地震災害事象は複雑に相互連関し、その被害を拡大させてゆくことを露呈したが、本報が対象とする東京湾岸域に、もし仮に1995年兵庫県南部地震クラスの地震による直接的被害が発生した場合には、前述の各種中枢機能の麻痺およびそれに伴う被害の広域化、応急対策など初動体制整備の遅れ、さらには復旧・復興対策への影響も懸念される。この東京湾岸域を構成する東京都・神奈川県・千葉県 of 各自治体では、都県や千葉市、横浜市、川崎市に代表される政令指定都市レベル等での地震危険度評価や地震被害予測が行われ、防災計画が立案されている³⁾。しかしながら、その危険度評価における想定地震や想定震度などの基本的条件は、例えば東京都と神奈川県のように隣り合う自治体のみならず、神奈川県と横浜市や川崎市のように、同じ地域の自治体においても異なる設定がされている場合もある。このように、それぞれの自治体が独自の危険度評価・被害予測に基づき防災計画を立案しているため、地震災害時における相互協力体制を各自治体間で締結してはいるも

* 千葉工業大学大学院工学研究科建築学専攻
博士後期課程・修士(工学)

** 千葉工業大学工学部建築学科 教授・工博

Graduate Student, Chiba Institute of Technology, M. Eng.

Prof., Dept. of Architecture, Chiba Institute of Technology, Dr. Eng.

の、被害が広域にわたった場合には、その対策の違いから、どこまで協力体制を生かすことができるのか疑問が残る。

そこで本報は、第1報で提案した一連の地域活動力のうち、経済活動力を東京湾岸域において評価し、それが地震被害によりどの程度低下するかを把握することにより、東京湾岸域を一体として捉えた地震危険度評価を行うものである。

2. 経済活動力 (Economic Vitality) 評価

第1報において、高度に都市化が進んだ地域での地震被害想定および地震危険度評価を行うため、評価指標としての地域活動力 (Regional Vitality) の基本概念を提案した。

この地域活動力評価は、地域社会を構成する主な活動を経済、社会、行政の3つに分けて考え、それぞれを経済活動力 (Economic Vitality、以下 EV)、社会活動力 (Social Vitality) およびこれらを総合し、さらに行政などに関する評価も加えた地域活動力によって評価するものであり、地震危険度の評価は、この指標により表現される値が震災時には通常時よりどの程度低下するかによって、その地域の地震危険度を評価するものである。

経済活動力 (EV) 評価は、経済活動を生産、分配、消費の3つの段階に分けて考え、それぞれの評価単位 (本報においては市区町村) がもっている経済活動のポテンシャルを、生産、物流、供給の3つの観点から評価する。そのポテンシャルは、それぞれ生産活動ポテンシャル P_p (Production Activity Potential)、物流活動ポテンシャル P_l (Logistics Activity Potential)、および供給ポテンシャル P_s (Service Activity Potential) とし、さらにそれぞれの産業における基盤能力を意味するストックポテンシャル P_f (Fundamental Ability Potential) を加えた4つのポテンシャルを設定する。これは、評価単位内においてそれぞれの産業の有する規模を表すものであり、基本的にはその産業に関わる労働力などの人的規模と、設備や固定資産などの物的規模によって表現できる絶対量である。

また、地域間の連関を考慮する指標として生産活動指標 I_p (Production index)、物流活動指標 I_l (Logistics index)、および供給活動指標 I_s (Service index) を設定する。これらの指標は、それぞれの評価単位の評価対象エリアにおける経済活動の影響力を表すものであり、その値は評価対象エリア内における相対量である。

以上のように求められる各ポテンシャルおよび指標を総合的に評価し、(1) 式に示す定義式により経済活動力を評価する。

$$EV = \sum_n EVf_n(P_n \cdot I_n) \quad \dots\dots (1)$$

(1) 式における EVf_n は、生産、物流および供給の各活動間のウェイトを評価するためのものであり、産業活動 n におけるポテンシャルおよび指標を表す P_n 、 I_n をパラメータとした関数で、地域の経済活動力を評価するためのものである。震災時の経済活動力は、上記評価に用いた P_f の値を求める際に必要となる事業所指数および労働力指数に、被害の影響を考慮して評価する。また、指標については、その地域内の経済活動力ポテンシャルに対し、その指標を構成する産業がどの程度の割合かを算定するに際し、被害を考慮して評価された P_p 、 P_l および P_s の各ポテンシャルの値を用いる。これにより、震災時の経済活動力の低下を評価する。

3. 通常時経済活動力評価

前節で示した経済活動力評価手法については、第1報において1995年兵庫県南部地震激震域を含む阪神地域の被災を対象とした評価事例により、その妥当性を検証した。本節では、以上に提案した経済活動力評価手法を用い、東京湾岸域の通常時経済活動力を評価する。

評価対象エリアは東京湾岸域として東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県、東京都3県を設定する。本経済活動力評価手法では、地域間の連関が問題となるため対象地域の選定には配慮が必要であるが、ここでは評価結果の比較検討などの面から東京圏を評価対象エリアとした。また、以下の節において評価されている東京湾岸域以外の地域においても、本評価手法の一般性を検討するという目的に鑑み、ある程度広いエリアを対象にその地域特性を把握するためと、検証に用いる各種統計データが基本的には府県および市区単位でまとめられていることを考慮して、伊勢三河湾岸域として愛知県と三重県を、また、第1報で経済活動力評価を行った阪神地域沿岸部についても、本報では新たに京都府、大阪府および兵庫県を近畿エリアとして経済活動力評価を行った。

また、図4～図8および図9～図13のマップでは、その評価単位のポテンシャルや活動力をドット密度で表現している。これは、その評価単位のもつ値をマップに、ある一定の値を表すドットをランダムに配置し、その密度で評価結果を表現している。なお、ポテンシャルのマップに関しては1ドット=100の値を、経済活動力に関しては1ドット=5の値をもたせている。

3.1 東京湾岸域の位置付け

ここでは、日本全国をひとつのエリアとし、都道府県単位で通常時経済活動力評価を行い、東京湾岸域の位置付けを明らかにすることを目的としている。なお、東京湾岸域との比較対象エリアは前述の伊勢三河湾岸域および近畿エリアとする。

図1は、都府県単位でまとめた経済活動力評価により求められた各エリアの生産、物流、供給の各ポテンシャルを棒グラフで、都府県内総生産額対全国比を円グラフで表したものである。東京湾岸域、伊勢三河湾岸域および近畿エリアの地域内総生産額比 (対全国比) はそれぞれ30.5%、8.0%、14.0%であり、これら3地域で日本全体の52.5%を占めている。そこで、これら3地域を対象に本手法により評価した経済活動力を3地域総和に対する比で示すと、東京湾岸域

図1 評価対象都府県ポテンシャル

が52.0%、伊勢三河湾岸域が21.4%、近畿エリアが26.6%である。これを、都府県内総生産額について3地域総和に対する比で示したそれぞれの割合、すなわち54.6%、16.6%、28.9%と比較すると同様な傾向を示しており、地域の経済活動がこの経済活動力(EV)により適切に評価されているものといえる。

表1 産業分類²⁾

日本標準産業分類(大分類)	産業区分	大分類(本研究)	細分類(本研究)
A 農業	1次産業	生産	農林漁業
B 林業			農林漁業
C 漁業			農林漁業
D 鉱業			鉱工業
E 建設業	2次産業		建設業
F 製造業			製造業
G 電気・ガス・熱供給・水道業			商業
H 運輸通信業			物流
I 卸売・小売業、飲食店	3次産業	供給	商業
J 金融・保険業			金融保険業
K 不動産業			商業
L サービス業			サービス業
M 公務		評価対象外	評価対象外
N 分類不能の産業		評価対象外	評価対象外

また、図2には評価都府県内の各産業ポテンシャル比を、表1には本研究における産業分類を示す。図2では、それぞれの都府県ごとに2つのグラフがあり、上段の無印のものは細分類、下段の右肩に※印がついているものは大分類で集計したものである。図2によると、東京都と大阪府では供給活動ポテンシャル比が非常に大きくなっており、細分類をみるとどちらも金融保険業のポテンシャル比が他地域と比べてかなり大きくなっていることが知れる。また、大分類でみると、埼玉県、千葉県および兵庫県が、また神奈川県と京都府が互いに良く似た構成比になっており、東京湾岸域と近畿エリアは似たような地域特性をもつ都県および府県により構成されているといえる。

また、伊勢三河湾岸域では、愛知県が神奈川県、京都府の傾向を、三重県が埼玉県、千葉県および兵庫県の傾向を示しているが、特定の産業への特化は東京湾岸域と近畿エリアに比べて小さくなっている。以上のことから、東京湾岸域は、兵庫県南部地震で大きな被害を受けた神戸市周辺を含む近畿エリアと同じような産業構成をもち、且つそれぞれの規模は近畿エリアのそれよりも大きなものとなっているといえる。

参考として、それぞれの都府県における前述の3ポテンシャルの総和および経済活動力と、各都道府県内総生産額との関係を図

3に比較して示す。評価単位の経済活動の絶対量を表すポテンシャルよりも、地域内の経済活動の連関を考慮した経済活動力(EV)評価の方が高い相関を示している。

3.2 東京湾岸域における通常時経済活動力評価

本節では、東京湾岸域における通常時の経済活動力を評価する。なお、2001年1月に田無市と保谷市が合併し西東京市となっているが、本評価においては1998年当時の行政区分で評価を行ったため別々の評価単位としている。それ以外の合併市区町村についても同じ扱いである。

3.2.1 生産活動ポテンシャル

生産活動ポテンシャル評価結果を図4および図5に示す。まず図4-1 農林漁業ポテンシャルをみると、東京都区部を囲む環状線より外側の地域からポテンシャルが大きくなり始め、都心から離れるに従ってより大きな値を示すようになる。また、このポテンシャルが比較的大きな値を示している地域として埼玉県北部、千葉県外房、神奈川県西部があげられる。図5の生産活動ポテンシャルをみると、東京都区部から沿岸部にかけての地域、特に江東区周辺や、神奈川県の川崎市から横浜市沿岸部にかけての地域に集中して高い値が分布している。これらの地域は図4-2～図4-4に示す農林水産業以外の生産活動ポテンシャル関連産業において大きなポテンシャルを示しており、特に図4-4 製造業ポテンシャルは川崎市を中心に大きな値を示している。これは、1節で述べた東京湾岸域の特性であるコンビナートなどの影響によるものと考えられる。

3.2.2 物流活動ポテンシャル

図4-5および図6に物流活動ポテンシャル評価結果を示す。この結果をみると、東京都区部を囲む環状線上の地域で高い値を示している。また、神奈川県沿岸部の川崎市から横浜市、および千葉県西部沿岸部においては、製造業ポテンシャルと似た分布を示しており、港湾からの輸送などのための物流活動が活発であることを示すもの

図3 都道府県内総生産との比較

図2 評価対象都府県産業構成(ポテンシャルによる)

図4 東京湾岸域細分類産業ポテンシャル

図5 東京湾岸域生産ポテンシャル (P_p) 図6 東京湾岸域物流ポテンシャル (P_l) 図7 東京湾岸域供給ポテンシャル (P_s)

である。

3.2.3 供給活動ポテンシャル

図7には供給活動ポテンシャル評価結果を示す。この評価結果をみると、東京都区部中心部において高い値を示している。また、千葉市、横浜市、埼玉県浦和市と大宮市周辺にも高い値が見られる。東京都区部中心部においては千代田区以外にも大きな供給活動ポテンシャルを有する区が分布している。図4に示す細分類でみると、東京都区部中心部において図4-7 金融保険業ポテンシャルの高い値が分布している。その他の供給関連産業においても同様に、東京都区部において高い値を示している。

3.2.4 通常時経済活動力評価

前項までに求めた各ポテンシャルを、(1)式によって総合評価した通常時経済活動力評価結果を図8に示す。東京都区部中心部において経済活動力の高い値が示され、またその周りを囲むように高いEV値の環状分布がみられる。横浜市沿岸部にも経済活動力の高い地域があり、神奈川県は伊勢原市、秦野市および厚木市などの県西部まで比較的経済活動力の高い地域が分布している。逆に、千葉県は市原市以南の地域には経済活動の高い地域はみられない。

3.3 東京湾岸域と近畿エリアの比較

本報では、前述のとおり第1報で評価した阪神地域沿岸部を、新たに京都府、大阪府および兵庫県を近畿エリアとして経済活動力評価を行った。まず、この近畿エリアでの評価結果を図9～図13に示す。図9には、産業細分類によるポテンシャル評価結果を示す。図

9-1 農業ポテンシャルは明らかに他の産業の分布とは異なり、大阪市、神戸市や大阪湾沿岸部にはその分布がほとんどみられない。図9-2 鉱工業ポテンシャルはその分布が偏っていて、この業種はいくつ

図8 東京湾岸域経済活動力 (EV)

9-1 農林漁業ポテンシャル

9-5 物流ポテンシャル

図10 近畿エリア生産ポテンシャル (P_p)

9-2 鋳工業ポテンシャル

9-6 商業ポテンシャル

図11 近畿エリア物流ポテンシャル (P_l)

9-3 建設業ポテンシャル

9-7 金融保険業ポテンシャル

図12 近畿エリア供給ポテンシャル

9-4 製造業ポテンシャル

9-8 サービス業ポテンシャル

図13 近畿エリア経済活動力 (EV)

図9 近畿エリア細分類産業ポテンシャル

かのエリアに集中的に存在している。また、図9-3 建設業ポテンシャルは大阪市や神戸市に均等に分布し、図9-4 製造業ポテンシャルは大阪府堺市と東大阪市、兵庫県尼崎市と姫路市など、大阪市や神戸市に隣接する市において大きな値となっている。これら生産関連産業のポテンシャルをまとめた生産ポテンシャルを図10に示す。大阪市や神戸市では農林漁業以外の産業が集中していることもあって大きな値となっており、特定の産業に特化した地域でも、生産ポテンシャルは大きく評価されている。

図9-5 物流ポテンシャルは、大阪市や神戸市の中心部や大阪湾沿岸部に集中しており、兵庫県南部地震により大きな被害を受けた神戸市においても比較的大きな値となっている。図11の物流ポテンシャルドット密度表示によれば、主要道路の位置している地域において物流ポテンシャルが大きな値となっている。

図9-6に示す商業ポテンシャルは大阪市や神戸市の中心部において大きく評価され、その周辺域から離れるにつれてその値は小さくなっていく。これは供給関連活動全般についていえ、図9-7の金融

保険業ポテンシャルでは大阪市や神戸市の中心部に顕著に集中している。図12に、これら供給関連活動のポテンシャルを総合評価したものを示すが、大阪市や神戸市中心部に大きな値がみられる。

これらのポテンシャル評価結果を地域間の連関の影響を考慮して総合的に評価したものが、図13に示す通常時経済活動力評価結果である。これによると、大阪市と堺市、神戸市、および姫路市を含む地域を中心に、経済活動力の集中が見られる。それぞれのエリアの中心部が供給活動ポテンシャル、その周辺市区町村が生産活動ポテンシャルにおいて、そのエリア内で大きな影響力をもち、姫路市などの周辺都市では、比較的バランスよくその地域の産業に影響を与えている。

このように評価された近畿エリアと東京湾岸域の特徴を把握するため、図14と図15に各評価単位の持つポテンシャルの評価対象地域内平均に対する偏差を示す。また、図16および図17には、それぞれの評価単位の他地域への影響力を表す指標の評価対象地域内平均に対する偏差を示す。これらの結果をみると、図15および図17

に示す近畿エリアでは、大阪市中心部やその周辺市部、また姫路市などの広い範囲に高い値が分布しているが、図14および図16に示す東京圏では、東京都区部に高い値が集中している。これより東京圏は、東京都区部を中心とした環状に経済活動力が分布していく傾向がみとれる。また、近畿エリアでは湾を囲むような傾向がみえる。これは、首都圏が関東平野という広い平地をもつものに対して、近畿エリアでは、湾を囲む比較的狭いエリアにのみ平地があることによると思われる。そのため、近畿エリアでは経済活動力（EV）や指標およびポテンシャルの大きな値の分布が点在しているが、首都圏においては東京都区部に集中し、これにより、地震時のリスクも増大すると考えられる。

4. 東京湾岸域における地震時経済活動力評価

前節において通常時の経済活動力評価を示したが、本節では東京湾岸域の地震時における危険度の評価を行う。この地震危険度評価は、地震によ

図14 東京湾岸域ポテンシャル分布

図16 東京湾岸域指標分布

図15 近畿エリアポテンシャル分布

図17 近畿エリア指標分布

図18 地表面最大速度分布（想定区部直下地震）

図20 ΔEV （想定区部直下地震）

図21 EV低下率（想定区部直下地震）

図19 地表面最大速度分布（想定南関東地震）

図22 ΔEV （想定南関東地震）

図23 EV低下率（想定南関東地震）

図24 ΔEV （兵庫県南部地震）

図25 EV低下率（兵庫県南部地震）

り被害を受けた状況での経済活動力が通常時のそれよりもどの程度低下するかによってその危険度を評価するものである。

4.1 地震被害想定

東京湾岸域における地震時の経済活動力評価を行うにあたり、まず被害想定を行う。本報の被害想定は基本的に、旧国土庁防災局（現内閣府防災担当）が作成した地震被害想定支援マニュアル⁴⁾の手法にしたがっている。これは、現在多くの自治体の防災計画立案の基礎となっている被害想定が行政境界の範囲のみを対象とし、隣合う自治体の被害を想定した広域的な支援計画の作成等には不都合なものであるため、旧国土庁が、地方公共団体における被害想定の実施を支援するため、広域的な被害想定を簡便に行えるようこのマニュアルを公開しているものであり、本報ではこれを用いることとした。このツールでは、震源距離との相関関係から基準地盤最大速度を算定し、地形分類による増幅を考慮して地表面最大速度を求めている。また、地表面最大加速度は、地表面最大速度との相関により算定されている。本報では、このマニュアルにしたがい想定南関東地震および想定区部直下地震（東京都想定⁵⁾）の2つの地震を想定し、これらによる地表面最大速度、加速度の算定を行った。

このようにして求めた2パターンの地表面速度、地表面加速度を用いて、建物被害と人的被害を予測する。建物被害の予測には、速度と被害率の関係を示す林他⁶⁾によるフラジリティ曲線を用いる。なお、この関係式を用いる際には、生産活動および物流活動関連事業所は工業建物、供給活動関連事業所は商業建物として各係数を定めた。人的被害に関しては被害想定支援マニュアルに則り、負傷者数に関しては呂・宮野⁷⁾による地表面最大加速度と負傷者発生率の関係式より、死者発生率については兵庫県南部地震による建物全壊率と死者発生率の関係式⁴⁾より推定した。

本研究が提案している経済活動力による地震危険度評価は、震災時の事業所機能支障および人的支障による経済活動力の低下を計るものである。よって本来なら、建物被害程度、出火・延焼、地盤被害、ライフライン被害などを想定し、産業施設や事業者への影響を評価する必要がある。しかし、出火予測やライフライン支障の予測手法などは、それぞれについて研究がなされているものの、それそのものの評価も複雑であり、したがって本報においても、兵庫県南部地震激震域での実被害を対象として行った第1報における地震時経済活動力評価と同様に、震動による建物被害と人的被害を考慮した評価手法を用いている。以上のことから、本報においては火災に起因する被害を考慮していないため、住宅街などにおいて評価が過小評価となり、また、建物属性（超高層など）も、特別に考慮していないため、都心では逆に過大評価となっている可能性がある。これにより、経済活動の影響力が大きい地域において過大評価の可能性があり、今後はこれらの問題点を考慮した被害予測手法の研究も重要な課題である。

4.2 地震時経済活動力評価

以上の定義に基づき算定された被害想定結果を用い、東京湾岸域の地震時経済活動力評価を行った。その結果を図18～図25に示す。図18と図19には2つの想定地震による推定地表面最大速度分布を示す。また、図20と図22にはそれぞれに想定地震による経済活動力の低下（以下 ΔEV ）を、また図21と図23には $\Delta EV/EV$ （以下 EV 低下率）を示す。

図20と図22をみると、想定区部直下地震および想定南関東地震ともに地表面速度の大きい地域で、その経済活動力の低下も大きくなっている。しかし、図21と図23をみると、このエリアで大きな通常時経済活動力を持つ東京都区部が被災することにより、その周辺地域へも大きな影響があることが示されている。

同様に、図24と図25には1995年兵庫県南部地震による近畿エリアの実被害に基づいた ΔEV 評価結果を示す。これは前節の通常時経済活動力評価と同様に、第1報で示した大阪湾岸域の評価を、近畿エリアを対象として算定しなおしたものである。図25によれば、神戸市に被害が集中していることがわかるが、さらに EV 低下率でみると、淡路島北部から神戸市、芦屋市、西宮市などの地域でも、この震災による影響の大きかったことが示されている。

図14～図17に示したポテンシャルおよび指標分布からみてとれるように、東京圏における想定地震では経済活動の集中している東京都区部およびその周辺地域が被災するが、兵庫県南部地震においては、この地域にいくつかある経済活動の集中している地域のうちのひとつが被災したが、周辺地域への役割の分散により、東京湾岸域の ΔEV と比較した場合、近畿エリアの ΔEV が小さく評価されたことの一因と考えられる。

なお、参考として、兵庫県南部地震での実被害データを用いた地震時経済活動力評価により求めた ΔEV と、被災地域の各自治体が発表した被害額との関係には、図26に示すような傾向が見られる。因みに、仮にこの傾向に直線関係を仮定し、2つの想定地震による東京湾岸域の ΔEV から被害額を推定すれば表2に示す額となり、想定区部直下地震では約130兆円、また想定南関東地震では約320兆円の被害額が見込まれることとなる。

5. 既往の被害想定との比較—東京都想定（区部直下）との比較—

本報での評価結果を検討するにあたり、東京都が行った想定区部直下地震の被害想定結果との比較を試みる。東京都被害想定は、震

図26 ΔEV —被害額相関（1995 兵庫県南部地震による）

表2 東京湾岸域における被害推計額

	想定区部直下地震		想定南関東地震	
	ΔEV	推計被害額	ΔEV	推計被害額
東京都	2263	107.1 兆円	5153	243.9 兆円
千葉	237	11.2	541	25.6
神奈川	154	7.3	869	41.1
埼玉	102	4.8	252	11.9
千葉市	10	0.5 兆円	28	1.4 兆円
東京都区部	2240	106.4	5073	240.5
横浜市	26	1.2	116	5.5
川崎市	39	1.9	117	5.5

図 27 地表面最大速度比較

図 28 東京都ΔEVと東京都想定比較

図 29 東京都ΔEV (東京都被害想定に基づく) と東京都想定比較

源を設定し、距離減衰式により地動速度および地動加速度を算定し、それを基に様々な被害想定を行っている。東京都が、想定区部直下地震被害想定に用いている地表面最大速度分布と、本報での想定区部直下地震時に算定されたそれを図 27 に比較して示す。どちらも震源からの距離減衰式を用いているため、高い相関を示しているが、本報の評価の方が 20%程度大きな値となっている。これは、用いている距離減衰式の違いに加え、東京都の評価は 500m メッシュで行われており、値がメッシュ内で平均化されていることも一因として考えられる。

東京都の想定では、教育、医療への支障や、帰宅困難者数など、社会生活上の被害も多く想定されているが、経済活動に直接関わるような被害を想定したものは見受けられない。そこで、図 28 に示すように、横軸に東京都建物被害想定結果（震動による被害に火災による被害を加えたもの）、縦軸に人的被害（建物被害によるものに火災による被害を加えたもの）をとり、円の大きさをΔEVを示した。なお、それぞれの図中に千代田区、世田谷区および江戸川区のΔEVを太い円で示す。この図では、縦軸、横軸ともに増加するほど、建物被害および人的被害が甚大であることをあらわしているが、ΔEVを表す円の大きさは、縦軸、横軸の傾向とは異なっており、人的被害および建物被害は比較的軽微と判断されている原点に近いエリアでも、円は大きく、その経済活動力の低下（ΔEV）は大きく評価さ

れている。

また、図 29 には東京都地震被害想定結果を用いて算定したΔEVと、東京都被害想定結果を比較して示す。この図は、4 節では評価されていなかった火災による建物および人的被害をも含んだΔEVと、東京都被害想定結果との比較を示すが、図 29 に見られる傾向は図 28 のそれと変わりなく、やはり従来の想定結果とは異なる危険度が示されている。以上のことより、従来の被害想定では得られなかった新たな危険度が示されているものといえる。

6. 結語

東京湾岸域経済活動力評価を行い、以下の結論を得た。

- 1) 経済活動力評価の他地域への適用に関しその一般性の検証を行い、評価手法の妥当性を確認した。また、通常時および地震時を対象とした東京湾岸域における経済活動力を評価し、通常時のそれとの比較によりこのエリアの地震危険度を評価した。
- 2) 東京湾岸域での地震危険度が、震度分布のみによらず、評価地域内の相互関係までもを含めて検討することにより、直接的な被害に加えて、経済的に依存度の大きい地域が被災することによる影響を評価した。これにより、経済活動力評価の有用性を示した。
- 3) 既存の地震被害想定として、東京都地域防災計画で示されている被害予測との比較を行い、従来の被害予測からでは示されていない新たな地震危険度評価結果を示した。

なお、本研究の一部は平成 12 年度科学研究費補助金（課題番号 11680472）によっている。

使用データ

- ・国土地理院数値地図 2500, (財) 日本地図センター
- ・国土地理院数値地図 20000, (財) 日本地図センター
- ・JMC マップ, (財) 日本地図センター
- ・平成 7 年産業連関表-速報, 総務庁, 1998.9
- ・平成 9 年度貨物地域流動調査, 運輸省運輸政策局情報管理部, 1999.3
- ・2001 統計で見る市区町村のすがた, 総務庁統計局, 2000.10
- ・平成 7 年国勢調査町丁・字別集計その 2, (財) 統計情報研究開発センター
- ・平成 3 年事業所統計調査町丁・大字別集計, (財) 統計情報研究開発センター
- ・平成 8 年事業所統計調査町丁・大字別集計, (財) 統計情報研究開発センター
- ・平成 6 年商業統計-流通経路別統計編, (財) 通商産業調査会
- ・通商産業省編 商業統計地域情報, (財) 通商産業調査会
- ・民力 CD-ROM1999, 朝日新聞社, 1999.10
- ・平成 7 年国勢調査町丁・字別集計その 1, (財) 統計情報研究開発センター

参考文献

- 1) 田邊功一・長橋純男：地域活動力を用いた地震危険度評価に関する研究 その 1 経済活動力評価手法の提案及び兵庫県南部地震激震域を対象とした評価検証, 日本建築学会構造系論文集, 第 543 号, pp.183-190, 2001.5
- 2) 総務庁統計局：第 50 回日本統計年鑑 2001, 日本統計協会・毎日新聞社 2000.10
- 3) 佐伯琢磨・坪川博彰・汐見勝彦：兵庫県南部地震以後の自治体の地震被害想定に関する調査, 地域安全学会論文集, 第 1 号, pp.165-172, 1999.11
- 4) 田村栄一・高見真二・石原見彦・岡田和生：地震被害想定支援マニュアルの開発, 地域安全学会論文報告集, No.7, pp.72-77, 1997.11
地震被害想定支援マニュアル, 1997
<http://www.bousai.go.jp/manual/tool/tool.html> (改定作業中のため休止中)
- 5) 東京都防災会議：東京都地域防災計画震災編(平成 10 年修正), 東京都, 1998.10
- 6) 林康裕・宮越純一・田村和夫：1995 年兵庫県南部地震の建物被害に基づく最大地動速度分布に関する考察, 日本建築学会構造系論文集, 第 502 号, pp.61-68, 1997.12
- 7) 呂仲侯・宮野道雄：地震時の人的被害と地動加速度の関係に関する検討, 自然災害科学, 14-2, pp.161-170, 1995.10

(2001年 3 月 9 日原稿受理, 2001年 9 月 5 日採用決定)