

# 大垣市における仮想的洪水災害に関する 経済被害の推計

野崎道哉\*

1. はじめに
2. 大垣市における仮想的洪水災害の経済被害のインパクト分析
3. モデル
4. 仮想的経済被害額の推計結果
5. 結論と今後の課題

## 1. はじめに

近年、全国はもとより岐阜県内においても、短期的・局所的な集中豪雨が近年頻発しており、今後も地球温暖化等により、これらの傾向が強まることが懸念されている<sup>1</sup>。

岐阜県西濃地域における洪水災害に対する地域防災という観点から同地域に焦点を置き、西濃地域の防災対策に関する実態調査が必要とされる。

本稿は、西濃地域における洪水災害に対する地域防災研究の準備として、岐阜県大垣市における仮想的洪水災害による経済被害の推定を行う。具体的には、対象地域を大垣市に絞り、大垣市の仮想的洪水災害における経済被害の推定を行うことである。対象地域が大垣市であることから、分析に用いる産業連関表は、試算を行った平成23年大垣市産業連関表を用いる。

岐阜県西濃地域の洪水災害に関する経済被害の先行研究は未だ行われていないが、東海豪雨災害の被災地域を対象にした事業所アンケートに基づき、事業所被害の実態を時間的構造や空間的構造の観点から分析した研究として、片田・石川・木村・佐藤(2003)がある。下田・藤川(2012)は、東日本大震災における供給制約を、産業連関分析の供給主導型モデル、需要主導型モデル、ハイブリッドモデルを用いて、間接被害の波及による生産減少効果の比較分析を行っている。本稿では、経済被害の推計に関して、野崎・井原・ノンタチャイ(2011)、Nozaki (2015)におい

て採用したモデルを一部修正し、大垣市における仮想的洪水災害に関する前方連関効果、後方連関効果に基づく経済被害額の推計を行う。

本稿の構成は、以下ようになる。第2節では、大垣市における仮想的洪水災害の経済被害のインパクト分析の推計方法について述べる。第3節では、本稿における分析のモデルについて説明する。第4節では、大垣市における仮想的洪水被害における滅失所得、および前方連関効果・後方連関効果に基づく仮想的経済被害額を推計する。最後に、結論と今後の課題を提示する。

## 2. 大垣市における仮想的洪水災害の経済被害のインパクト分析

供給主導型産業連関モデルに関して、Oosterhaven(1988)は、Ghoshモデルのインパクト分析への直接的な使用は慎重になされるべきであると指摘している。Oosterhaven(1996)は、需要主導型産業連関モデルと供給主導型投入産出モデル(例えば、Bon, 1988)の理論的構造を比較し、標準的な需要主導型産業連関モデルは、完全ではないが、より現実的なアプローチであると述べている。

Dietzenbacher(1997)は、Ghoshの供給主導型モデルは、それがLeontiefの価格モデルとして解釈される場合にのみ妥当であるものとして解釈されることができるということを示した。Miller and Blair(2009)はGhoshモデルのLeontiefの価格モデルとしての再解釈を取り入れた。

我々は、市場経済が正常に機能している場合には、Oosterhaven(1988,1996)およびDietzenbacher(1997)の見解が妥当であると考えている。

大垣市が洪水災害に見舞われた場合の稼働設備の損害等の直接被害率を $d$ とすると、

\* 岐阜経済大学経済学部准教授

1>d>0となる。いま残存生産比率をλとすると、λ=1-dとなり、λ=1は被害発生前の状態、λ=0は完全被害で、生産ゼロの状態を示す。各産業の被害率d<sub>i</sub>(i=1,⋯,n)として、粗付加価値ベースの直接被害額を算定する。

大垣市における仮想的洪水災害における滅失所得の推計

- 1) 岐阜県西濃地域における洪水災害において、被害の対象地域を岐阜県大垣市としたうえで、被災地域滅失所得を推計する。
- 2) 大垣市におけるハザード・マップ等により、河川の氾濫により予想される被害地域を特定する。
- 3) 被害率の設定にあたり、大垣市における産業別被害率を、平成9年の洪水災害と同規模の洪水災害を想定したうえで、大垣市の農林業部門、漁業部門の直接被害額に限定し、以下のように設定する。すなわち、農林業被害率は0.2%、漁業部門の被害率は0.5%、および漁業養殖施設の被害に関してその他の土木建設0.07%と想定する。

以上のように産業別被害率を設定したうえで、平成23年大垣市産業連関表の粗付加価値額から、大垣市の農林業、漁業部門における滅失所得を推計する。

大垣市によると、災害等をまとめる部署は、生活安全課であり、各課からそれぞれ所管している施設の被災状況や損害額が集められる。

①想定災害の被害額について

ハザードマップ等で被害の想定をシミュレーションし公表をしているが、それに基づいた被害額の想定はしていないとのことである。

②実被害の損害額について

実被害については、各課から被害状況と損害額が上げられるが、住居や事業所等の損害額はあげられていないということである。浸水等の被害件数や世帯数等の計上となる。また、ここ最近では事業所が深刻な被害を受けるケースがなかったということである。

また、行政施設やインフラ等は、その復旧費を損害額にあげており、間接被害（被災による道路の迂回に起因する時間ロスや運行経費増など）までは、含めていない。

表1 平成24年の台風16号洪水災害の農業部門の直接被害

	符号	数量①	被害額		冠水面積	
			② (千円)	冠水③ (ha)	浸水④ (ha)	
農作物	水陸稲類	ヌ	1.9 ton	465	15.60	
	麦類	ネ	ton			
	穀類、イモ、豆類	ノ	0.2 ton	40	3.90	
	野菜	ハ	ton			
	果樹	ヒ	0.4 ton	121	0.10	
	花き	フ				
	茶(荒茶換算)	ヘ	ton			
	工芸作物	ホ	ton			
	桑(繭換算)	マ	ton			
	飼料作物	ミ	ton			
その他	ム	ton				
小計	ヌ	/	626	19.60	0.00	
樹体	果樹	モ	ha		/	/
	茶樹	ヤ	ha		/	/
	桑樹	ユ	ha		/	/
	小計	ヨ	/	0	/	/
家畜等	家畜(家禽含)	ラ	頭羽		/	/
	畜産物	リ	ton		/	/
	蚕繭	ル	ton		/	/
小計	レ	/	0	/	/	
在庫品	ロ				/	/
合計	ワ	/	626			
総合計	ン	/	626			

出典：大垣市(2012)「平成24年の台風16号災害報告(確定)」大垣市役所農林課農産係より

表2 平成24年の台風16号洪水災害の漁業部門(養殖)の直接被害

区分	種別	記号	単位	経営体数	数量	被害額	区分	種別	記号	単位	経営体数	数量	被害額	
														①
施設	漁	減失	ア				水産物	養殖	あまご	ソ	匹	1	20,000	2,590
		大破	イ						いわな	タ	匹	1	10,000	2,314
		中破	ウ							チ				
		小破	エ						計	ツ				
		漁	オ					合計	テ	-	3	-	5,954	
		具	カ					建物被害	ト					
		共利施設	キ					主な被害地域	市町村名	種別	被害程度			
			ク				数量				被害額(千円)			
			ケ											
			コ											
	養殖施設	導水路	サ	m	1	55								
		シ												
		ス												
		セ												

出典：大垣市(2012)「平成24年の台風16号災害報告(確定)」大垣市役所農林課農産係より

その他には、農林課では農林業の損害額が、算定表(算定単価による)で出されている<sup>1)</sup>。

### 3. モデル

洪水による災害により、大垣市内に発生した生産被害の分析に関して、我々の分析では、洪水による被害比率をdとすると、 $0 < d < 1$ (発生前は $d=0$ 、完全被害は $d=1$ )となる。

本稿の分析では、野崎・井原・ノンタチャイ(2011)、Nozaki(2015)を参考にし、大垣市における洪水災害による経済被害を、前方連関効果と後方連関効果により分析を行う。

前方連関効果は、ある産業の生産活動の変動がその産業の生産物を中間財として利用している産業の生産活動に影響することである。

後方連関効果は、ある産業の製品需要の変動がその産業に中間財を供給している別の産業の生産活動に影響することである。

前方連関効果に関しては、付加価値ベースの被害額がどのように産業間に波及するのかを、Ghosh の逆行列を用いて分析したものである。

Ghosh モデル

$$X = (I - B')^{-1} V = \hat{X} (I - A')^{-1} \hat{X}^{-1} V \quad (1)$$

直接的減失所得

$$\Delta V = d \cdot V \quad (2)$$

【モデル1】

モデル1において、前方連関効果は、付加価値ベースの被害額がどのように産業間に波及するのかを求めた。後方連関効果は、付加価値ベースの被害額を生産額ベースに変換し、中間投入を経由して求めた。

前方連関効果

$$\Delta X^F = (I - B')^{-1} \Delta V = \hat{X} (I - A')^{-1} \hat{X}^{-1} \Delta V \quad (3)$$

後方連関効果は、生産額ベースの被害額がどのように産業間に波及するのかを、Leontief逆行列を用いて分析したものである。

後方連関効果

$$\Delta X^B = (I - A)^{-1} A \hat{V}^{-1} \Delta V \quad (4)$$

【モデル2】

モデル2において、前方連関効果はその実現可能性を考え、波及効果の第1段階で近似した。後方連関効果は、中間投入の減少額を経由して求めた。さらに、前方連関効果と後方連関効果を合成して総合効果も求めた。

前方連関効果

$$\Delta X^F = (I + B') \Delta V = \hat{X} (I + A') \hat{X}^{-1} \Delta V \quad (5)$$

後方連関効果

$$\Delta X^B = (I - A)^{-1} A \Delta X^F \quad (6)$$

総合効果

$$\Delta X = \Delta X^B + \Delta X^F = (I - A)^{-1} A \Delta X^F + \Delta X^F = (I - A)^{-1} \Delta X^F \quad (7)$$

X: 産出の列ベクトル, B': i 産業から j 産業に販売される中間財の産出係数の転置行列, A': 投入係数の転置行列, X̂: 産出の対角行列, X̂<sup>-1</sup>: 産出の対角逆行列, V: 粗付加価値額の列ベクトル, d: 被害率, ΔX<sup>F</sup>: 前方連関の経済被害額, ΔX<sup>B</sup>: 後方連関の経済被害額, V̂<sup>-1</sup>: 粗付加価値係数の対角逆行列

### 4. 仮想的経済被害額の推計結果

本節では、被害率の推定に基づく減失所得の推計を行い、減失所得に基づいて、前方連関効果および後方連関効果による経済被害額の推計結果を示す。

被害率の推定にあたり、大垣市における産業別被害率を、農林業被害率は0.2%、漁業部門の被害率は0.5%および漁業養殖施設の被害に関してその他の土木建設0.07%と想定する。本稿における大垣市における仮想的洪水災害による農林業・漁業部門の減失所得推計額は、651万円と推定される。

モデル1において、前方連関効果は、ある産業の生産活動の変動がその産業の生産物を中間財として利用している産業の生産活動に影響することである。前方連関効果に関しては、付加価値ベースの被害額がどのように産業間に波及するのかを、Ghosh の逆行列を用いて分析したものである。前方連関効果に基づく経済被害推計額は、920万円である。

後方連関効果は、ある産業の製品需要の変動

がその産業に中間財を供給している別の産業の生産活動に影響することである。後方連関効果は、生産額ベースの被害額がどのように産業間に波及するのかを、Leontief逆行列を用いて分析したものである。

後方連関効果に基づく経済被害推計額は、901万円である。

モデル2において、前方連関効果はその実現可能性を考え、波及効果の第1段階で近似した。後方連関効果は、中間投入の減少額を経由して求めた。さらに、前方連関効果と後方連関効果を合成して総合効果も求めた。

前方連関効果に基づく仮想的な経済被害推計額は、954万円と推定される。後方連関に基づく仮想的な経済被害推計額は、727万円と推定される。さらに、前方連関効果と後方連関効果を含めた総合効果は、1681万円と推定される。

## 5. 結論と今後の課題

本稿は、西濃地域における洪水災害に対する地域防災研究の準備として、岐阜県大垣市における仮想的洪水災害による経済被害の推定を行った。具体的には、対象地域を大垣市に絞り、大垣市の仮想的洪水災害における経済被害の推定を行うことである。対象地域が大垣市であることから、分析に用いる産業連関表は、試算を行った平成23年大垣市産業連関表を用いて分析を行った。

供給主導型産業連関モデルに関して、Oosterhaven(1988)は、Ghoshモデルのインパクト分析への直接的使用は慎重になされるべきであると指摘している。Dietzenbacher(1997)は、Ghoshの供給主導型モデルは、それがLeontiefの価格モデルとして解釈される場合のみ妥当であるものとして解釈されることができるとことを示した。

災害の産業連関モデルのインパクト分析に関して、災害発生前の経済と災害発生後の経済を比較することによって、災害発生後の経済の持つ不均等性を産業連関の「基本方程式」を用いて分析しているのが、Steenge and Bockarjova

(2007)である。Li, Crawford-Brown, Syddall and Guan(2013)は、洪水災害をはじめとする自然災害からの復興過程における経済への災害発生前と比較した不均等な影響について、産業連関の「基本方程式」を用いて分析を行っている。Koks, Bockarjova, de Moel, and Aerts(2015)は、小規模および大規模洪水災害について、洪水災害からの経済損失の動学的モデル化を行うために、統合された直接的・間接的洪水災害リスクモデルを構築している。

大規模自然災害は、短期的のみならず長期的な社会経済的な減少的效果をもたらす(Okuyama, Sonis, and Hewings, 1999; Okuyama & Chang 2004; Rose and Wei, 2013)。短期においては、経済におけるすべての経済主体(企業、家計、中央政府・地方政府等)が、災害発生前の経済状況にできるだけ近い状況に復旧しようとするという行動は適切であるように思われる(Oosterhaven, Bouwmeester and Nozaki, 2013; Oosterhaven and Bouwmeester, 2016)。

被害率の推定にあたり、大垣市における産業別被害率を、農林業被害率は0.2%、漁業部門の被害率は0.5%および漁業養殖施設の被害に関してその他の土木建設0.07%と想定する。本稿における大垣市における仮想的洪水災害による農林業・漁業部門の滅失所得推計額は、651万円と推定される。

モデル1において、前方連関効果は、ある産業の生産活動の変動がその産業の生産物を中間財として利用している産業の生産活動に影響することである。前方連関効果に関しては、付加価値ベースの被害額がどのように産業間に波及するのかを、Ghoshの逆行列を用いて分析したものである。前方連関効果に基づく経済被害推計額は、920万円である。

後方連関効果は、ある産業の製品需要の変動がその産業に中間財を供給している別の産業の生産活動に影響することである。後方連関効果は、生産額ベースの被害額がどのように産業間に波及するのかを、Leontief逆行列を用いて分析したものである。

後方連関効果に基づく経済被害推計額は、901

大垣市における仮想的洪水災害に関する経済被害の推計（野崎）

表3 大垣市における仮想的洪水災害の直接被害に基づく減失所得、及び前方連関効果、後方連関効果による経済被害額【モデル1のケース】

単位：百万円

	減失所得	前方連関効果	後方連関効果	総合効果
耕種農業	2,797,389.16	2,831,009.447	0.258386524	3.117329161
畜産	0.257255385	0.26498792	0.122332547	0.364428261
農業サービス	0.301805461	0.309924383	0.426976833	0.714834733
林業	0.07073811	0.071109756	0.011993939	0.091458226
漁業	1,8397,487.44	1,9784,170.09	0.505046417	2,364,998.76
金属鉱物	0	0	0	0
石炭・原油・天然ガス	0	0	0	0
非金属鉱物	0	0.015094237	0.040346738	0.04287318
食料品	0	0.026625584	0.228088506	0.25471409
飲料	0	0.00667207	0.005993419	0.01266549
飼料・有機質肥料（別掲を除く）	0	0	0.823543404	0.823543404
たばこ	0	0	0	0
繊維工業製品	0	0.010442527	0.027616153	0.03805868
衣服、その他の繊維既製品	0	0.009765403	0.032387484	0.04215289
木材・木製品	0	0.003116489	0.017470894	0.02058738
家具・装備品	0	0.002185122	0.00589804	0.00808316
ペラウ・紙・板紙・加工紙	0	0.013292045	0.034893994	0.04818604
紙加工品	0	0.102274762	0.23308349	0.33535825
印刷・製版・製本	0	0.01089333	0.029945318	0.04083865
化学肥料	0	0.04248099	0.198167969	0.24064896
無機化学工業製品	0	0.009336303	0.037265432	0.04660174
石油化学基礎製品	0	0	0	0
有機化学工業製品（石油化学基礎製品を除く）	0	0.018355747	0.053187457	0.07154322
合成樹脂	0	0.003419207	0.009377792	0.012797
化学繊維	0	0.009338464	0.009368866	0.01870733
医薬品	0	0.018012745	0.072044067	0.09005681
化学最終製品（医薬品を除く）	0	0.081343229	0.219767457	0.30111068
石油製品	0	0	0.218302645	0.218302645
石炭製品	0	0.008331502	0.00327785	0.01160935
プラスチック製品	0	0.006685863	0.185474871	0.19216073
ゴム製品	0	0.013089852	0.040357449	0.05344727
ゴム・革・毛皮・同製品	0	0.001901964	0.00527098	0.00717294
ガラス・ガラス製品	0	0.003190714	0.008308135	0.01149885
セメント・セメント製品	0	0.043173464	0.10100684	0.1441803
陶磁器	0	1.67848E-05	0.003054583	0.003054583
その他の窯業・土石製品	0	0.003231422	0.069472095	0.07270351
鉄鋼・粗鋼	0	0	-0.0002249	-0.0002249
鋼鉄	0	0	0.08245864	0.08245864
鉄鋼製品	0	0.007181234	0.027899274	0.03508051
その他の鉄鋼製品	0	0.006844978	0.023360711	0.03020569
非鉄金属製錬・精製	0	0.001089962	0.007088502	0.00817846
非鉄金属加工製品	0	0.007704675	0.066339573	0.07404425
建設・建築用金属製品	0	0.04163352	0.156785096	0.19841862
その他の金属製品	0	0.020241744	0.05526278	0.07550452
はん用機械	0	0.008294212	0.025179223	0.03347344
はん用機械	0	0.004148195	0.00699274	0.01114094
業務用機械	0	0.001775926	0.004925643	0.00670157
電子デバイス	0	2.07066E-05	0.54433E-05	0.0000001
その他の電子部品	0	0.006383931	0.015935536	0.02231947
産業用電気機器	0	0.00638562	0.017642103	0.02402772
民生用電気機器	0	0.000356798	0.000801406	0.0011582
電子応用装置・電気計測器	0	0	0.001220888	0.001220888
その他の電気機械	0	0.001781337	0.00699274	0.00877408
通信機械・同調機器	0	0.001181915	0.004984755	0.00616667
電子計算機・同附属装置	0	2.38171E-05	5.32388E-05	0.0000001
乗用車	0	0	0	0
その他の自動車	0	0	0	0
自動車部品・同附属品	0	0.031918617	0.071202905	0.10312152
船舶・同修理	0	0.004971903	0.052020687	0.0570026
その他の輸送機械・同修理	0	0.005514511	0.01439842	0.01991293
その他の製造工業製品	0	0.003216674	0.020817655	0.02403433
再生资源回収・加工処理	0	0.001693572	0.007723871	0.00941744
建築	0	0	0	0
建設補修	0	0.03699351	0.083683717	0.12068723
公共事業	0	0	0	0
その他の土木建設	1,243,123,118	1,243,121,318	0	1,243,121,318
電力	0	0.134770831	0.322449213	0.45722004
ガス・熱供給	0	0.002814029	0.009712592	0.01252661
水道	0	0	0.010916259	0.010916259
廃棄物処理	0	0.008534483	0.020780055	0.02931454
商業	0	0.391295427	0.176601008	0.56789644
金融・保険	0	0.09001618	0.20776528	0.29778146
不動産仲介及び賃貸	0	0.031138465	0.082590455	0.11372892
住宅賃貸料（福富家賃）	0	0	0	0
住宅賃貸料（福富家賃）	0	0	0	0
鉄道輸送	0	0.006495989	0.017307799	0.02380379
道路輸送（自家輸送を除く）	0	0.121851342	0.313636852	0.43548819
自家輸送	0	0.289358941	0.609616178	0.89901512
水運	0	0	0.02787948	0.02787948
航空輸送	0	0	0.001961272	0.001961272
貨物利用運送	0	0.001638894	0.010043158	0.01168205
倉庫	0	0.008138729	0.03407586	0.04221459
運輸附帯サービス	0	0.037896328	0.088525445	0.12642177
郵便・信書便	0	0.00279384	0.007138141	0.00993208
通信	0	0.021232726	0.056650119	0.07788285
放送	0	0.00124215	0.003940631	0.00518278
情報サービス	0	0.029269416	0.074797935	0.10406735
インターネット附属サービス	0	0.003972192	0.010633612	0.0146058
映像・音声・文字情報制作	0	0.000796795	0.009688981	0.01048573
公務	0	0.021793467	0.051346898	0.07314036
教育	0	0.001470024	0.003858361	0.00532839
研究	0	0.012217466	0.041503435	0.0537209
医療	0	0	0	0
保健衛生	0	0	0.001201305	0.001201305
社会保険・社会福祉	0	0	0	0
介護	0	0	0	0
その他の非営利団体サービス	0	0.007772876	0.018431755	0.02620463
物品賃貸サービス	0	0.094327894	0.253880621	0.34820851
広告	0	0.002517401	0.009310642	0.01182805
自動車整備・機械修理	0	0.150747142	0.336309927	0.48705707
その他の対事業所サービス	0	0.103403895	0.265390441	0.36880434
宿泊業	0	0	0	0
飲食サービス	0	0.000213381	0.001621738	0.00183512
洗濯・理容・美容・浴場業	0	0.000478502	0.001153611	0.00163211
娯楽サービス	0	0.000102527	0.000399492	0.00050202
その他の対個人サービス	0	0.003935157	0.009743531	0.01367868
事務用品	0	0.005572105	0.014269865	0.01984197
分類不明	0	0.093685742	0.220730016	0.31441576
合計	6,510,058,176	9,201,695,183	9,013,706,479	16,806,699,919

出典：筆者作成

表4 大垣市における仮想的洪水災害の直接被害に基づく減失所得、及び前方連関効果、後方連関効果による経済被害額【モデル2のケース】

単位：百万円

	減失所得	前方連関効果	後方連関効果	総合効果
耕種農業	2,797,389.16	2,876,654.461	0.2386624	3.117329161
畜産	0.257255385	0.295307869	0.068974392	0.364428261
農業サービス	0.301805461	0.319747594	0.238429204	0.749834733
林業	0.07073811	0.0790489	0.012455252	0.091458226
漁業	1,8397,487.44	2,0703889.18	0.294109958	2,364,998.76
金属鉱物	0	0	0.005578559	0.005578559
石炭・原油・天然ガス	0	0	0.303286459	0.303286459
非金属鉱物	0	0.016041869	0.026831249	0.04287318
食料品	0	0.037335118	0.22438986	0.258172504
飲料	0	0.002699352	0.005993419	0.008692771
飼料・有機質肥料（別掲を除く）	0	0.29967053	0.395255457	0.694925987
たばこ	0	0	0	0
繊維工業製品	0	0.00511941	0.021454297	0.026573706
衣服、その他の繊維既製品	0	0.013917347	0.024798911	0.038716258
木材・木製品	0	0.005274126	0.017979412	0.023252068
家具・装備品	0	0.00542468	0.00817206	0.00639674
ペラウ・紙・板紙・加工紙	0	0.00172808	0.08462080	0.08635888
紙加工品	0	0.10292405	0.14669713	0.24962118
印刷・製版・製本	0	0.001217273	0.02232634	0.02440096
化学肥料	0	0.10574899	0.198167969	0.263879751
無機化学工業製品	0	0.007762792	0.058321506	0.066084298
石油化学基礎製品	0	0	0	0
有機化学工業製品（石油化学基礎製品を除く）	7,88328E-05	0.06170695	0.061785783	0.123492733
合成樹脂	0	0.011292465	0.03415886	0.04545132
化学繊維	0	0.00259312	0.00813762	0.01073074
医薬品	0	0.029015121	0.049511347	0.078526468
化学最終製品（医薬品を除く）	0	0.101041426	0.164546209	0.265858735
石油製品	0	0.114208445	0.424396163	0.538604608
石炭製品	0	0.013673717	0.018704554	0.03237827
プラスチック製品	0	0.06111829	0.144516251	0.20562808
ゴム製品	0	0.00584962	0.018379094	0.02422872
ゴム・革・毛皮・同製品	0	0.00259312	0.00813762	0.01073074
ガラス・ガラス製品	0	0.000158378	0.006391564	0.006549941
セメント・セメント製品	0	0.04564221	0.05690314	0.102545349
陶磁器	0	0.00158884	0.002448499	0.004037339
その他の窯業・土石製品	0	0.0288719	0.043322231	0.070194131
鉄鋼・粗鋼	0	-0.00013812	0.039214987	0.039101175
鋼鉄	0	0.041758664	0.1533586	0.19511733
鉄鋼製品	0	0.011405027	0.027899274	0.039304301
その他の鉄鋼製品	0	0.75533E-05	0.021880134	0.021976887
非鉄金属製錬・精製	0	0.047794329	0.047794329	0.095588658
非鉄金属加工製品	0	0.030452879	0.058078334	0.088526714
建設・建築用金属製品	0	0.076582855	0.084088974	0.16067183
その他の金属製品	0	0.018020104	0.043964567	0.051766671
はん用機械	0	0.008584688	0.018379094	0.026964576
はん用機械	0	2.33354E-05	0.004149115	0.004189115
業務用機械	0	0.000756483	0.009092083	0.009848567
電子デバイス	0	0.005012339	0.005012339	0.010024678
その他の電子部品	1,62589E-05	0.009321688	0.009337947	0.018663635
産業用電気機器	0	0.005027276	0.012739997	0.017767273
民生用電気機器	0	0	0.000878733	0.000878733
電子応用装置・電気計測器	0	0.000617837	0.001231558	0.001849396
その他の電気機械	0	0.001791759	0.002498857	0.004290616
通信機械・同調機器	0	0.002523664	0.003714637	0.006238302
電子計算機・同附属装置	0	0.001124404	0.018896223	0.020020627
乗用車	0	0	0	0
その他の自動車	0	0.001787508	0.001787508	0.003575016
自動車部品・同附属品	0	0.052056185	0.052056185	0.10411237
船舶・同修理	0	0.024176923	0.040690172	0.064867136
その他の輸送機械・同修理	0	0.009249857	0.02049857	0.029748427
その他の製造工業製品	0	0.008976028	0.018066806	0.027042834
再生资源回収・加工処理	0	0.001124404	0.018896223	0.020020627
建築	0	0	0	0
建設補修	0	0.019074353	0.059341365	0.078415718
公共事業	0	0	0	0
その他の土木建設	1,243,123,118	1,243,123,118	0	1,243,123,118
電力	0	0.134770831	0.221560245	0.306331077
ガス・熱供給	0	0.00941274	0.013313957	0.0227267
水道	0	0.005156666	0.021842444	0.02699911
廃棄物処理	0	0.005282166	0.013099443	0.01838161
商業	0	0.389207048	0.748339947	1.137546995
金融・保険	0	0.046307957	0.140382928	0.186690885
不動産仲介及び賃貸	0	0.0104663	0.085252536	0.095991656
住宅賃貸料（福富家賃）	0	0	0	0
住宅賃貸料（福富家賃）	0	0	0	0
鉄道輸送	0	0.002378473	0.014857914	0.017236387
道路輸送（自家輸送を除く）	0	0.094849433	0.182343062	0.277193035
自家				

万円である。

モデル2において、前方連関効果はその実現可能性を考え、波及効果の第1段階で近似した。後方連関効果は、中間投入の減少額を経由して求めた。さらに、前方連関効果と後方連関効果を合成して総合効果も求めた。

前方連関効果に基づく仮想的な経済被害推計額は、954万円と推定される。後方連関に基づく仮想的な経済被害推計額は、727万円と推定される。さらに、前方連関効果と後方連関効果を含めた総合効果は、1681万円と推定される。

今後の課題として、より西濃地域における洪水水害の経済被害に関するより精度の高い分析を行うとともに、地域防災に関する政策的対応に関する提言を行うことが必要とされる。

## 注

<sup>1</sup> 大垣市で想定される洪水災害について、大垣市上石津地域事務所長 豊田富士人氏に情報提供をいただいた。

## 参考文献

[1]Bon, R. (1988) "Supply-Side Multiregional Input-Output Models," *Journal of Regional Science*, Vol. 28, No.1, pp. 41-50.

[2]Dietzenbacher, E. (1997) "In Vindication of the Ghosh Model: a Reinterpretation as a Price Model," *Journal of Regional Science*, Vol. 37, No.4, pp.629-651.

[3]Koks, E.E., Bočkarjova, de Moel, H. and Aerts, J.C.J. H. (2015) "Integrated Direct and Indirect Flood Risk Modeling: Development and Sensitivity Analysis," *Risk Analysis*, Vol. 35, No.5, pp.882-900

[4]Li, J., Crawford-Brown, D., Syddall, M. and Guan, D. (2013) "Modeling Imbalanced Economic Recovery Following a Natural Disaster Using Input-Output Analysis," *Risk Analysis*, Vol.33, No.10, pp.1908-1923

[5]Miller, R. E. and P. D. Blair (2009) *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, the Second Edition, Cambridge University Press.

[6]Nozaki, M. (2015)"How to Examine the total economic impact, stemmed from the Great East Japan Earthquake: within the Interregional Input-Output Framework," 弘前大学大学院地域社会研究科年報 第11号, 23-32頁.

[7]Okuyama, Y. and S. E. Chang (edited) (2004) *Modeling the Spatial and Economic Effects of Disasters*, New York, Springer.

[8]Okuyama, Y., Sonis, M. and Hewings, G.J.D.(1999) Economic Impacts of an Unscheduled, Disruptive Event: A Miyazawa Multiplier Analysis, in *Understanding and Interpreting Economic Structure*, G.J.D. Hewings,

M.Sonis, M.Madden and Y.Kimura(edited), Springer-Verlag.

[9]Oosterhaven, J. (1988) "On the Plausibility of the Supply-Driven Input-Output Model," *Journal of Regional Science*, Vol. 28, No.2, pp.203-217.

[10]Oosterhaven, J. (1996) "Leontief versus Ghoshian Price and Quantity Models," *Southern Economic Journal*, Vol. 62, No.3, pp.750-759.

[11]Oosterhaven, J. and M.C. Bouwmeester (2016) "A New Approach to Modeling the Impact of Disruptive Events," *Journal of Regional Science* Vol. 56, No.4, pp.583-595

[12]Oosterhaven, J., M.C. Bouwmeester & M. Nozaki (2013) "The impact of production and infrastructure shocks: A non-linear input-output programming approach, tested on a hypothetical economy," Research Institute SOM Report 13017-GEM, Faculty of Economics & Business, University of Groningen.

[13]Steenge, A.E. and Bočkarjova, M. (2007) "Thinking about Imbalances in Post-Catastrophe Economies: An Input-Output based Proposition," *Economic Systems Research*, Vol. 19, No.2, pp.205-223

[14]Rose, A. and Wei, D. (2013) "Estimating the Economic Consequences of Port Shutdown: The Special Role of Resilience," *Economic Systems Research*, Vol. 25, No. 2, pp.212-232

[15]片田敏孝・石川良文・木村秀治・佐藤尚(2004)「東海豪雨災害における事業所被害の構造的性質に関する研究」『土木計画学研究発表会・講演集』, 第29回.

[16]下田充・藤川清史(2012)「産業連関分析モデルと東日本大震災による供給制約」『産業連関』第20巻第2号,133-146頁.

[17]野崎道哉・井原健雄・ティティボンタラグン・ノンタチャイ(2011)「東日本大震災の経済被害のインパクト：中部圏への影響」『産業連関』第19巻第3号, 28-39頁.