

東海・東南海・南海地震の時間差発生のために生じる損失に関する基礎的検討*

A study of the Economic Loss based on the Time Lag Occurring of Tokai, Tonankai and Nankai Earthquakes*

照本清峰**・紅谷昇平***・鈴木進吾****

By Kiyomine TERUMOTO**, Shohei BENIYA*** and Shingo SUZUKI****

1. はじめに

東海・東南海・南海地震は歴史的に繰り返し発生しており、今世紀前半に発生する可能性が極めて高い海溝型地震である(表-1)。またひとたび発生すれば広域にわたって多大な被害をもたらすことが懸念されている(図-1)。この東海・東南海・南海地震は、連動性を有する特徴のあることが知られている。次回の地震発生時においては同時に発生する可能性だけでなく、それぞれの地震が時間差をもって発生する可能性がある。もし各地震が個別に発生するとした場合、ひとつの地震が発生した後は次の地震の発生可能性がそれ以前と比較して急激に高まることになる。これは連動性を有するための特徴である。本論では、東海・東南海・南海地震が時間差をもって発生する可能性があることに着目する。また東海・東南海・南海地震は様々なセグメントとグルーピングで発生する場合も想定されるが、歴史的に把握されている東海・東南海地震が先に発生し、南海地震が後から発生する場合を想定して以降では論じる。

さて、東海・東南海地震が発生した後にまだ南海地震が発生していない状況を想定した場合、被災した地域では災害対応にあたるとともに、次なる南海地震の被災想定地域では災害対応の準備を整えなければならない。また東海・東南海地震、南海地震の両方に対して危険性が高い地域では同時に対応していかなければならなくなる。この期間が3日間等の短期間であればよいが、もしそれ以上の長期間になれば、南海地震の被災想定地域で経済活動、社会活動を継続していくためにはいつまでも厳戒態勢をとり続けるわけにもいかない。しかし経済活動、社会活動は何らかの制限された状態が続くことは想定される。

このような状況は、東海地震の危険性に対して大規模地震対策特別措置法に基づく警戒宣言が発令されるような状況とも似ている。ただし、警戒宣言に基づく諸々の制限は最長3日間の期限つきであるが、東海・東南海・南海地震の時間差発生の場合にはそれ以上になる可能性も高く、さらに、すでに広い範囲で被害を受けている状況にあるという違いがある。

東海・東南海・南海地震の時間差発生の問題については、照本他(2007)において基本的な問題の構造が示されるとともに、照本他(2008)ではモデル地域における対策の具体的課題が示されている¹⁾²⁾。しかし損失に関する定量的評価には至っていない。一方で土屋・多々納・岡田(2003)は、東海地震に対する警戒宣言が発令された場合を想定し、交通規制に伴う経済損失を評価している³⁾。また地震後の間接被害については、例えば中野他(2007)において評価方法が検討されている⁴⁾。しかし本論で着目している東海・東南海・南海地震発生による災害の脅威のために生じる間接被害については検討されていない。

そこで本論では、東海・東南海地震と南海地震は時間差をおいて発生する可能性があることを考慮し、東海・東南海地震の発生から南海地震の発生に至る期間に焦点をあて、この期間に生じる課題の中でも特に経済損失の問題に着目し、災害の脅威ゆえに生じる損失について論じる。

以降、2. では時間差発生における経済損失の問題の特性を示すとともに、3. において災害の脅威が長期化した近年の事例を概観しておく。次に現状の東海・東南海・南海地震の危険性にさらされている地域の総生産額を示し、これらをもとに損失額を試算することにより問題の大きさを検討する。

*キーワード：防災計画、計画情報

**正員、博士(都市科学)、人と防災未来センター
(神戸市中央区脇浜海岸通1-5-2、

Tel:078-262-5074、E-mail:terumotok@dri.ne.jp)

***非会員、博士(工学)、人と防災未来センター

****正員、博士(情報学)、京都大学防災研究所

表-1 過去の東海・東南海・南海地震の発生状況

1707年10月28日14時頃	宝永地震(M8.6)
1854年12月23日午前8時頃	安政東海地震(M8.4)
1854年12月24日16時~17時頃	安政南海地震(M8.4)
1944年12月7日13:35	昭和東南海地震(M7.9)
1946年12月21日04:19	昭和南海地震(M8.0)

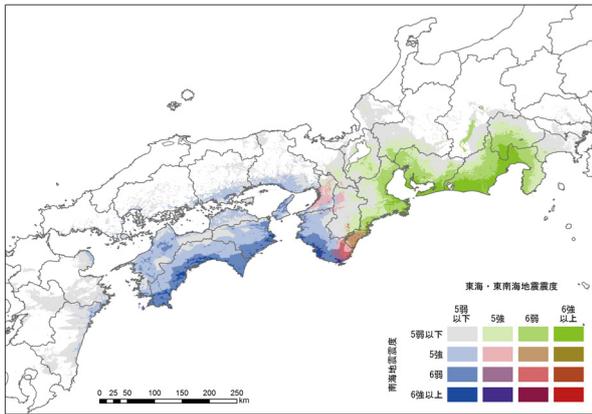


図-1 東海・東南海地震と南海地震の
予測震度階分布図

2. 時間差発生のために生じる経済損失に関する問題の 特性

ここでは、時間差発生による問題の特性について改めて確認しておく。

通常の地震災害の場合、被災した地域では、被害を受けたことにより生産活動の割合は地震発生後に著しく減少する。しかし直後から復旧活動にあたることができ、一定期間を経て地震前の生産量に復帰しようとする事ができる。実質的には地震前の生産量に戻ることができない場合も多くあるが、ここでは簡単のために、地震前の状態に復帰可能だと仮定しておく。これを概念化すると図-2(1)で示されるように、時間 t_0 において地震が発生したとき、生産量は直後には a_1 から b_1 に落ち込むが、その後復旧活動により、 t_0 から t_1 までの一定期間を経て元の状態に戻るようになる。このとき、 (t_0, a_1) 、 (t_0, b_1) 、 (t_2, a_1) で囲まれた部分が生産量の減少に関する損失となる。

一方で連動型の地震を想定した場合において両方の地震で被害を受けると予測される地域では、1 回目の地震発生直後に生産量が低下することは同様であるが、2 回目の地震による災害の脅威がつきまとうため、直後から生産活動を復旧させることは内発的原因によっても外発的原因によっても困難になる。内発的には、さらなる地震によって再度被害を受ける可能性が高いため、生産活動を復帰させることに全力を傾倒しづらという問題であり、外発的には、次なる地震の脅威があるために、被災していない地域からは該当する地域との取引活動を敬遠することにより需要が低下するために生産量が減少するという問題である。また内発的にも外発的にも、何らかの生産活動を行うことによって生命の危険にさらされる可能性が高くなっているために、その活動を行わない指向がはたらくとも考えられる。そのため、図-2(1)より、後発する地震の発生時期を t_1 とした場合、 t_0 か

ら t_1 に至る期間には生産量を完全に復旧することは困難になるか、またはさらに減少していくことも想定される。 t_0 から t_1 に至る期間には、特にその期間が長期化した場合、生産活動に関する様々なジレンマを含みつつ、復旧作業、取引活動が行われていく。そして t_1 において後発する地震である南海地震が発生した後、さらなる被害をうけて生産量は c_1 まで落ち込むが、被害が確定されたことによって復旧活動にのみ傾倒できることになる。この発生期間 t_1-t_0 が例えば 10 年等の超長期になれば別の形態になるであろうが、ここではそこまでは考慮せず、昭和東南海地震と昭和南海地震の発生時間差のようにおよそ 2 年間を目安として考えている。

次に、後発する南海地震によってのみ甚大な被害が生じると予測される地域を想定した場合、図-2(2)より、 t_0 において先発する地震である東海・東南海地震が発生した後、直接的な被害による原因で生産量は低下しないが、直後から後発する地震による被害の危険性が急激に高まるため、生産量は低下すると考えられる。これは、内発的には被害の危険が差し迫っているために生産活動を差し控えようとする動きであり、外発的には被災の危険が極めて高い地域との取引活動を控えようとする動きである。また南海地震の被災想定地域の場合、期間が長期化すれば、内発的原因よりもむしろ被災想定地域外からの需要が減少する外発的要因によって生産量が低下す

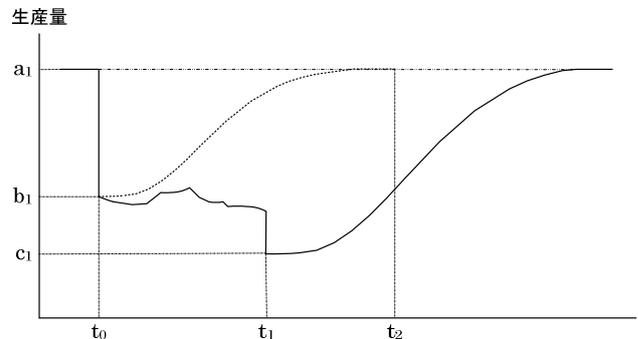


図-2(1) 連動型地震の被害と時間差のために生じる生産
活動の低下(両方の地震で甚大な被害が生じると予測さ
れる地域の場合)

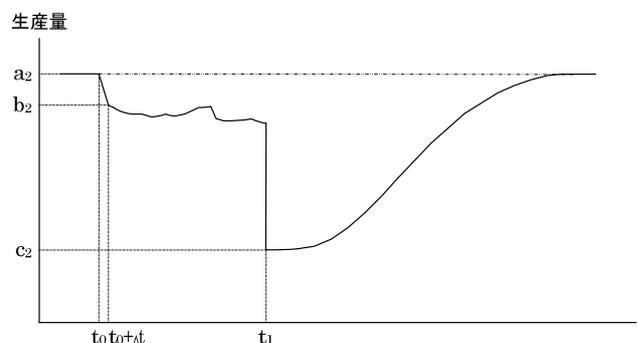


図-2(2) 連動型地震の被害と時間差のために生じる生産
活動の低下(後発する地震によってのみ甚大な被害が生
じると予測される地域の場合)

ることになると考えられる。かくして、地震前の生産量 a_2 から b_2 まで落ち込み、後発する地震が発生する t_1 までの期間、その生産量は落ち込んだままになると想定される。また a_2-b_2 は、災害の脅威の度合いによって大小がある。具体的には、震度 6 弱以上の揺れに見舞われることが予測される地域と 5 強の揺れが予測される地域との差等である。

発生期間 t_0 から t_1 に至る過程の生産量の低下による損失は、いずれの地域においても時間差発生に起因する特有の間接被害である。

3. 災害が長期化した場合における経済損失の事例

ここでは、被害をうけた後も災害の脅威が長期的に連続した事例として雲仙普賢岳噴火災害を取りあげて議論する。

(1) 雲仙普賢岳噴火災害における被害の概要

雲仙普賢岳噴火災害は噴火から終息宣言が出されるまで 5 年以上経過しており、その間、被災する脅威がつきまとっていたことになる。この間、被災した状況があるとともさらなる被害の危険性がある中で地域住民は社会活動・経済活動をおこなうことができなかった。

1990 年 11 月 17 日に火口より噴煙をあげるがまもなく沈静化した後、3 月 25 日より再び噴火が始まり、5 月 15 日には降り積もった火山灰を原因として、大雨により水無川において最初の土石流が発生した。5 月 24 日には最初の火砕流が流下し、次第に火砕流、土石流は頻発し、6 月 3 日に死者・行方不明者あわせて 43 名の人的被害が生じた。その後、1995 年になって沈静化してくるまで断続的に火砕流及び土石流による被害が生じた。

被害状況を表-2 に示す。住家被害 1399 棟、非住家被害 1112 棟であり、最大避難者数は 11012 人 (2990 世帯) であった。また災害が長期化するとともに、火砕流、土石流の影響による直接的な被害のみではなく、間接被害も増大した。表-2 より、産業の直接被害額は 748 億

表-2 雲仙普賢岳噴火災害の概要
(島原市、深江町合計：1996 年 3 月末現在)

項目	被害状況
人的被害	死者・行方不明者 44 名 負傷者 12 名
家屋被害	住家 1399 棟 非住家 1112 棟
警戒区域設定の避難状況	最大 2047 世帯 7208 人
仮設住宅建設戸数と居住者数	最大利用時 1444 戸、5669 人
被害額	直接被害額 約 748 億円 間接被害額 約 1552 億円 (1996 年 3 月時点：島原市、深江町のみ)

円、間接被害額は 1552 億円であるが、このうち商工業間接被害額に着目すると 1537 億 2696 万円 (商工業直接被害額：1681 万円) であり、その多くをしめていることがわかる。

(2) 経済被害の状況

噴火によって具体的な被害が発生した直後の状況をみるために、図-2(1)(2)(3)に噴火災害発生直後の 1991 年 7 月から半年間における各産業の生産額の状況を警戒区域、自主避難区域、その他の区域別に示す。図-3(1)(2)(3)に示した割合は、前年 (1990 年) の同月における生産額を 100%とした場合の各月の生産額の割合を示したものである。また自主避難区域は警戒区域に隣接

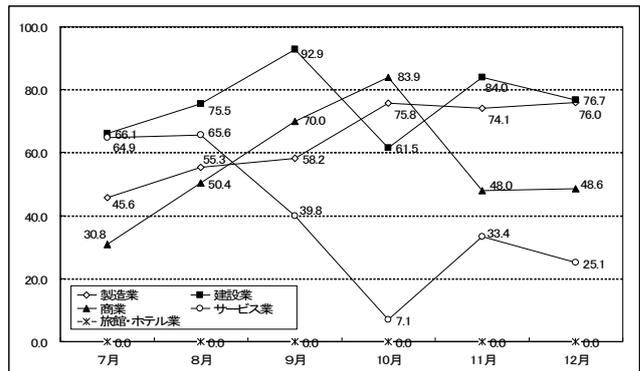


図-3(1) 雲仙普賢岳噴火災害発生後の間接被害の状況 (警戒区域)

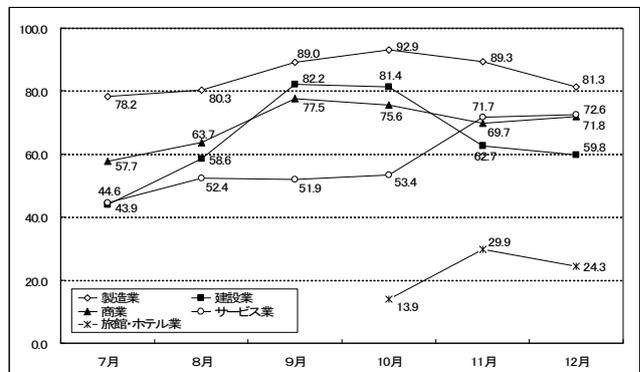


図-3(2) 雲仙普賢岳噴火災害発生後の間接被害の状況 (自主避難区域)

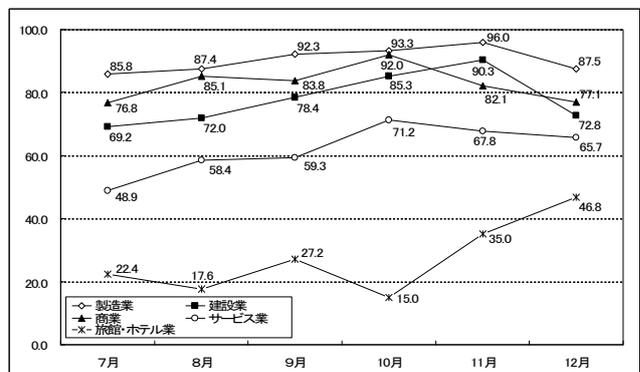


図-3(3) 雲仙普賢岳噴火災害発生後の間接被害の状況 (その他の区域)

する区域のことであり、その他の区域は島原市内の警戒区域及び自主避難区域以外の区域を示している。

図-3(1)より、警戒区域内における旅館・ホテル業については休業状態にあったとともに、サービス業、商業についても甚大な被害を受けていることがわかる。製造業、建設業等の資機材を移転してその他の区域で生産できる業種についても相当の被害がでている。自主避難区域においては、立ち入りは可能な区域ではあるが、図-3(2)より、生産額の減少割合は大きいことがわかる。特に旅館・ホテル業の影響が大きいとともに、その他の各産業においても警戒区域と同様、サービス業、商業を中心に被害をうけている。またその他区域においても、図-3(3)より、旅館・ホテル業の生産額の減少は大きいことがわかる。その他の産業についても、自主避難区域よりは減少割合は小さいが、各産業において生産額が減少していることがわかる。

時間の経過とともに間接被害は次第に大きくなってきた。特に観光業を中心として商工業関係における損失は甚大であり、直接被害と比較して間接被害の大きいことが長期化したこの災害の特徴の一つであった。

4. 被災想定地域の経済規模と災害の脅威による損失の試算

(1) 被災想定地域の経済規模

これまで示した問題が実際にどの程度の規模の問題かを把握するために、ここではまず、被災想定地域における経済規模を算出する。図-4 に生産額の算出フローを示す。

各地域の生産額は、東海・東南海地震と南海地震の予測震度階別に算出する。使用したデータは、県民経済計算年報（名目：2005 年度）、事業所企業統計調査（2006 年度調査結果）地域メッシュデータの産業分類別従業員数、及びハザードのデータとして、中央防災会

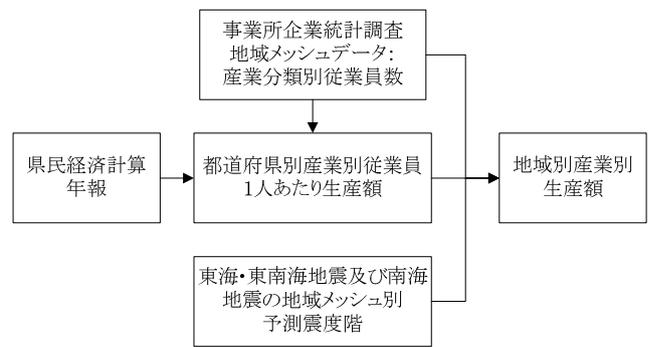


図 4 予測震度階別生産額の算出方法

議「東海地震に関する専門調査会」、「東海地震対策専門調査会」、「東南海、南海地震等に関する専門調査会」において検討された想定東海地震、東南海・南海地震に関する震度データを使用した⁶⁾。

また事業所企業統計調査データには農林水産業は含まれていないため、算出される生産額はこれらの産業の生産額を除外した生産額となる。

算出にあたっては、はじめに、影響を受ける各府県別の産業別従業員数及び各産業の生産額の関係から 1 人あたりの生産額を算出した。次にその結果をもとに、地域の基準メッシュ（約 1km×1km）別の被害想定結果から得られる予測震度階と各メッシュの産業別従業員数の関係から生産額を産業別に計測した。表-3 に予測震度階別総生産額と従業員数の分布を示す。

表-3 より、東海・東南海地震及び南海地震のいずれかで震度 5 強以上の影響を受ける地域の生産額の総計は約 156 兆円である。これは国内の総生産額の約 1/3 をしめていることになり、非常に大きな規模で影響をうけることがわかる。また従業員数も約 1730 万人であり、多くの従業員が被災者になりうる可能性がある。

東海・東南海地震及び南海地震で大きな被害を受けると想定される両方の地震で震度 6 弱以上になる地域に着目すると、この地域の生産額は約 2240 億円である。全体からみれば相対的には小さな規模であるが、地域に

表-3 予測震度階別総生産額と従業員数の分布

		東海・東南海地震予測震度階				計
		5 弱以下	5 強	6 弱	6 強以上	
南海地震予測震度階	5 弱以下	—	378,753 (4,154,799)	305,831 (3,185,854)	180,091 (1,912,949)	864,675 (9,253,602)
	5 強	352,214 (4,073,802)	243,902 (2,770,098)	1,139 (14,186)	946 (10,984)	598,202 (6,869,070)
	6 弱	64,968 (764,624)	5,883 (68,009)	732 (9,692)	1,479 (17,961)	73,062 (860,286)
	6 強以上	23,659 (302,870)	2,640 (31,894)	24.2 (444)	3.6 (84)	26,327 (335,292)
	計	440,841 (5,141,296)	631,178 (7,024,800)	307,726 (3,210,176)	182,519 (1,941,978)	1,562,265 (17,318,250)

単位:億円 ()内:従業員数

としては大きな影響をうけることになる想定される。

対して本論で着目しているもう一つの地域である南海地震のみに影響を受ける地域では、東海・東南海地震の震度 5 強以下かつ南海地震の震度 6 弱以上の地域における総生産額は約 9 兆 7 千億円、東海・東南海地震の震度 5 強以下かつ南海地震の震度 5 強の地域では 97 兆 5 千億円の規模であった。東海・東南海地震の震度 5 強以下かつ南海地震の震度 5 強の地域で総生産額が大きくなるのは、図-1 に示されたように経済規模の大きい大阪平野における多くの地域がここに該当するためである。従業員数でみた場合にもこれらの地域の人数は多くなっている。またこの地域は、予測震度階のみでは表現されない長周期地震動による被害も懸念されている。

(2) 時間差発生間における経済損失額の試算

これまでの結果をもとに、時間差発生のために生じる経済損失を試算する。評価においては、4.1 で算出した地域別産業分類別生産額のデータを用いて計測する。ここでは、東海・東南海地震及び南海地震の両方によって被害をうける地域とともに、南海地震によってのみ被害をうける地域を対象とした。そのため、東海・東南海地震の震度 6 弱以上かつ南海地震の震度 5 強以下の地域は除外している。また、次に示す生産額の減少率の関係から、産業分類の一部を統合した。「製造業など」には、製造業及び鉱業が分類される。また「サービス業など」には、電気・ガス・熱供給・水道業、運輸・通信業、金融・保険業、不動産業、サービス業が分類される。政府サービス系の生産額については、地震発生後にも継続

して活動されると考えられるため、ここでは除外している。

東海・東南海地震発生後の生産量の減少割合については、3 で示した雲仙普賢岳噴火災害における噴火後の間接被害状況をあてはめることにより仮定する。ここでは、①東海・東南海地震及び南海地震の両方の地震によって震度 6 弱以上の影響をうける地域では、被害にあっている中でさらなる被害の脅威がある状況にあると想定されることから図-3(1)で示した警戒区域の割合を用いる。警戒区域では被害にあっている中でさらなる脅威のある状況であったことを理由としている。また②東海・東南海地震の震度 5 強以下かつ南海地震の震度 6 弱以上の地域では、図-3(2)で示された自主避難区域における損失状況の割合を用いた。この地域では、被害をうけてはいないが次なる地震の脅威が差し迫っている状況が想定されるため、雲仙普賢岳噴火災害時において警戒区域の周辺にあった地域と類似する部分があることを理由として仮定した。③東海・東南海地震の震度 5 強以下かつ南海地震の震度 5 強の地域については、図-3(3)で示したその他の区域における間接被害状況を用いて試算した。ここでは、直接的な被害を受けてはいないが状況によっては被害をうける可能性があることと想定されることを理由としている。また減少率の割合は、図-3(1)(2)(3)で示した 6 ヶ月分の各月の産業別の減少割合の平均値を用いた。

上記の生産額の規模及び減少率を用いて損失額を算出するとともに、損失状況から波及される値についても産業連関分析を実施することにより算定する。産業連関

表-4 地域分類別 1 日あたり損失額の試算結果

地域分類	産業分類	生産額	減少率	一次 損失額	波及額	損失額 総計
①東海・東南海 6 弱以上— 南海 6 弱以上地域	製造業など	10.4	35.8%	3.7	6.9	10.6
	建設業	4.5	23.9%	1.1	2.1	3.1
	卸売・小売業	6.6	44.7%	3.0	4.5	7.4
	サービス業など	31.1	60.7%	18.9	29.5	48.4
	宿泊業	1.5	100.0%	1.5	2.2	3.8
②東海・東南海 5 強以下— 南海 6 弱以上地域	製造業など	651	14.8%	96.5	177	273
	建設業	140	35.3%	49.3	95	145
	卸売・小売業	249	30.7%	76.2	115	191
	サービス業など	1,298	42.3%	549	863	1,412
	宿泊業	20.9	77.3%	16.1	23.4	39.5
③東海・東南海 5 強以下— 南海 5 強地域	製造業など	3,581	9.6%	344	631	976
	建設業	795	22.0%	175	338	513
	卸売・小売業	2,431	17.2%	417	631	1,048
	サービス業など	8,157	38.1%	3,110	4,880	7,990
	宿泊業	75.3	72.7%	54.7	109	164
	合計	17,452	—	4,915	7,908	12,824

単位(千万円)

分析は、産業連関表（2005 年度）を用いて各産業分類別に計測した。

経済損失の試算結果を表-4 に示す。表-4 に示される試算結果については、年間の生産額を 365 日で除すことにより 1 日あたりの額に換算して示している。

表-4 より、1 日分の損失額の総計は約 1282 億円であった。地域別にみると、①東海・東南海地震及び南海地震の両方の地震によって震度 6 弱以上の影響をうける地域では約 7 億 3 千万円、②東海・東南海地震の震度 5 強以下かつ南海地震の震度 6 弱以上の地域では約 206 億円、③東海・東南海地震の震度 5 強以下かつ南海地震の震度 5 強の地域では約 1069 億円であり、かなりの経済損失が見込まれることになる。

また発生時間差が長期化することにより例えば半年間になると、この試算結果における経済損失の総計は約 23 兆円になる。東海・東南海・南海地震が同時発生した場合の間接被害は 13~21 兆円と想定されているが、試算結果で示された時間差発生によって生じる部分の経済損失についてはこれを上回る損失状況になると想定された。巨大地震の発生時間差間が長期化すれば、被災想定地域及びそこから波及される損失は多大になりうる可能性がある。

5. おわりに

本論では、東海・東南海・南海地震が時間差をもって発生する可能性があることに着目し、その間に生じる経済損失について検討した。主な研究成果として、時間差発生のために生じる問題をモデル化するとともに、災害の脅威のある状況が長期化した事例をもとに、長期化することにより経済被害が甚大になることを確認した。また想定される被災地域の経済規模を把握するとともに実際の経済損失の大きさを試算した。

東海・東南海地震と南海地震の時間差は、短期間なら災害対応の準備ができるメリットはあるが、長期になればなるほど経済活動の停滞による被害は甚大になると予測される。現在、各企業に対して事業継続計画の取り組みが推進されているが、時間差発生の問題については各企業の対応のみでは限界がある。このため、地域ごと、産業別、また国全体としてこの期間を乗りきるための事業継続計画を検討することも望まれる。

また今後の課題として、経済活動の維持のみではなく、災害の脅威が差し迫るが故に生じる生命を守るための対応と経済活動・社会活動を継続するための両者のバランスを得た施策と制度の枠組みについても検討する必要がある。

参考文献

- 1) 照本清峰他：来たる東海・東南海・南海地震の時間差発生における問題の構造，地域安全学会論文集，No.9, pp.137-146, 2007.
- 2) 照本清峰他：東海・東南海・南海地震の時間差発生のために生じる問題の重大性と対策の必要性，地域安全学会論文集，No.10, pp.416-426, 2008.
- 3) 土屋哲，多々納裕一，岡田憲夫：空間応用一般均衡アプローチによる東海地震の警戒宣言時の交通規制に伴う経済損失の評価，地域安全学会論文集，No.5, pp.319-325, 2003.
- 4) 中野一慶他：2004 年新潟県中越地震における産業部門の経済被害推計に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.24, No.2, pp.289-298, 2007.
- 5) 島原商工会議所：「平成 3 年度雲仙普賢岳災害対応報告書」，1992.
- 6) 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」H.P.
http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai/index_nankai.html