



大災害における経済的被害の迅速な推定方法に関する覚書

林 万平*

mampe@hayashiland.com

要 約

2011 年 3 月 11 日発生したマグニチュード 9.0 の東北地方太平洋沖大地震は、直後に発生した津波とあいまって、北海道から神奈川県に至る広大な地域に甚大な被害をもたらした。このような大災害にあっては、人的被害と並んで、復興計画の基礎となるべき直接被害の迅速な推定が求められる。しかし、被災地域の広大さ、津波によって市町村の 90 パーセントが流失した自治体もある中、現場からの被害の積み上げによる推定方式は迅速性に欠ける。

そこで、われわれは、最も速報性の高い人的被害と県別データなどのマクロ指標から、統計的にストック被害の大きさを推定する方法を試みた。われわれが用いた 4 つのモデルはいずれも 4.4 兆円から 5.0 兆円の中の推定値を与えたが、われわれはそのうち信頼性の高い 2 つのモデルを採用し、それらが共に示した 4.4 兆円をもって、東日本大震災の直接被害額の推定値とした。これは内閣府が 3 月 23 日に発表した経済被害推定の 1.8 倍に達する大きさである。今後も予想される大災害に備えて、こうした迅速な経済被害の推定方法の確立が急がれる。

研究調査本部ワーキングペーパーは、当研究所の研究成果を速報し、広く社会に問題提起するために公表しています。未定稿ですので、著者の承諾なく引用することはお控えください。また、本稿に示された意見はすべて著者個人のものであり、著者が所属する組織のものではないことにご注意ください。

公益財団法人ひょうご震災記念 21 世紀研究機構
研究調査本部

* 元ひょうご震災記念 21 世紀研究機構研究員・甲南大学講師



HEMRI Working Paper WP-2011-001

April 19, 2011

A Note on Quick Estimation Methods of Economic Damages Caused by the Great East Japan Earthquake

Mampei Hayashi*

mampei@hayashiland.com

Abstract

The 3.11 Tohoku Region Pacific Coast Earthquake with magnitude 9.0 and tsunami brought a huge devastation to the area stretching over 500 kilometers north and south in East Japan. In any disaster, a quick assessment of economic damages is absolutely necessary, for that will constitute the basis for recovery planning and fiscal budgeting to follow. However, in the case of a disaster of this scale, estimation by on-site survey is too time-consuming, if not totally impossible.

Thus we have tried to estimate the economic damages statistically by using the number of fatalities, which is reported quickly by the National Police Agency, and economic statistics of the affected areas. We found that the four models we used all gave the estimation between 44 trillion and 50 trillion yen. We decided to adopt the two models that were more dependable than others and estimated that the economic damages caused by the Great East Japan earthquake came to 44 trillion yen, which is 1.8 times that the Cabinet Office published on March 23.

We urge that some quick estimation method such as ours be developed, which can better assist recovery planning for the victims, affected localities, and the national government.

* Former researcher at Hyogo Earthquake Memorial Research Institute (HEMRI), currently a lecturer at Konan University..

大災害における経済的被害の迅速な推定方法に関する覚書

林 万平

1. はじめに

東日本大震災のような大災害時には、人命救助、避難場所の確保、被災者の生活再建、がれきの撤去、仮設住宅の建設といった「応急対応」措置と並んで、経済被害額の迅速な推定が不可欠となる。過去の大災害時にも、行政が認知した経済被害額が、その後の復旧・復興財政の基盤となって大きな役割を果たした。したがって、発災後早期の正確な被害額推定は極めて重要な作業となるが、その方法論はいまだ確立していない。

1995年1月17日に起こった阪神・淡路大震災では、発災の翌日には「兵庫県南部地震緊急被害調査団」が結成され、500メートル四方のメッシュ内のストック損壊を担当調査員が目視で確認し、その報告を積み上げる方法で直接被害推定が行われた。その結果集計された直接被害は、発災後2ヶ月半の4月5日時点で、表のようにとりまとめられた¹。

表1 阪神・淡路大震災の被害総額

項 目	被 害 額
建築物	約 5兆8,000億円
鉄道	約 3,439億円
高速道路	約 5,500億円
公共土木施設(高速道路を除く)	約 2,961億円
港湾	約 1兆円
埋立地	約 64億円
文教施設	約 3,352億円
農林水産関係	約 1,181億円
保健医療・福祉関係施設	約 1,733億円
破棄物処理、し尿処理施設	約 44億円
水道施設	約 541億円
ガス・電気	約 4,200億円
通信・放送施設	約 1,202億円
商工関係	約 6,300億円
その他の公共施設等	約 751億円
合 計	約 9兆9,268億円

この被害推定額は、その後5年目、および10年目の検証においても、ほぼ正確だったことが確認された。大災害だったとはいえ、阪神・淡路大震災の被災地は兵庫県と大阪府の一部地域に限定されていたため、人海戦術による目視で、被災額を推定することが可能であった。

しかしながら、2011年3月11日に発生した東日本大震災はマグニチュード9.0の大地震と大津波、さらにそれらに誘発された福島県の原子力発電所事故を含む広域巨大複合災害である。被災地域は南北500キロメートルに及び、岩手県の陸前高田市や野田村のように市村域の90%が津波によって流失するなど、地上からの観察によって被害状況を把握することは、不可能ではないにしても大きな時間がかかる。

そうすると、いち早く経済被害額を知るためには、何らかの仮定に基づいた統計的推定方法を採用しか方法はない。内閣府は、東日本大震災発災後12日目の3月23日、「東北地方太平洋沖地震のマクロ経済的影響の分析」を関係閣僚会議震災対応特別会合に資料として提出した²。それによれば、被災地全域のストックの毀損額は16兆円から25兆円と推定されている。

内閣府の推定は、建築物、電気・ガス・水道、道路・港湾・空港等、都市公園等の社会資本ストックについて、被災地ごとに損壊率を推定して掛け合わせ、それらを合計して得られたものである。しかしながら、損壊率の推定値は「阪神・淡路大震災の2倍程度」あるいは「建築物については津波の被害を特に大きいと想定」するなど、速報性を求めて厳密性を犠牲にした方法をとっている。

他方、自然災害による経済被害の推定についてはこれまでもいくつかの研究が報告されている。高橋・安藤・文（1997）は阪神・淡路大震災による経済被害を推定し、電力中央研究所の山野・梶谷・珠牟田（2005）は経済メッシュデータ、地域間産業連関表などを用いて、きめ細かく推定する方法を提唱している。また、佐藤・小黒（2010）は首都直下型大地震を想定した経済被害を推定している。しかしながら、それぞれのモデルは方法論的には厳密性を追究しているが、データが揃わない段階での緊急時の速報性には欠けるうらみがある。

そこで以下では、主として復興財政規模の基礎となるデータの取得を目的として、自然災害発生後、迅速に被災地全体の経済被害を推定する方法を提示することにしたい。

2. 人的被害と経済被害（全国データ）

自然災害発生後、最も迅速に発表されるデータの1つは、死者・行方不明者数という人的被害の大きさである。このデータ自身、被害状況が判明するにつれて時々刻々と変化していき、最終的な数値は発災後3カ月あるいは1年たっても確定しないことがある。それでも、災害の大きさを知る上で、また、以下に述べるように経済被害の推定を行う上で、最も重要なデータである。

さて、われわれはまず、『消防白書』に収録されている1995年（阪神・淡路大震災を含む）から2009年までの都道府県別自然災害のデータを用い、過去15年間の自然災害による人的被害と経済被害の関係について第(1)式を推定した。都道県の経済水準や地理的特徴は簡単にダミー変数でとらえることにした。

$$D = \alpha + \beta * F + \sum_{i=1}^{47} \gamma_i * d_i \quad (1)$$

ただし、Dは直接的経済被害額（千円）、Fは死者・行方不明者（人）、 d_i は第i都道県を1とし、それ以外の都道県をゼロとするダミー変数である³。これを以下では第1モデルと呼ぶことにしよう。

推定の結果は表1のとおりであった。

表1-1 第(1)式の推定結果

係数	推定値	t-値
α	11,300,000	2.68
β	1,580,000	413.44

$$R^2 = 0.996$$

ただし、ダミー変数の係数および(t-値)は、表2のとおりである。

表1-2 都道府県ダミー

	係数	t-値
北海道	8,905,925	1.22
青森	496,000	0.07
岩手	15,100,000	2.06
秋田	-10,000,000	-1.37
山形	-9,237,901	-1.26
福島	4,619,545	0.63

茨城	-9,344,757	-1.28
栃木	16,066	0
群馬	-4,675,076	-0.64
埼玉	-9,865,358	-1.35
千葉	-9,516,529	-1.3
東京	-9,781,861	-1.34
神奈川	-13,800,000	-1.89
新潟	24,500,000	3.34
富山	-6,333,684	-0.86
石川	-81,762	-0.01
福井	-10,200,000	-1.39
山梨	-8,557,023	-1.17
長野	1,300,392	0.18
岐阜	5,900,000	0.81
静岡	-2,577,562	-0.35
愛知	5,089,272	0.69
三重	-4,362,434	-0.6
滋賀	-11,400,000	-1.55
京都	-5,403,896	-0.74
大阪	-6,627,771	-0.86
兵庫	-8,428,451	-1.12
奈良	-6,627,874	-0.9
和歌山	-3,399,415	-0.46
鳥取	-5,497,824	-0.75
島根	-3,577,000	-0.49
岡山	-4,852,406	-0.66
広島	-2,887,187	-0.39
山口	-7,410,156	-1.01
徳島	-5,209,267	-0.71
香川	-10,200,000	-1.39
愛媛	8,020,000	1.09
高知	447,400	0.06
福岡	—	—
佐賀	-4,779,638	-0.65
長崎	-1,415,582	-0.19

熊本	9,070,000	1.24
大分	1,389,769	0.19
宮崎	8,270,000	1.13
鹿児島	11,800,000	1.62
沖縄	-8,543,896	-1.17

この結果を用いて東日本大震災の各県の被害額を推定してみると表2のような結果が得られた。ただし、表中の人的被害は2011年4月19日現在の警察庁発表の数字である。

表1-3 東日本大震災の推定経済被害額1

都道府県	人的被害(人)	推定経済被害
北海道	1	218 億円
青森県	4	181 億円
岩手県	7,863	12 兆 4,561 億円
宮城県	16,184	25 兆 5,947 億円
山形県	2	52 億円
福島県	3,528	5 兆 5,929 億円
茨城県	24	398 億円
栃木県	4	176 億円
群馬県	1	82 億円
千葉県	20	334 億円
東京都	7	126 億円
神奈川県	4	38 億円
合計	27,642	43 兆 8,042 億円

この推定によると、経済被害が大きいのは宮城県の25兆円、岩手県の13兆円、福島県の5兆円であり、被災地全体の経済被害額は内閣府の推定の1.7倍、43兆円に達している。

3. 被災地だけを対象にした分析

次に、今回の被災都道府県だけを対象にして、同様な分析を試みた。これを第2モデルと呼ぶことにする。使用したデータは1995年から2009年までの自然災害の被害データである。得られた結果は表2-1のとおりである。

表 2 - 1 被災地のみを対象にしたケース

	推定値	t-値
α	15,200,000	3.29
β	1,794,659	5.01

$$R^2 = 0.297$$

表 2 - 2 ダミー変数

都道県	推定値	t-値
北海道	3,290,000	0.5
青森	-4,294,889	-0.67
岩手	10,800,000	1.7
山形	-14,400,000	-2.23
福島	185,297	0.03
茨城	-13,500,000	-2.11
栃木	-4,033,210	-0.63
群馬	-8,781,385	-1.38
千葉	-13,700,000	-2.15
東京	-13,800,000	-2.16
神奈川	-18,100,000	-2.84

この推定ではデータに阪神・淡路のケースが含まれず、決定係数も悪い。この推定を用いて被害金額を推定すると表 2 - 3 となった。

表 2 - 3 経済被害の推定 2

北海道	1	203 億円
青森	4	181 億円
岩手	7,863	14 兆 1,374 億円
宮城	16,184	29 兆 0,600 億円
山形	2	44 億円
福島	3,528	6 兆 3,469 億円
茨城	24	448 億円
栃木	4	183 億円
群馬	1	82 億円

千葉	20	374 億円
東京	7	140 億円
神奈川	4	43 億円
合計	27,642	49 兆 7,140 億円

総額 50 兆円という被害額は、先の推定よりも大きくなっている。

4. 災害データの分析

以上のモデルは、都道府県の特徴をダミー変数で処理しているに過ぎず、それぞれの都道府県の経済的特性は考慮に入られていない。さらに、多くの都道府県において自然災害による人的被害がゼロという年がある。そこで次に、CRED の基準に従って、「災害」を死者・行方不明者 10 人以上と限定してみる。これまでの消防白書のデータベースの中から、10 人以上の人的被害が記録されている都道府県・年だけを抜き出し、そのデータを用いて次のような関係式を想定し、これを第 3 モデルと呼ぶ。

$$D = \alpha + \beta * F + \gamma * Y \quad (2)$$

ただし、D と F は第(1)式と同様それぞれ経済被害額と人的被害であり、Y は 4 年前の名目都道府県 GDP である。Y のデータには国民経済計算の名目都道府県総支出を用いた。4 年前のデータを用いたのは、新しい災害の被害額推定時には、GDP は 4 年前までの年度のデータしか得られないためである。

ここで都道府県 GDP の影響はア・プリオリには不確定であることに注意しておく。なぜなら、一方で GDP が高い都道府県は経済ストックや社会資本ストックも大きく、それらの損壊による経済被害も大きいと考えられるが、他方で、GDP が高い都道府県では、高い防災機能を備えた都市部も広く、経済被害は低く抑えられる傾向があるかもしれないからである。

結果は次のようであった。

表 3-1 第(2)式の推定結果

係数	推定値	t-値
α	8,617,251	0.523
β	1,576,466	149.3
γ	1.3413	1.03

$$R^2 = 0.998$$

結局、GDPの係数は正となった。したがって、一人当たりGDP高い都道府県は、人的被害が同程度であれば、GDPが低い県よりも、経済被害は大きくなことが立証された。

第3モデルによって被災都道府県の経済被害を推定した結果が表3-2である。興味深いことに表3-2と先の表1-3の結果は酷似している。このことは、人的被害のみを根拠として経済被害を推定する第1モデルの優位性を示している。なぜなら、第1モデルは第3モデルよりも考慮すべき変数が少なく、それだけ緊急時の迅速な被害推計には便利だからである。

表3-2 東日本大震災の推定経済被害額3

	人的被害(人)	GDP(百万円)	推定被害
北海道	1	18,458,430	350 億円
青森	4	4,570,246	211 億円
岩手	7863	4,544,443	12 兆 5,555 億円
宮城	16184	8,285,510	25 兆 6,121 億円
山形	2	4,208,671	174 億円
福島	3528	7,883,359	5 兆 5,810 億円
茨城	24	11,577,898	620 億円
栃木	4	8,268,453	260 億円
群馬	1	7,498,211	203 億円
千葉	20	19,650,939	665 億円
東京	7	92,300,479	1,4345 億円
神奈川	4	31,960,343	578 億円
合計	27,642		43 兆 9,741 億円

5. 巨大災害の比較

最後に、今時の大災害を過去の大災害と比較してみよう。明治以降わが国は、表4のように、死者1千名以上の大規模自然災害に17回遭遇している。しかし、そのほとんどについては経済被害のデータが残っていない。

表4 日本を襲った大災害

年	災害名	人的被害(人)
1891	濃尾地震	7,273

1896	明治三陸地震津波	22,000
1923	関東大震災	105,000
1927	北丹後地震	2,925
1933	昭和三陸地震津波	3,064
1943	鳥取地震	1,083
1944	東南海地震	1,251
1945	三河地震	2,306
1945	枕崎台風	3,756
1946	南海地震	1,443
1947	カスリーン台風	1,930
1948	福井地震	3,769
1953	大雨	1,013
1953	南紀豪雨	1,124
1954	洞爺丸台風	1,761
1958	狩野川台風	1,269
1959	伊勢湾台風	5,098
1995	阪神・淡路大震災	6,437

出所：平成22年版『防災白書』より

そこでわずかにデータが残っている関東大震災、福井地震、伊勢湾台風、阪神・淡路大震災について被害状況をまとめると、次のようであった。ただし、経済被害のデータは、関東大震災については東京市編纂『震災に因る日本の損失』（1925）、伊勢湾台風については伊勢湾台風50年委員会資料、福井地震の経済被害については関西ライフライン研究会編『明治以降関西地域の地震と被害』（1995）に社会資本の被害額のみ記載があるため、民間の建造物等を含めた総被害額はインフラ被害の2.5倍と推定した。

また、直接被害は災害当時の名目実額と、災害前年度のGDP比（関東大震災はGNP比）を示しておいた。こうした4件の巨大災害について、直接被害額の対GDP比を人的被害で回帰したところ、第(3)式が得られた。

$$\begin{aligned} \text{経済被害の対GDP比} &= 0.823 + 0.00033 * \text{人的被害} & (3) \\ R^2 &= 0.99 & (15.5) \end{aligned}$$

表5 巨大災害

大災害	人的被害(人)	直接被害額 (対 GDP 比)
関東大震災 (1923 年)	105,000	55 億円 (35.3%)
福井地震 (1948 年)	3,769	107.5 億円 (0.8%)
伊勢湾台風 (1959 年)	5,098	5,512 億円 (4.6%)
阪神・淡路大震災 (1995 年)	6,437	10 兆円 (2.1%)
東日本大震災 (2011 年)	27,000 超 (4 月 9 日現在)	

データが少ないため、この推定の統計的有意性については疑問が残るが、この推定式を用いて東日本大震災の経済被害を推定してみると、それは GDP の 9.9 パーセントとなる。2010 年の GDP が 479.2 兆円だったことから、このことは、東日本大震災の経済被害は総額 47 兆円と推定されることを意味している。

6. おわりに

われわれが試した簡便な推定方法によれば、日本大震災の直接被害額は、発災後 40 日を経た段階で、第 1 モデルから第 4 モデルまでのすべてが 44 兆円から 50 兆円であることを示唆している。そのうち、第 2 モデルはデータへのフィットに問題があり、第 4 モデルは観測数が少ないという問題があるため、第 1 モデルと第 3 モデルが同じ推定値を与えた 44 兆円という金額を、われわれの暫定的な経済被害推定としておこう。これは 3 月 23 日の内閣府発表の 1.8 倍に達する金額である。そのことを前提に、政府および被災自治体は復興計画および復興予算を構想しなければならない。

最後に、残された課題を整理しておく。本稿を通じて「経済被害」とは資本ストックの滅失を意味する直接被害を意味していた。また、ここで取り上げたのは震災と津波による被害推定のみであり、原子力発電所事故の結果、廃炉等に至った場合の被害は計算に入っていない。その影響も考慮に入れた巨大災害の迅速な経済被害推定方法の確立は今後の課題である。

また、震災の経済被害は、土木工学や都市計画の専門家から成る調査団による現場検証の積み上げを通じて最終的には査定されるべきである。そのとき、われわれの「迅速な推定」が支持されるかどうかは、実際の調査団の調査結果を待たなければならない。仮に、そのような調査結果とわれわれの迅速な推定との誤差が少なければ、われわれの第1モデルのような推定方法は、非常時における迅速な推定方法として意味を持つことになる。

さらに、災害による経済活動の停滞、生産能力の低下などを含む「間接被害」については、稿を改めて論じなければならない。ひとまずここでは、直接被害額44兆円を推定した根拠を示し、東日本大震災の被害は巨大であることに注意を促しておきたい。しかしながら、同時に、災害によって失われた国富44兆円は、わが国の非金融資産総額2,446兆円の1.8パーセント、金融資産を加えた国富2,712兆円の1.6パーセントであることにも留意すべきである。それは決して克服不可能な大きさではない。

参考文献

- 貝原俊民（1995）『大震災100日の記録』ぎょうせい
- 高橋顕博・安藤朝夫・文世一（1997）「阪神・淡路大震災による経済被害推計」『土木計画学研究・論文集』14、pp.149-156
- 外谷秀樹（2009）「防災政策による災害被害の軽減効果：都道府県別データを用いたパネル分析」『経済学的視点を導入した災害政策体系のあり方に関する 研究報告』内閣府経済社会総合研究所、pp.67-89
- 内閣府（2011）「東北地方太平洋沖地震のマクロ経済的影響の分析」月例経済報告等に関する関係閣僚会議、震災対応特別会合資料
- 山野紀彦・梶谷義雄・珠牟田善治（2005）「自然災害による経済被害推定モデルの開発－経済メッシュデータと地域間産業連関モデルを用いた被害推定－」『電力経済研究』No.53、4月号、pp.11-20

¹ 貝原俊民（1995）、p.266

² 内閣府（2011）http://www5.cao.go.jp/keizai3/pref_model.html

³ 実際には岩手県をベースとし、それ以外の都道府県をダミー変数で表した。