

震前に過剰な労働力、設備があればこれを吸収するという効果もある。また被害を受けなかった地域からの援助等の移入も経済的損害を軽減させる。このように被害地震のマクロ的な経済指標をみる限りにおいては地震の影響がみられないということもありうる。

図-2は地震前後の経済指標の変化を模式的に描いたものである。曲線(C)は地震がなかったと仮定したときの経済指標の変化である。曲線(A)は経済が地震後も地震前と同じ構造を保持すると仮定したときの経済指標の変化である。ここで地震時における曲線の落ち込みは地震の諸元、施設の耐震性、地域の経済構造によって決定される。一方現実の経済指標は図中の曲線(B)のように損害が緩和されるような経過をたどることが多い。ここで曲線(A)と曲線(B)の差は、本来予測される経済の低下と、実際の経済の差であるから、地震時に社会が持ついた経済的損失に対する抵抗力と考えることもよいであろう。抵抗力を決定する要因としてはつぎのような項目が考えられる。

- (1) 地震発生時における国または地域の景気の状態
- (2) 地震以前の地域の生産力の余裕(労働力、設備、在庫)
- (3) 救援、復旧対策
- (4) 外部からの援助

地震によって低下していた経済もある期間(復元期間)を経過すると、地震以前の指標の延長線上に戻ってくるものと考えられる。

曲線(A)の落ち込みが小さい場合、曲線(A)と(B)の差、すなわち経済的損失に対する抵抗力が大きい場合、復元期間が短い場合はいずれも実際の経済指標の落ち込み(曲線(B))が明瞭に観察されない場合があることは前述のとおりである。

以下に経済的損害の推計モデルについて述べる。図-3に推計モデル全体のフローチャートを掲げる。

3 直接損害推計モデル

直接損害を決定する要因としては、地震動強度、被害の対象となる資産のストック、地域特性が考えられる。このうち地震動強度については、加速度応答スペクトル値を採用することとした。加速度応答スペクトル値と地震被害の関係を定量的に解析したものと(参考文献2、3)などがある。応答スペクトル値は固有周期Tの関数であり、直接損害の説明変数としては構造物の固有周期をとることが考えられる。しかしながら施設の種類ごとの構造物の固有周期は必ずしも一定ではないことから、説明変数としては各種の固有周期の応答スペクトル値を用いた回帰式のなかから最も相関係数の高くなるものを用いることとした。応答スペクトル値は参考文献4)に示されている既往地震の応答スペクトル値と統計解析した結果を補間して用いた。

地域特性を説明変数に加えたのは、同一の地震動強度、資産のストック額があっても、施設の密度、土地の利用形態等によって被害に差が生ずると考えられたからである。損害額推計式の一般形はつぎのようになる。

$$L_i = f(SA_T, K_i, X_1, X_2, X_3, \dots)$$

L_i : i項目資産の損害額

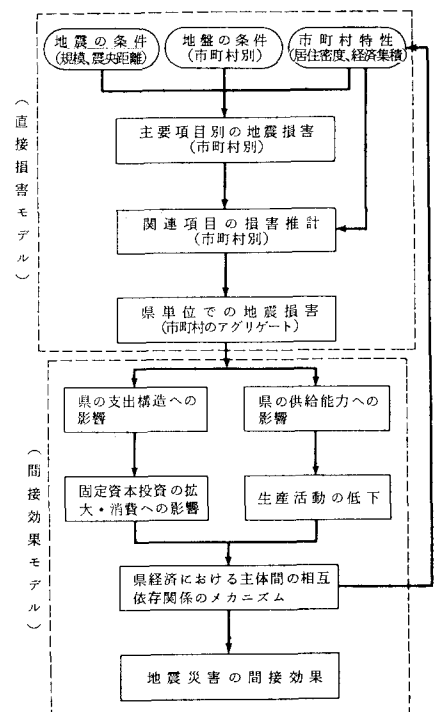


図-3 地震災害の間接効果推計モデルの構成

SA_T : 固有周期T(秒)における加速度応答スペクトル値 (gal)

K_i : i項目資産のストック額またはそれと同等の指標

X_{ki} : 地域特性(人口密度、可住地面積、人口昼夜間比……)

推計値は市町村単位で求めることとした。

推計する資産損害は表-2に示すような家計資産、社会資本、民間資産の各項目とした。これらの各項目のすべてが既往地震のデータから推計できるわけではない。たとえば社会資本の場合は、道路、河川、教育施設、水道施設が推計可能である。他の施設は、被害率が最も近いと推定される施設の推計式を用いることとした。たとえば鉄道施設の被害は道路施設の推計式を用いることとしている。民間資産のうち商業施設と鉱工業施設は既往地震のデータによる推計式の算出が可能である。これ以外については社会資本と同様の考え方によって推計することとした。

表-2 被害推計の対象とする資産項目

家計資産		民間資産	
社会資本	住家	施設	
	家財	農林水産業	
		鉱業	
		建設業	
	道路	製造業	
	鉄道	卸小売業	
	港湾	金融	
	電々	運輸通信業	
	賃貸住宅	電気ガス水道業	
	下水道	その他サービス業	
都市公園	在庫		
学校	農林水産物		
治水	商品		
治山	製品・原材料		
海岸			
農林水産			
工業用下水道			

最後に人的被害については住家の被害と密接な関係にあると考え、住家損害額と地域特性による回帰式を作成した。

回帰式の推計に用いた地震を表-3に示す。ここの新潟地震以降の地震を選んだのは、地震被害の性状は時代とともに変化し、近年は都市型の被害が顕著であること、さらに古い地震については被害に関する詳細なデータが得られないことによる。被害は人的被害を除くすべて被害金額で表わすこととした。災害の統計に計上される被害金額は被害を受け、滅失した資産額を用いているもの、復旧費を用いているものなどまちまちである。しかし被害金額の積算は被害項目によってそれぞれ独自の方法があり、これを一概に無視することはできないので、災害の統計に発表されている被害金額を用いて分析を進めることとした。ただし物価変動の影響を除去するために、デフレーターを用いて昭和50年度価格に実質化している。

表-3 解析対象地震と地震特性

地震名	発生年月日	マグニチュード	最大震度	震央位置	
				東経	北緯
①新潟地震	1964.6.16	7.5	6	139°11'	38°21'
②1968年十勝沖地震	1968.5.16	7.9	5	143°35'	40°44'
③伊豆半島沖地震	1974.5.9	6.9	5	138°48'	34°34'
④大分県中部地震	1975.4.21	6.4	5	131°20'	33°08'
⑤伊豆大島近海地震	1978.1.14	7.0	5	139°15'	34°46'
⑥宮城県沖地震	1978.6.12	7.4	5	142°10'	38°09'

4 間接損害推計モデル

地震が経済に与える間接損害としては、まず社会資本、民間資産の滅失による資本用役供給の減少、人的被害および休業に起因する労働力の供給減などが、生産活動の低下を通じて地域の所得の減少をもたらす。一方地震被害は資産の滅失を補完するための各種の投資を誘発する。すなわち需要の拡大を通じて生産活動の拡大を誘発することになり、供給面での制約との関係はあるものの生産活動および地域の所得を増大させる要因となる。間接損害推計モデルの骨格を図-4に示す。モデル作成においてくに配慮した点を以下に述べる。

(1) 地震の直接損害が生産要素へ及ぼす影響の定式化

社会資本、民間資産に対する被害が生産能力を減少させる過程を、コブダグラス型の生産関数の中にとり入れる。また労働力に関しても、死傷者、災害後一定期間の休業を生産関数に評価する。

(2) 資産に対する被害の推計

直接損害推計モデルを受け、被害額を資産残高(ストック)から差し引いたものを、地震後の資産とする。

(3) 地震災害による支出構造の変化

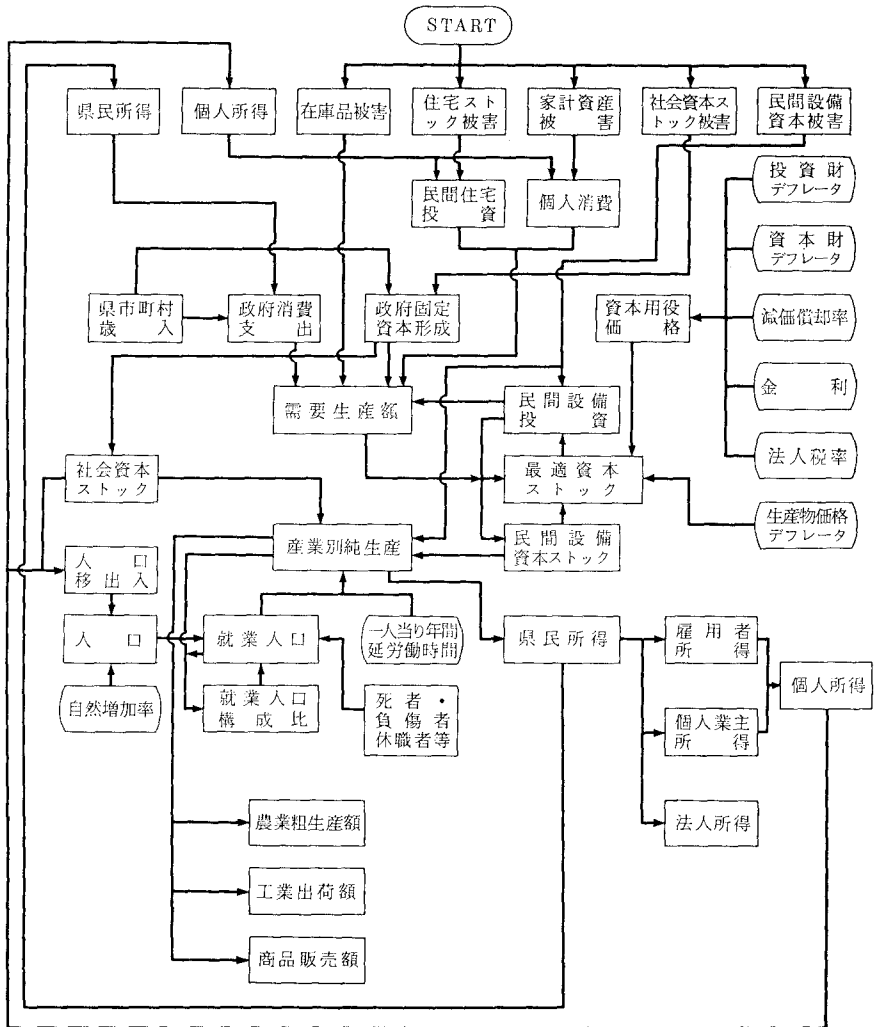


図-4 間接損害推計モデル

地震災害の支出構造への影響としては、オ1に災害の復旧のための家計資産、社会資本、民間資産に対する投資の発生、オ2に一定の所得水準のもとでの投資増に伴う消費支出の削減等に対する影響、オ3に地震災害による生産減を通じて生ずる地域の生産活動および所得の低下によってもたらされる投資支出、消費支出の削減効果などがあり、これらをモデルの中で定式化している。

(4) 需要と供給の調整メカニズム

地震災害の生産活動に及ぼす影響は、上述したように供給面と需要面からの影響があるが、実際の生産レベルは両者の調整結果として実現されることとなる。本モデルでの需要の調整は、一次的には需要水準に対応する供給能力の変化という形で定式化することとした。すなわちジョルゲンソン型の投資関数を用いて、地震後の需要水準に対応する最適資本ストックに対して企業が設備投資を調整するというメカニズムをとっている。これに

よって需要水準が供給能力を上まわれれば、そのギャップを埋めるための投資が拡大し、過剰能力が存在する場合には投資が抑制されるという企業行動が定式化される。

回帰式の推計にあたっては、静岡県をモデル地域に選定した。

5 ケーススタディー

静岡県を図-5に示す12の地域に区分し、表-4に示す想定地震に対する各地域ごとの被害額を推計した。表-5にその結果を示す。

また間接損害推計モデルをテストするために、今回の試算では直接損害モデルと間接損害推計モデルを独立に動かした。間接損害推計モデルへ入力する直接損害は、前述の直接損害モデルによって得られた推定損害率を参考にし人的被害0.05%、住宅ストックの損害5.0%、家計資産の損害5.0%、民間設備資本ストックの損害5.0%、在庫の損害1.0%、社会資本ストックの損害5.0%（但し、治山、治水、海岸部門への損害率は1.0%に設定）と想定した。



図-5 シズカ県区分図

表-4 想定地震

CASE I	マグニチュード	8.4
	震央 北緯	34.1°
	東経	137.8°
(1854年12月23日五ツ半すぎ発生 安政東海地震)		
CASE II	マグニチュード	7.0
	震央 北緯	35.1°
	東経	139.0°
(1930年11月26日 04時03分発生 北伊豆地震)		

地震の発生を昭和53年度期首に想定した場合の県民所得の経年変化を図-6に、主要指標の昭和60年/昭和53年の変化を図-7に示す。これらの結果によれば、県民所得は地震の影響による低下が容易に回復しないことが判る。また、地震発生により民間住宅投資、個人消費、民間設備投資が促進され、逆に民間設備資本ストック、社会資本ストック、住宅ストックが減少している。さらに、県民所得、純生産は、最終的に減少の傾向を示すことが判る。これらの結果から、地震被害を復旧するための政策的な投資がない場合には、県経済の回復は容易でないということが言えよう。

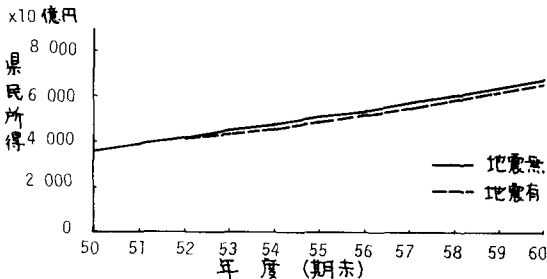


図-6 県民所得の経年変化（50年度価格）

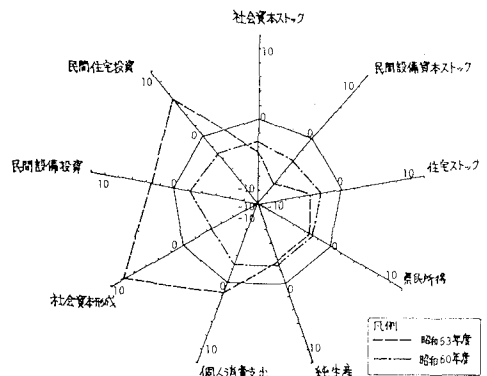


図-7 地震後の主要指標の変動（対地震のない場合）

表-5 項目別各施設損害額

(単位:人, 100万円)

項目	損失額(53年)	CASE I		CASE II	
		損害額	損害率	損害額	損害率
1. 人 死者(人)		91	0.27×10^{-4}	55	0.16×10^{-4}
重傷者	3,391,636	498	1.47×10^{-4}	256	0.75×10^{-4}
輕傷者		6,062	17.9×10^{-4}	2,503	7.38×10^{-4}
2. 家計資産: 計	14,131,934	747,152	0.0529	236,747	0.0168
住家	5,258,394	278,010	0.0592	88,092	0.0168
家財	8,873,540	469,142	0.0529	148,655	0.0168
3. 社会資本 計	4,409,113	239,574	0.0543	75,944	0.0172
道路	1,033,219	41,957	0.0406	20,360	0.0197
鉄道	546,563	22,195	0.0406	10,770	1.0197
港湾	145,876	5,923	0.0406	2,875	0.0197
電々	579,494	18,622	0.0321	8,252	0.0142
賃貸住宅	153,409	8,111	0.0529	2,570	0.0168
水道	213,144	6,849	0.0321	3,035	0.0142
下水道	130,592	4,197	0.0321	1,860	0.0142
都市公園	23,467	754	0.0321	334	0.0142
学校	373,245	11,469	0.0307	7,065	0.0189
治水	237,760	54,798	0.2305	4,006	0.0168
沿山	97,161	22,393	0.2305	1,637	0.0168
海岸	60,561	13,958	0.2305	1,020	0.0168
農林水産	737,681	25,876	0.0351	11,064	0.0150
工業用下水道	76,941	2,472	0.0321	1,096	0.0142
4. 民間資産 計	11,611,790	1,329,973	0.1145	663,793	0.0572
施設 計	10,534,289	1,186,615	0.1126	591,268	0.0561
農林水産業	1,463,986	51,354	0.0351	21,957	0.0150
鉱業	51,763	9,787	0.1891	4,980	0.0962
建設業	322,218	47,145	0.1463	22,817	0.0708
製造業	4,334,436	819,551	0.1891	417,000	0.0962
卸・小売業	503,892	73,726	0.1463	35,682	0.0708
金融・保険・不動産	261,959	38,326	0.1463	18,550	0.0708
運輸・通信業	344,000	50,332	0.1463	24,360	0.0708
電気・ガス・水道業	556,170	17,872	0.0321	7,920	0.0142
その他サービス業	536,663	78,521	0.1463	38,002	0.0708
在庫 計	1,077,501	143,358	0.1330	72,525	0.06731
農林水産物	25,356	4,337	0.1710	2,641	0.1042
商品	403,634	17,736	0.0439	8,715	0.0216
製品・原材料	648,511	121,285	0.1870	61,169	0.0943
2+3+4の合計	30,152,837	2,316,699	0.0768	976,484	0.0324

参考文献

- 1) 加藤: 地震と経済, 地震 P175~198, 東京大学公開講座24, 1976
- 2) Scawthorn, C.: Seismic Risk Analysis of Urban Regions, 才5回日本地震工学シンポジウム講演集, 1976
- 3) 干場他: 既往地震の被害率と応答加速度スペクトルの関係について, 土木学会才35回年次学術講演会講演概要集才I部, 昭和55年9月
- 4) 土木研究所資料才1250号, 耐震技術に関する研究開発報告書, 昭和52年3月