東日本大震災における 製造業の生産停止被害に関する研究

仲条 仁¹・藤井 琢哉²・石川 良文³

¹正会員 (株) ケー・シー・エス (〒112-0002 東京都文京区小石川1-1-17)

E-mail: j-chujo@kcsweb.co.jp

²正会員 (株) ケー・シー・エス (〒112-0002 東京都文京区小石川1-1-17)

E-mail: t-fujii@kcsweb.co.jp

³正会員 南山大学総合政策学部 (〒489-0863 愛知県瀬戸市せいれい町27)

E-mail: yishi@ps.nanzan-u.ac.jp

東日本大震災の経済被害においては、製造業を中心としたサプライチェーンの崩壊による間接被害が深刻化したことが大きな特徴といえる。本研究では、製造業の各企業における生産被害に着目し、被災内容や生産停止の実態について、インターネットや新聞情報等から調査し、国内約 1,300 事業所の被災情報を収集・整理した。企業の所在地や業種、被災内容別に生産停止期間等の分析を行った結果、原材料・部品調達困難が主要因となり生産停止となった事業所は約 10%存在し、その生産回復までの期間は約 2 ヶ月半であることが明らかとなった。その他、被災要因別・産業別の被災事業所分布やその特性を把握した。また、震災後の道路交通ネットワークの走行水準を一般車プローブデータから把握し、事業所生産復旧との関係について分析した。

Key Words : Great East Japan Earthquake, economic loss, indirect damage, supply chain networks, manufacturing enterprises

1. はじめに

東日本大震災における経済被害額は、社会資本ストック等の直接被害だけで約16.9兆円と推計¹⁾されている。阪神・淡路大震災の約9.6兆円に比して1.8倍であり、未曾有の震災であったことがわかる。さらに、今回の震災では、主に製造業におけるサプライチェーンの崩壊による経済間接被害の拡大が、国内外の経済に深刻なダメージを与えたことが大きな特徴と言えよう。これらの経済間接被害について調査・分析したものは、経済産業省の「東日本大震災後の産業緊急実態調査」(H23.4)があるが、全国80社へのアンケート調査と限定的であり、実施時期も早かったことから復旧時期等の実態が把握できていない。同省の「2011年版ものづくり白書」(H23.10)²⁾では、サプライチェーン被害について、企業の事例を数件紹介するにとどまっている。柴崎³⁾は主な港湾都市を対象として、新聞情報等から港湾周辺の企業の被災状況を収集整理しているが、個別企業の生産停止日数等については調査・分析されていない。

自然災害における経済被害実態に関する既往研究では、

阪神・淡路大震災(1995.1)において、芦谷・地主^{4),5)}が震災3年後に兵庫県内の企業を約2,400社を対象としてアンケート調査を実施し(回答:638)、産業連関表を作成のうえ経済影響を分析している。新潟県中越地震(2004.10)では、中野ら⁶⁾が新潟県の約6,000事業所に対してアンケート調査を実施し(回答:849)、直接被害と間接被害の重複計算をしない経済被害推計手法を示しているが、上記の研究はいずれも生産停止被害の実態に関しては、調査されていない。地震以外では、東海豪雨(2000.9)において、木村ら⁷⁾が事業所の復旧までの時間的構造特性と空間的波及特性について、約5,000事業所を対象としたアンケート調査を実施した結果(回答:743)から明らかにしている。

以上のように、大規模自然災害後の企業活動における生産停止被害について、実証的に明らかにしているものは、東海水害の事例があるのみであり、大規模地震、特に津波による広域被害を伴った大震災において、企業活動等の生産停止被害を実証的に明らかにした研究は存在しない。

本研究では、上記を踏まえ、これまで明らかになって

いない東日本大震災の経済間接被害（特に製造業における生産停止等の被害）の実態を把握することを目的とする。調査にあたっては、被災企業の復旧・復興を優先することを考慮し、かつ、発災から早期に被害実態を把握するため、アンケートやヒアリング調査を実施せず、公表資料等からデータ収集を行い、今後の被害額推計等の各種研究の基礎データとなることを意識した被災事業所データベースを作成する。

また、サプライチェーン寸断による経済間接被害の拡大と、道路交通ネットワークの被災状況・復旧状況に着目した分析を行い、経済間接被害低減のための道路交通ネットワークの必要性について、論述するものである。

2. 経済被害調査

(1) 調査手法

本研究では、製造業の企業・事業所を対象に、東日本大震災による被災要因や生産停止日数などを調査した。調査方法は、まず、全国紙・地方紙あわせて 15 の新聞から、企業・事業所の被災情報や生産停止情報を抽出した（表-1）。次に、抽出した企業の HP を閲覧し、企業属性や稼働状況を調査・把握し、1 元的なデータベースとして整理した。

(2) 被災企業の実態分析

分析は、作成したデータベース全 1357 事業所を対象とした。対象企業は、地域別には、東北 3 県で約 49%、関東地域が約 38%を占める。産業分類別には、飲料食品、化学製品、輸送機械の上位 3 種類で約 43%を占めている（表-3）。

a) 企業の主たる被災要因

東日本大震災により、製造停止または減産等の被害があった企業（事業所）の主たる被災要因をみると、地震動による建物被害および製造機械等の被害がでた事業所が最も多い（図-1）。次いで、ライフライン停止、原材料の調達困難によって生産被害が発生した事業所が多い。被災した事業所をマップ上に表示すると、ほぼ全国で広い範囲に分布していることがわかる（図-2）。要因別では、地震動による被災は東日本の範囲にほぼ収まっているのに対し、原材料調達困難の事業所は太平洋ベルト地帯を中心に西日本まで広がっており、サプライチェーンの連鎖による生産被害の裾野の広さが窺える。

また、産業別の被災事業所空間分布をみると、被災地から遠い西日本では、輸送機械産業が目立っており、サプライチェーンが被災した自動車産業の影響が大きい（図-3）。東北の太平洋沿岸部では、水産加工を中心

表-1 調査・収集した新聞一覧

(1) 日本経済新聞	(9) 三陸新報
(2) 日経産業新聞	(10) 河北新報
(3) 日経流通新聞	(11) 石巻河北新聞
(4) 日刊工業新聞	(12) 大崎タイムス
(5) 日本農業新聞	(13) 秋田魁新聞
(6) 日本水産経済新聞	(14) 山形新聞
(7) 東奥日報	(15) 福島民報
(8) 岩手日報	

表-2 データベース整理項目

1. 企業名・事業所名
2. 所在地
3. 業種
4. 具体的な製造品
5. 製品の特徴
6. 被害状況(被害内容・誘因・操業停止理由)
7. 復旧状況(復旧日・復旧内容)

表-3 把握した被災企業の業種別・地域別集計表（上位10産業を例示）

産業分類	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	その他 北海道 東北	その他 関東	その他 全国	計
飲料食品	31	90	11	34	15	41	0	222
化学製品	7	16	38	49	7	62	3	182
輸送機械	13	18	26	14	8	48	51	178
電子部品	21	22	37	11	20	12	5	128
金属製品	8	20	30	22	3	9	1	93
パルプ・紙・木製品	8	23	13	12	5	7	8	76
一般機械	10	8	22	11	4	15	3	73
その他の製造工業製品	4	13	15	17	0	17	0	66
情報・通信機器	2	9	18	12	4	11	8	64
精密機械	5	14	6	5	4	9	5	48
その他	20	42	39	37	27	60	2	227
合計	129	275	255	224	97	291	86	1357

図-1 要因別の被災事業所数^[1]

とした飲食料品産業が集積しており、これらの産業の被災事業所が多数存在する。

図-2 要因別の被災事業所位置図

図-3 産業別の被災事業所位置図

図-4 震災1ヶ月後の事業所の被災状況

図-5 震災3ヶ月後の事業所の被災状況

b) 通常生産再開までの日数

災害により被災した企業・事業所の生産高（経済活動レベル）は、あるレベルまで一気に落ち込み一定期間停滞し、その後、被災前の生産レベルまで復旧する期間を要することは知られているが⁷⁾、東日本大震災においては、多くの事業所で発災後、生産停止（つまり生産レベル 0%）に追い込まれている。そして、復旧作業が進むと、一部の製品の生産もしくは被災前に比して少ない量の生産が開始され、さらに復旧が進むと被災前生産レベルに戻るという経緯をたどっている。

本研究では、これを踏まえ、震災から 1 年後（2012 年 3 月 11 日）時点における事業所の生産停止期間及び一部生産期間について把握し、分析を行った。ここでいう「生産停止日数」とは、事業所における生産活動が全く稼働していない期間の日数とし、「一部生産日数」とは生産活動を再開しているが震災前に比べ低い操業度である状態の期間または設備機器の復旧が終了するまでの期間²⁾、「復旧日数」とは生産停止日数と一部生産日数を加えたものと定義する。新聞情報や企業の公開情報から、生産停止日数または一部生産日数が把握できない事業所については、各カテゴリーの平均値計算のサンプルから除外した³⁾。なお、1 年後時点で未だ操業再開に至っていない事業所については生産停止日数を 365 日換算として試算している。また、廃業・移転となった事業所については平均日数計算の対象外とした。

被災要因別の復旧日数をみると、最も復旧までの日数を要しているのは、「津波」による被災であり、242 日を要しており、しかも生産停止期間が半年以上となり、建物流失や生産機械浸水による被害の深刻さが窺える（図-6）。次いで、福島原発の影響による復旧日数が多く、130 日である。原材料の調達困難（サプライチェーン被災）が要因となった事業所については、生産停止日数は比較的短いものの、原材料不足による一部生産日数が長く、結果的に復旧日数は 78 日と 2 ヶ月以上を要していることがわかる。一方、地震動による被災企業数は多数であったが、復旧までの日数は 45 日と他要因に比べ短くなっている。

復旧日数を産業分類別にみると、被害が甚大だった沿岸部に多く立地していた水産加工業を含む「飲食料品」が、最も長く 122 日であり、次いで、「輸送機械」の 100 日と長くなっており、自動車産業を含むサプライチェーンの被災影響が大きいと考えられる（図-7）。

被災事業所数の上位 5 産業の復旧事業所割合⁴⁾をみると、発災から 30 日～60 日程度で、傾きが緩やかとなり、それ以降微増傾向となっている（図-8）。「飲食料品」製造業は、1 年後現在でも復旧率が 8 割程度と復旧できない事業所が多い。自動車産業を含む「輸送機械」製造業は、復旧事業所割合が 5 割を超えるのが震災から約

図-6 被災要因別の復旧日数³⁾

図-7 産業別の復旧日数³⁾

図-8 代表 5 産業の復旧事業所割合⁴⁾の推移

図-9 復旧日数ランク別の事業所数

80 日後であり、他産業よりも時間がかかっていることがわかる。全事業所の復旧日数をみると、発災から 20 日までに生産再開した事業所が多く 505 箇所であり、全体の 39%である（図-9）。以降、復旧スピードは鈍化し、2 ヶ月後で 897 箇所（70%）、3 ヶ月後で 1,039 箇所（81%）となっている。6 ヶ月以上要している事業所も 137 箇所（11%）あり、いかに深刻な被害を受けた事業所が多かったかがわかる。

被災事業所の生産停止日数別の空間分布をみると、岩手県・宮城県・福島県の沿岸部で生産停止日数が長期化する事業所が多数存在する（図-10）。一方、内陸部及び日本海側では比較的短期で生産再開できている事業所が多い。関東エリアでは、沿岸部以外でも生産停止日数が長期化している事業所が存在しているが、これは自動車産業のサプライチェーン被災による影響が大きい。

c) 移転および閉鎖の事業所の特性

被災事業所の復旧過程をモニタリング調査していく過程で、被災前の現場復旧を断念する事業所も判明している。2012 年 3 月 11 日現在で、移転が決定した事業所が 51 カ所、閉鎖は 18 カ所であり、合わせて 69 カ所であり、把握している被災事業所数全 1,357 カ所の 5.1%にあたる（表-4）。移転した事業所 51 カ所のうち、福島第 1 原発 30km 圏内の事業所が 15 カ所（29%）であり、これは警戒区域等の指定により移転を余儀なくされたものと考えられる。福島原発周辺以外の地域においては、飲食料品産業の移転 26 カ所、閉鎖 6 カ所が最も多い。次いで、パルプ・紙・木製品、金属製品、電子部品製造業における移転・閉鎖が多い。

福島原発 30km 圏外で閉鎖された事業所の事例をみると、(1)地震動・津波等により建物・設備に深刻なダメージを受けて再建が困難、(2)企業として再建資金不足（倒産）、(3)他地域の事業所で代替生産・増産が可能であるため被災事業所閉鎖（生産規模縮小）、(4)主要顧客の閉鎖・移転などにより事業継続困難、などが存在する。上記(2)は震災前の企業の経営・収益性の問題、(4)は震災後の需要変化による問題と考えることができる。

同様に移転事例をみると、(1)事業所新設のうえ移転、(2)同一またはグループ企業の他事業所への集約（事実上の生産規模縮小）、(3)生産品目や事業内容を縮小（または拡大）して移転、などが存在する。上記(2)(3)は、震災前の各企業における経営状況・収益性、震災後の需要変化などの要因として考えることができる。また、上記(1)の中には、復興計画及び土地利用計画の整備の遅れにより、震災前所在地の建築規制が要因となって、移転を余儀なくされた事業所も存在する。

輸送機械産業（自動車産業）については、サプライチェーン被災により大きな被害を受け、被災事業所数も上

図-10 生産停止日数別被災事業所の分布

表-4 被災により移転または閉鎖した事業所数

産業分類	福島原発30km圏内の事業所		その他		合計	
	移転	閉鎖	移転	閉鎖	移転	閉鎖
飲食料品	0	0	26	6	26	6
化学製品	4	0	0	2	4	2
金属製品	2	0	2	2	4	2
パルプ・紙・木製品	1	0	3	2	4	2
電子部品	1	0	2	1	3	1
その他	7	1	3	4	10	5
合計	15	1	36	17	51	18

表-5 被災事業所の移転先割合

移転先	福島原発30km圏内の事業所	その他	合計	
			件数	割合
同一市町村 周辺沿岸市町村	1	18	19	37.3%
同一県内	7	6	13	25.5%
東北内	0	6	6	11.8%
東北外	5	5	10	19.6%
未定	2	1	3	5.9%
合計	15	36	51	100.0%

位 3 位に入るが（表-3），移転・閉鎖の事業所数は少ない。サプライチェーンが大規模な構造を有していれば、一部が機能不全になれば全体に影響を及ぼす欠点もあるが、一方で、サプライチェーン全体で一部の機能不全を解消しようとする＝復旧を進めるための協力体制が構築されやすいという長所もある。実際、被災していない事業所が、被災した部品供給の上流側の企業を自工場に招き仮設工場を設けて支援したという事例や自動車用マイコンメーカーに世界各地の完成自動車メーカーから人的・物的支援が注ぎ込まれた事例などが報告されている。

この点から考えると、地場産業として大きなサプライチェーンを有していない産業などに対して、迅速かつ有効な事業継続のための支援を考えていくことが、1 つの減災施策として重要であろう。

移転した事業所の移転先としては、被災前立地箇所と同一市町村や周辺市町村への移転が 37%にとどまる（表-5）。その他、同一県内であるが内陸部等への移転が 26%、東北 6 県内の他県への移転が 12%、東北外へは 20%存在する。被災地域の経済復興という観点からすると、大きな課題となるであろう。

3. 道路交通ネットワークと事業所生産被害の関係分析

地震動や津波などより直接的な被害を被った企業にとっては、生産復旧活動の初期段階として、散乱した在庫や物品の片付けや毀損した設備・機器の修繕・再調達が必要であり、そのため、重機やトラックが通行できる道路交通ネットワークの重要性がきわめて高い。東日本大震災においては、国土交通省東北地方整備局が展開したくしの歯作戦によって、非津波浸水の内陸部から沿岸部への道路を啓開していく道路復旧手法がとられた。その復旧程度や被災前の道路ネットワーク条件により、供給拠点となる地点から各被災事業所への所要時間が異なるが、本研究では、被災後の道路交通サービスレベルと生産停止期間との関係について分析を行う。

(1) 調査手法

被災後の道路交通ネットワークのサービスレベルを測る指標として、道路を実際に走行した一般利用者の走行履歴データ⁹⁾を収集・整理し、区間別に算定した旅行速度を用いて、かつ、道路管理者が発表している交通規制情報から通行止め箇所を GIS 上の道路ネットワークに再現し、最短経路検索を行い、主要都市間の所要時間を算定した。

なお、所要時間解析には、震災後 7 日間（2011.3.12～2011.3.18）の 24 時間平均区間速度を利用している。

(2) 主要拠点都市からの所要時間と生産停止日数の関係分析

岩手県における供給拠点を盛岡市、花巻空港、遠野市の 3 箇所に設定し¹⁰⁾、供給拠点から各被災企業への所要時間を算定した。被災企業が複数存在する市村を対象に、市村別の平均生産停止日数を算定した。なお、その際、被災要因が津波及び原材料調達困難である事業所は対象外とした。その理由は、津波による被災事業所は生産停止日数が非常に長く、復旧には供給や物流による影響以外の要素のウェイトが高く、原材料調達困難が発生した事業所についても、主要サプライヤーの生産被害やその回復が、サプライチェーン全体の生産復旧に与えた影響が大きいためである。

地震動やライフライン被害等による被災事業所においては、供給拠点から各都市への所要時間が短いほど、生産停止日数が短縮する傾向が窺える（図-11）。沿岸部の宮古市では、津波による被災を免れた事業所でも生産停止日数が平均 30 日以上と長くなっているのに対し、盛岡市、滝沢村、花巻市では、供給拠点からの所要時間も短く、生産停止日数も短くなっている。

生産活動の復旧に際して、建物及び生産機器の修理や再調達を行うためには、安定した物流インフラが必要である。被災直後はトラック等の輸送車両や燃料が不足する中で、道路交通網が機能不全をきたしており、物流能力が低い状態であった。そのため、供給拠点から所要時間が長い地区へは輸送頻度や輸送量に、大きな制約があったと想定される。その中で、本研究の成果は、物流面からみた供給拠点からのアクセシビリティの高さが、復旧スピードを早期化する可能性を示唆するものであると考えられる。

図-11 事業所の生産停止日数と主要供給拠点からの所要時間都市別平均値

4. おわりに

本研究では、東日本大震災における製造業の生産停止被害について、被災企業の事例を収集し、その実態を把握した。生産停止被害を生産停止日数及び一部生産日数という指標で定量化し、業種別の違いや被災事業所の空間的な分布についての知見を得た。ただ、企業が生産停止日数や一部生産日数に対して、どのような要因がどの程度影響しているかについては、ライフラインの途絶状況や企業の経営指標なども含めて、多角的なデータにより分析する必要があるため、今後の課題であると認識している。

また、道路交通ネットワークの被災状況・復旧状況と生産停止被害の関連性について分析を行い、両者の相関関係についての示唆を得た。しかしながら、当分析は岩手県の一部の分析にとどまっており、より詳細に他県事業所によるデータ分析や産業別の分析など、多様な分析を実施することが今後の課題であると認識している。

補注

- [1] 被災要因については、被災企業の発表資料及び新聞記事等に記載されている被災状況から当てはまるものを全てをカウントした。よって、カテゴリー別の数を合計すると被災事業所数(1357)以上となる。
- [2] 被災後、生産規模を縮小して事業継続する事業所の場合は、設備機器の復旧が終了した時点をもって復旧と見なし、一部生産日数を算定した。震災前に比べ需要が低下している事業所の場合においても、設備機器の復旧までの期間にて、一部生産日数を算定している。
- [3] 各カテゴリーの生産停止日数平均値は、当該カテゴリーの中で生産停止日数の情報が把握できた事業所の平均値であり、一部生産日数も同様である。よって、生産停止日数と一部生産日数の平均値算定に使われている事業所サンプル数は異なる場合がある。

図-6、図-7 において、生産停止日数平均に用いた事業所サンプル数を SN として、一部生産日数平均に用いた事業所サンプル数を CN として示している。

- [4] 復旧事業所とは、震災前の操業度と同様の水準に復旧した事業所、または設備機器の修理・再調達が完了した事業所を示す。生産規模を縮小して再開した事業所は、操業度が震災前レベルには戻らないため、設備機器の修理・再調達が完了した時点(新しい事業所としてはフル稼働できる状態)をもって、復旧と扱っている。
- [5] Honda インターナビフローティングカーデータを使用して、所要時間・旅行速度を算定した。
- [6] 岩手県県庁所在地の盛岡市、花巻空港が存在する花巻市、沿岸部の広域後方支援基地となった遠野市を設定。緊急支援物資の1次集積拠点と同様。

参考文献

- 1) 内閣府(2011.6.24 発表)：東日本大震災における被害額の推計について
- 2) 経済産業省：2011年版ものづくり白書，2011.
- 3) 柴崎隆一：東日本大震災による港湾都市における産業・物流の被害・復旧状況，国土技術政策総合研究所資料，No.677，2012.
- 4) 芦谷恒憲，地主敏樹：阪神大震災による物流の変化－アンケート調査報告，国民経済雑誌，第178巻第2号，1998.
- 5) 芦谷恒憲，地主敏樹：震災と被災地産業構造の変化－被災地域産業連関表の推定と応用，国民経済雑誌，第183巻第1号，2001.
- 6) 中野一慶，多々納裕一，藤見俊夫，梶谷義雄，土屋哲：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.
- 7) 木村秀治，石川良文，片田敏孝，浅野和広，佐藤尚：都市型水害における事業所被害の構造的特質に関する研究，土木学会論文集 D，Vol.63，No.2，pp.88-100，2007.

(2013.2.25 受付)

STUDY ON BUSINESS INTERRUPTION OF THE MANUFACTURING INDUSTRY BY THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE

Jin CHUJO, Takuya FUJII and Yoshifumi ISHIKAWA

In this study, I investigated the business interruption caused by the Great East Japan Earthquake in each company of the manufacturing industry. I collected the data of approximately 1,300 domestic establishments, by surveying information of disaster-struck companies on the Internet and newspapers, etc.

As a result, approximately 10% of companies suffered the damage caused by Disaster of Supply Chain Networks. It became clear that the period to production recovery was two and a half months.

In addition, I analyzed about a relation between road traffic network and the production restoration of the manufacturing industry. The period of business interruption becomes shorter, when the transportation time from the supply base to the company becomes shorter.