

# 3.11 震災時の東北地域で生じた ガソリン需給ギャップの時空間分析

赤松隆<sup>1</sup>・大澤実<sup>2</sup>・長江剛志<sup>3</sup>・山口裕通<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 東北大学大学院教授 情報科学研究科 (〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻青葉 6-3-09)

E-mail: akamatsu@plan.civil.tohoku.ac.jp

<sup>2</sup>学生員 東北大学大学院 情報科学研究科 博士前期課程 (〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻青葉 6-3-09)

E-mail: osawa@plan.civil.tohoku.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東北大学大学院准教授 工学研究科 (〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻青葉 6-6-11)

E-mail: nagae@m.tohoku.ac.jp

<sup>4</sup>学生員 東北大学大学院 工学研究科 博士前期課程 (〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻青葉 6-3-09)

E-mail: h-ymgc@cneas.tohoku.ac.jp

東日本大震災では、石油精製・輸送施設が広域で被災し、東北・関東地方で石油不足問題が発生した。本研究では、石油製品販売量と港湾間の移出入統計を用いて、東北地域における震災後一ヶ月間の品種別石油製品の需給ギャップを分析した。その結果、以下の事実が明らかになった：(1) 震災後2週間の東北地域へのガソリン移入量は、平常時需要量の約1/3に過ぎなかった、(2) 2週間の供給不足により累積需要量が累積供給量を大幅に上回り、両者の差である待機需要が溜まった、(3) この待機需要が解消したのは震災後4週目となり、その結果、東北地域全体で約1週間分（平常時の日需要量換算）のガソリン需要が消失した、(4) 需給ギャップの状況は、太平洋側と日本海側地域で大きく異なり、宮城県・岩手県・山形県では、非常に大きかった。

**Key Words** : Great East Japan Earthquake, gasoline shortage, demand-supply gap, logistics

## 1 はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、関東・東北地域を中心とする広い範囲で石油不足問題が発生した。多くのガソリン小売店（以下、『SS』）が在庫切れ状態となり、営業しているSSにも長蛇の列が発生するなど、石油製品が入手困難となった。この現象は、東北地域では震災発生から1ヶ月前後続き、様々な活動に深刻な影響を与えた。まず、自動車の燃料不足が、沿岸被災地への緊急救援物資の配送や救援活動を妨げる大きな制約となった<sup>1</sup>。次に、震災による物的被害は軽微であった内陸部においても、燃料不足によって通勤交通や復旧活動が大きく制限を受けた。特に、東北地域の最大経済拠点である仙台都市圏では、震災～4月初旬まで交通量が激減したことが観測されている<sup>1)</sup>。仙台都市圏をはじめとする東北地方においては、通勤に占める自動車の分担率が非常に高いため、燃料不足によって社会・経済活動が著しく低下していたことが推察される。さらに、燃料不足による物流機能低下や企業での石油製品不足は、震災後生じた製造業のサプライ・チェーン問題においても、その発生要因の一つとなった。

このような広域的な石油不足の発生は、('70年代の石油危機を除けば) 我国では初めての経験であり、対策

<sup>1</sup> 実際、これについては、被災地や物流企業の現場から多数の報告がなされている。

の立案に際しては、今回の経験・知見を十分に活用すべきである。東海・東南海・南海連動型地震といった広域災害発生時に、このような事態を繰り返さないためには、合理的な対策の実施が求められる。対策としては、事前の方策（e.g., 石油供給施設補強や石油製品備蓄の計画、政府による震災時支援制度の設計等）および事後的な方策（e.g., 災害状況に対応した石油製品のロジスティクス戦略）が考えられよう。何れの方策にせよ、その立案・検討には、今回の石油不足に際して「事態がどのように発生し、どのような対策が実施され、その結果、どのような状態が広域的な対象空間において時系列的に進展したのか」といった事実関係を俯瞰的かつ定量的に把握しておくことが必要である。

しかし、今回の石油不足の全貌を俯瞰的に把握しうる十分な情報は、震災後1年以上を経た現時点でも、社会的に公開・共有されているとは言い難い。石油不足発生 of 最初の原因については、政府および石油業界から公表された<sup>2)</sup>：千葉・鹿島・仙台の石油精製施設および東北地域・太平洋沿岸の港湾施設が被災し、東北地域への石油製品の供給機能が停止したことが、石油不足の発端である。だが、その後、1) どのような対策が実施されたのか？ 2) その結果、どのような状況となったのか？ 3) なぜ1ヶ月近くも石油不足が続いたのか？といった基本的な疑問に系統的に答え得る情報は、殆

ど公表されてこなかった。実際、政府・経済産業省が震災1週間後から始めたInternet上の発表も、全体的な対策の概略方針、あるいは断片的な個別オペレーションに関わる情報が大半であった。また、石油不足の解消後も、経済産業省や石油連盟からは、石油不足期間に生じた状況を俯瞰的かつ定量的に把握し得る情報や分析結果は公開されなかった<sup>2</sup>。さらに、第3者機関からは、石油不足の主原因を消費サイドの「買いだめ行動」に帰する論文<sup>4</sup>等、事実誤認と思われる情報が発信されている<sup>3</sup>。すなわち、供給サイド（石油製品のロジスティクス）に関する定量的記述・分析は殆どない。

上記の問題意識に基づき、赤松ら<sup>5</sup>は、震災発生後1ヵ月間の東北地域における石油製品主要3品種（ガソリン・灯油・軽油）について、その輸送実態、および供給不足の俯瞰的状況を定量的に把握することを目的として分析した。具体的には、県別の石油製品販売量統計（月毎）と東北地域港湾への移入量統計（日毎）を用い、震災後1ヵ月間の東北地域における石油製品（主要3品種の総量）の輸送と需要-供給ギャップの推移を分析した。その結果、東北地域への石油製品供給量が圧倒的に不足していた（i.e., 東北地域での石油不足問題への対策としては、供給サイドの検討が不可欠であり、消費サイドは二義的な問題であった）ことが明らかにされた。

ただし、赤松ら<sup>5</sup>の分析には、以下の限界がある：(1) 3つの石油品種を区別しない石油製品の総量に関する分析にとどまっている、(2) 東北地域港湾への移入統計は入港船舶の申請データに基づいているため、その精度が必ずしも明らかではない、(3) 石油製品の需要-供給ギャップの実態分析は、東北地域全体での集計量に基づいており、より細かな地域ごとの実態は明らかにされていない。

そこで、本論文では、これらの課題に対処した石油製品輸送および需要供給ギャップの実態を明らかにすることを目的とする。課題(1)と(2)に対応するために、赤松ら<sup>5</sup>で用いたデータに加え、石油品種別の輸送量が正確にわかる製油所からの出荷データ（日毎）を用い、3つの石油品種を区別して分析する。その際に、東北地域港湾への移入量データとのマッチングにより、両データの信頼性を確認する。また、一般の消費者にとって重要な石油品種であるガソリンの輸送量について特に詳細に分析する。課題(3)に対しては、油槽所-SS間

の輸送モデルに基づく市町村別の（日毎）供給量推計モデルを構築し、震災発生時から始まった石油製品の需給ギャップが空間的にどのように拡大～収束していったのかを定量的に明らかにする。

本研究の結果として、赤松ら<sup>5</sup>の結論がガソリンについてもロバストに成立することが確認される：(1) 震災後2週間の東北地域全体へのガソリン移入量は、平常時の（同一期間）需要量の約1/3に過ぎなかった。(2) この移入量不足は、港湾施設が被災した宮城県・福島県・岩手県で、特に顕著であった。(3) 日本海側油槽所から移入されたガソリンの太平洋側地域への転送量も十分ではなかった。(4) この2週間の供給不足により、累積潜在需要量が累積供給量を大幅に上回り、両者の差である待機需要（“需要の待ち行列”）が溜まった。(5) 震災後3週目からのガソリンの供給量/日は、フローとしての需要量/日と同程度までは回復したものの、ストック変数である待機需要をすみやかに解消しうる水準ではなかった<sup>4</sup>。(6) その結果、“待ち行列”が捌け終わったのは、震災後4週目となった。(7) 3週間にわたる“待ち行列”発生の結果、実現需要は大幅に抑制され、東北地域全体で約1週間分相当量（平常時の日需要量換算）のガソリン需要が消失した（i.e., その消失需要量に対応する社会・経済的活動が実行不可能となり、莫大な経済的損失が発生した<sup>5</sup>）。

さらに、市町村別の需給ギャップの進展を分析した結果、以下の事実が明らかとなった：(8) 太平洋側地域と日本海側地域では、需給ギャップに著しく大きな差があり、(9) 県別にみると、需給ギャップが大きかったのは上位から宮城県・岩手県・山形県の順であった、(10) 需給ギャップの進展パターンを踏まえると、西から東方向、北から南方向への油槽所-SS間輸送が不十分であった。

本論文の構成は以下の通りである。2章では利用データと本論文での分析対象を説明する。3章では東日本大震災による石油製品供給施設の被災状況を整理する。4章では、石油製品販売量統計に基づいて、東日本大震災の影響を概観する。5章では、船舶の輸送量データに基づいて、震災前後の東北地域に対する石油製品の輸送状況を石油品種別に分析する。6章では、販売量統計と船舶・鉄道輸送量データに基づいて、震災後の東北地域全体でのガソリンの集計的需給ギャップを分析する。7章では、市町村別ガソリン販売量推定モデルを構築する。8章では、7章で構築したモデルを用い、震災後の各県におけるガソリンの需給状態の時系列的進展を分析する。9章は本論文の結論である。

<sup>2</sup> 経済産業省は、今後の対策として石油製品備蓄施設の増強案を審議会資料とともに発表している<sup>3</sup>。しかし、その資料等には、今回の石油不足問題に対する定量的かつ俯瞰的な情報や分析は、殆ど見られない。震災後1年以上を経た2012年3月末に、経済産業省による報告書<sup>2</sup>が公開されたが、その内容は、SSおよび需要サイドに対するアンケート調査の集計結果と定性的対策に関する記述が大半である。

<sup>3</sup> そのような「消費者行動説」が正しくないことは、本論文の観測データに基づく定量的分析によって明らかにされる。

<sup>4</sup> ガソリンの供給量/日は、他の石油品種に比べ早く回復したが、需要（待機需要を含む）に対応できる量ではなかった。

<sup>5</sup> 東北地域全体で、数千億円オーダーの経済損失が生じたと推計される。

## 2 収集データと分析対象

本章では、石油製品の供給フローを簡単に説明する。石油製品は製油所と呼ばれる工場で原油から精製される。製油所からSS等小売店までの供給フローは、大きく2パターンに分けられる。第1のパターンでは、製油所からタンクローリーによって直接SS等小売店へ供給される。そして、第2のパターンでは、油槽所と呼ばれる輸送拠点を經由して供給される。このとき、製油所から油槽所までの輸送は主に船舶（タンカー）が用いられるが、内陸部に油槽所が立地している場合には鉄道（タンク車）が用いられる。そして、油槽所からSSへの輸送にはタンクローリーが用いられる。

本論文では、石油製品の輸送状況と需給ギャップを把握するために、石油製品販売量データと石油製品輸送データを用いる。まず、石油製品販売量データは、SS等小売店から消費者に販売された石油製品量が都道府県別月毎にわかるデータである。これは、経済産業省がまとめている資源・エネルギー統計<sup>6)</sup>の一部である。次に、石油製品輸送データは、東北地域の港湾における移入データ（以下、『港湾移入データ』）と、全国各地の製油所からの出荷データ（以下、『港湾移出データ』）、および東北地域向けの鉄道輸送量（以下、『鉄道移入データ』）の3種類からなる。港湾移入データは、東北地域各港湾で行われたオイルタンカーからの石油製品積み下ろし（移入）の日時、量、および出荷港湾が個別にわかる、石油品種の区別がないデータである。港湾移出データは、全国各地の製油所港湾で行われたオイルタンカーへの石油製品積み込み（移出）の日時、量、仕向け港湾がわかる、石油品種別の内訳が記載されたデータである。鉄道移入データは、東北地域への鉄道による石油製品輸送実績が日毎に把握できる、石油品種の不明なデータである。これは、既存の分析で佐々木<sup>7)</sup>が示した数値を用いた。

なお、輸送データのうち港湾移出データと港湾移入データは、石油製品の港湾間輸送データ（起終点データ）をそれぞれ起点側・終点側から観測したデータである。本論文で用いる上では、これらの2種類のデータを予めマッチングすることにより、数値の信頼性を確認するとともに、東北地域内港湾における移入量についてその石油品種別内訳を把握することを可能とした。また、鉄道輸送データについては、同時期の港湾移入データから算出した石油品種移入比率で按分することにより、品種別移入量に換算した。

本論文での分析対象油種および、対象地域は以下に示すとおりである。石油製品の中でも分析対象とする石油品種は、交通関係や一般家庭において燃料として利用されるガソリン・軽油・灯油の3油種とする。対象地域は福島県を除く東北5県（青森・岩手・宮城・秋

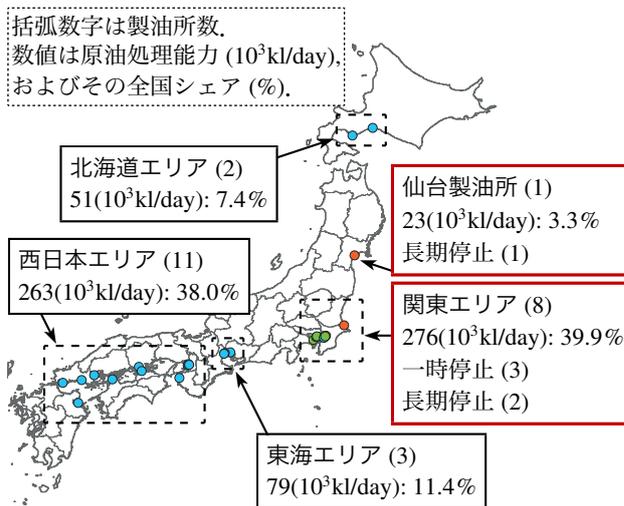


図-1: エリアごとの製油所数・製油能力とその被災状況

図中、赤は発災後長期間停止した製油所、緑は一時停止した製油所、青は停止しなかった製油所を示す。

田・山形)とする。福島県については、原発事故の影響で多くの人が移動し、震災時の地域毎の需要量の推計が困難なため、本分析では除外した。本論文で示す結果は明記がない限り福島県を除いたものである。

## 3 石油製品供給施設

### 3.1 日本の製油所とその被災状況

日本の製油所の立地は、図-1に示すように大きく5つのエリアに分けられる。その中でも、瀬戸内海（西日本エリア）と東京湾（関東エリア）に多くの製油所が集中していることがわかる。また、東北地域には仙台製油所1カ所しか存在しない。

東日本大震災による製油所の被災状況を簡潔にまとめておこう。まず、東北地域では唯一の仙台製油所が被災し長期間稼働停止した。次に、日本全体では、仙台製油所以外に関東エリアで5カ所の製油所が被災により稼働を停止した。ただし、停止した5カ所のうち、被害が小さかった3カ所は発災後数日で再稼働している。結局、被災により長時間稼働停止に追い込まれた製油所は東北・関東エリアの計3カ所で、その原油処理能力は日本全体の約13%である。

以上の被災状況から、長期間失われた製油能力は限定的であり、製油所の被災は石油製品不足の根本的な原因でなかったことがわかる。震災前の日本では省エネルギー化や他エネルギーの転換等による石油製品の需要減少の中で、余剰の精製能力を抱えており、稼働率は近年では80%を下回る状態であった<sup>8),9)</sup>。このことから、被災していない製油所の稼働率を高めることで、製油所の被災に対応して日本全体としての石油製品量を確保することができた。しかし、製油所は西日本に多く存在するため、製油所から石油製品不足地域への

輸送がボトルネックとなりうることは容易に想像がつく。つまり、東日本大震災時の石油不足は、被災による生産地域の空間的な変化に応じて輸送量・輸送パターンを変更できなかったことが最も根本的な原因であったと推測される。

### 3.2 東北地域の主要油槽所とその被災状況

通常時、東北地域のSS等小売店に対しては、仙台製油所からのタンクローリーによる直接供給か、他地域製油所からの東北地域の油槽所を介した供給が実施されていた。東北地域の主要油槽所の立地を図-2に示す。盛岡と郡山にある油槽所以外は、石油製品を製油所から船舶で輸送できる港湾に立地している。内陸にある盛岡と郡山の油槽所に対しては、製油所から鉄道を用いて輸送される。発災後の東北地域では、仙台製油所被災により製油所からの直接供給が不可能となったため、必要な石油製品の全量を他地域の製油所から輸送せざるを得ない状況となっていた。

次に、東日本大震災による油槽所の被災状況を整理する。図-2に示す入荷再開日からわかるように、東北地域ではほぼすべての油槽所が、発災後に一時入荷ができない状態となった。この期間は新潟や他の地域からタンクローリーで輸送するしかなかった。しかし、タンクローリーの容量・台数の制約から<sup>5)</sup>、輸送できた量はごく僅かであったと考えるのが自然である。発災後3、4日後になると、日本海側の港湾に隣接する青森・秋田・酒田の油槽所が入荷を再開している。太平洋側の港湾に隣接する八戸・仙台塩釜・小名浜といった油槽所は、津波被害により入荷再開までに早い箇所でも10日を要した。つまり、太平洋側に石油製品を供給するためには、日本海側の油槽所から転送するしかない時期が存在した。以上をまとめると、震災時の東北地域の石油製品供給施設の状況は以下の3つのphaseに分けられる：

- 1<sup>st</sup> phase:** 発災後3日間、全油槽所が利用不可能な状態
- 2<sup>nd</sup> phase:** 発災から4日～10日後まで、太平洋側の油槽所は津波被災により利用できないが、日本海側の油槽所は利用可能な状態。
- 3<sup>rd</sup> phase:** 発災から10日後以降、仙台製油所の被災により依然生産はできないが、太平洋側の各油槽所も順次機能を回復しつつある状態。

なお、図-2に記載した油槽所以外に、気仙沼市と釜石市にも油槽所は存在するが、それぞれの取扱量は本論文で取り扱う数値オーダーと比較して少なく、さらに被災により長期間利用されていない。そのため、本論文の分析対象から除外した。



図-2: 東北地域の主要油槽所と入荷再開日

青は1<sup>st</sup>phaseで稼働していた油槽所を、緑は2<sup>nd</sup>phaseで再開した油槽所を、赤は3<sup>rd</sup>phaseで再開した油槽所を示す。

表-1: 発災月(3月)の品種別販売量の前年度比較(10<sup>3</sup>kl)

		青森	岩手	宮城	山形	秋田	計
ガソリン	[A] 10年度	36	37	81	32	29	214
	[B] 11年度	33	27	39	28	23	150
	[B]/[A](%)	90	72	48	87	82	70
軽油	[A] 10年度	61	40	70	47	37	254
	[B] 11年度	46	21	27	37	27	159
	[B]/[A](%)	76	54	39	79	73	63
灯油	[A] 10年度	28	28	44	18	18	136
	[B] 11年度	20	16	26	15	11	87
	[B]/[A](%)	73	56	58	81	59	64
全品種	[A] 10年度	125	104	195	97	83	604
	[B] 11年度	99	64	92	79	61	395
	[B]/[A](%)	80	61	47	82	73	65

## 4 東北地域の石油製品販売量

東日本大震災の影響を、2011年度3月期の石油製品の品種別販売量と2010年度の同期間を比較することにより見てゆこう。3月販売量のうち、発災後の期間(3月11日～31日)のみを取り上げると表-1が得られる。ここで、[B]は2011年3月11日～31日の推定販売量、[A]は2010年同期間の推定販売量であり、具体的には以下のように算出した<sup>6)</sup>：

$$[A] = (21/31) \times [2010年3月販売量]$$

$$[B] = [2011年3月販売量] - (10/31) \times [2010年3月販売量]$$

表-1から、全ての県、全ての石油品種について震災発生後3月期の販売量が減少していることが観察できる。東北地域全体の全石油製品販売量は前年比60%台まで

<sup>6)</sup> 震災後に実施された各種組織からの無償供与は、本論文で扱う統計データの数値オーダーと比較して小さいため、表-1の販売量データには加えていない。

表-2: 他地域港湾からの移出量の発災前後1ヵ月比較 (10<sup>3</sup>kl)

	北海道	関東	東海	西日本	その他	計	
ガソリン	前	84	145	7	9	12	257
	後	132	53	15	19	1	219
軽油	前	57	73	3	5	8	145
	後	81	30	7	8	1	128
灯油	前	94	150	11	28	12	295
	後	90	54	10	28	1	183
全品種	前	235	367	21	42	33	698
	後	303	137	31	56	4	530

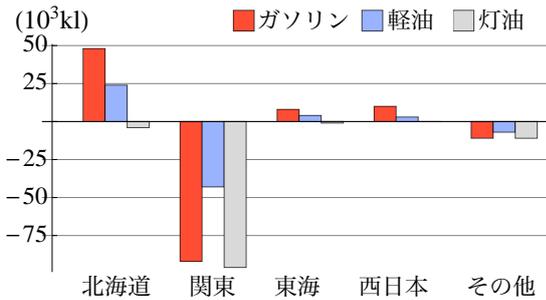


図-3: 他地域港湾からの移出量の発災前後1ヵ月の増減

落ち込み、発災後の東北地域は非常に深刻な状況にあったことが窺える。特に、太平洋側の宮城県では前年比50%未満、岩手県でも約60%に激減した。震災被害が軽微であった内陸部の秋田県でさえ約70%と大きく減少している。石油品種別の特性に注目すると、東北地域全体で見るとき軽油および灯油では前後比60%前半であるのに対し、ガソリンは同70%となっており、ガソリンの減少幅が他品種に比べれば小さいことが観察される。しかし、太平洋側の宮城県においてはガソリンは前年比50%未満、軽油は約40%と大幅に減少しており、深刻な状態であったことには変わりがない。

このように販売量が大きく減少した要因として、震災による自動車被害や心理的影響等によって消費者の需要量が減少した可能性もある程度は考えられる<sup>7</sup>。しかし、それだけで、これほど大きな変化をもたらすとは考えにくい。むしろ、これらの地域では供給施設被災により供給量が不足し、その制約により本来の需要が実現できなかった、すなわち、

$$\text{販売量} = \text{供給量} < \text{本来の需要量}$$

となっていたと考えるのが自然である。実際、油槽所等の石油供給施設の被害が軽微であった秋田・青森県の販売量は減少率が少ないという事実も、この解釈を裏づけている。この点については、5、6章でより詳しく議論する。

<sup>7</sup> なお、石油製品の卸売価格は発災当初据え置きとなっており、小売店における便乗値上げも見られなかったことが報告されている<sup>10</sup>。このため、石油価格の影響は無視出来ると考えられる。

表-3: 東北地域港湾への移入量の発災前後1ヵ月比較 (10<sup>3</sup>kl)

	青森	八戸	秋田	酒田	仙台塩釜	計	
ガソリン	前	52	54	45	18	89	257
	後	51	16	72	19	62	219
軽油	前	44	38	29	12	21	145
	後	36	13	38	15	26	128
灯油	前	64	51	85	9	87	295
	後	56	16	66	14	31	183
全品種	前	160	143	159	39	197	698
	後	143	46	175	47	119	530

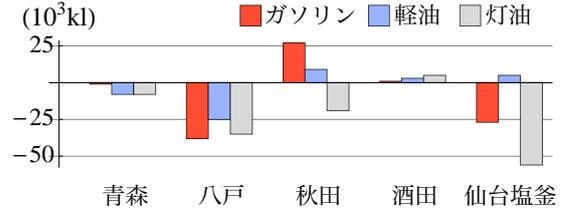


図-4: 東北地域港湾への移入量の発災前後1ヵ月の増減

## 5 東北地域への石油製品輸送量

本章では、港湾移出データおよび港湾移入データを利用し、発災後、製油所から東北地域油槽所に輸送された石油製品の品種別輸送パターンとその時系列変化を把握する。5.1節では他地域港湾（製油所）から東北地方への各石油品種の移出量を、5.2節では東北地域港湾（油槽所）における移入量を分析する。5.3節ではガソリンのみに焦点を絞って分析する。なお、本章の集計値は福島県の小名浜港向けの移出量、および盛岡油槽所への鉄道による移出量は含まない<sup>8</sup>。

### 5.1 他地域港湾からの移出量

本節では、発災後、全国の製油所から東北地域の油槽所向けに移出された石油製品の輸送パターンおよび移出量の時系列推移を示す。表-2は、発災前1ヵ月間（2011年2月10日～3月11日）および発災後1ヵ月間（同3月12日～4月11日）のそれぞれについて、各製油所港湾からの東北地域向け移出量を地域毎に集計したものである。また、発災前後の増減を表-2から求め、図-3に示した。

表-2および図-3から、他地域からの東北地域向け石油製品移出量が発災前後で大きく変化したこと、およびその品種別・地域別傾向がわかる。第1に、全ての石油品種について、発災後の出荷量が大きく減少した。第2に、発災前は全体の半分以上を占めていた関東地方からの移出量が、約1/3に激減した。ガソリン・灯油は発災前の約1/3、軽油は1/2未満にまで落ち込んだ。

<sup>8</sup> 小名浜港における入荷再開は3/29であり、小名浜港を考慮しても傾向に大差はない。また、佐々木<sup>7)</sup>による盛岡油槽所への鉄道による移入量は、大まかな推定量であり、品種別の内訳が得られていないことから、本章の分析材料からは外した。

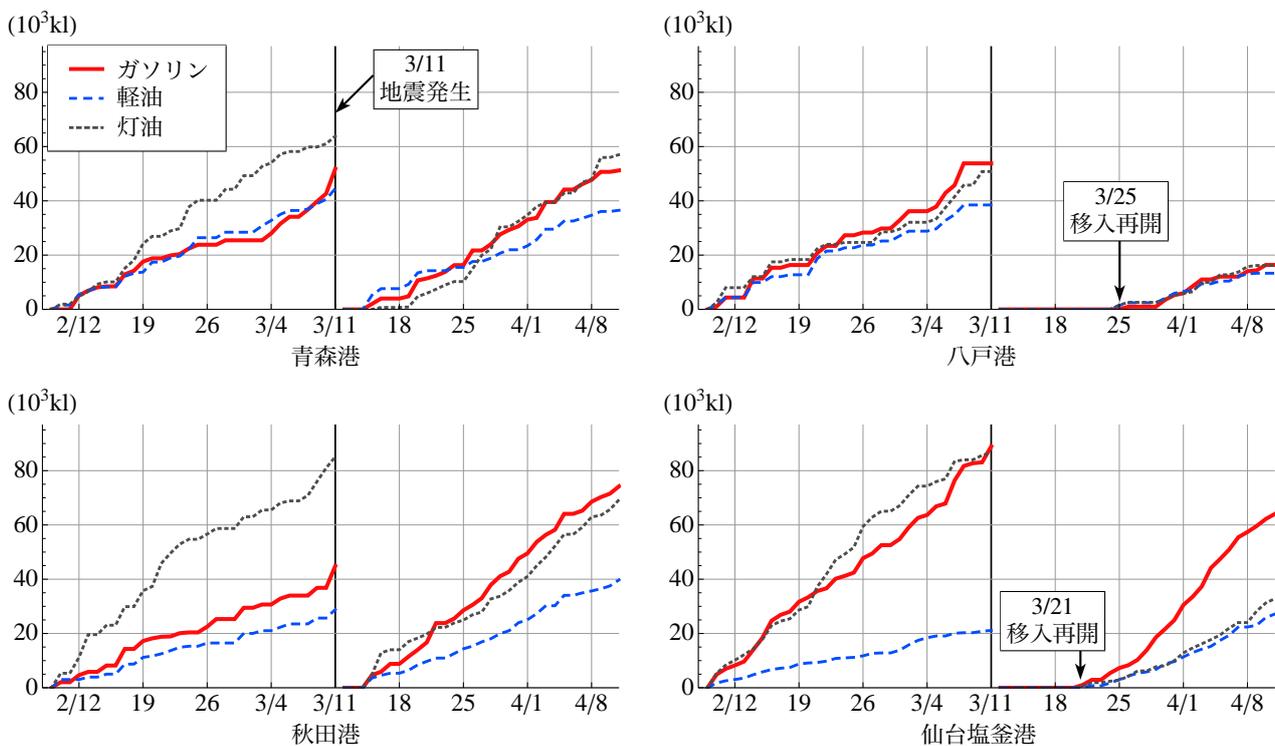


図-5: 東北地域主要港湾における発災前後1ヵ月間の品種別累積移入量

横軸は月日、縦軸は石油製品の累積移入量(10<sup>3</sup>kl)を表す。各港湾(油槽所)の図について、左右の累積曲線は、それぞれ2月10日、3月12日から計測した累積移入量(即ち、発災前後1ヵ月間の累積移入量)を1日ごとにプロットしたものである。曲線の傾きは移入流率(移入量/日)を意味する。

これは、関東地域太平洋岸の製油所が大きな被害を受けたことにより、関東地域も石油不足の状況にあったことが原因となったと考えられる。第3に、北海道・東海・西日本地域からの移出量が発災後に増加した。関東地域からの移出減少に対して、これらの地域の移出増加によって対応したと考えられる。特に北海道地域からの増加が著しく、東海・西日本地域からの増加は全体と比較すれば僅かである。これは、2011年3月17日の経済産業大臣の会見<sup>11)</sup>およびそれ以降の経済産業省の発表<sup>12)</sup>が実態と大きく乖離していたことを意味する：経済産業省は、西日本の製油所から一日あたり約2万klのガソリン等を東北地方に転送すると発表していた。この量は、1ヵ月間での移出量約600(10<sup>3</sup>kl)に相当する。これは、東北地域で必要な量の大半を西日本から転送することを意味する。しかし、表-2からも読み取れるように、実際には発災後1ヵ月間に西日本から輸送された量は全品種合計で約56(10<sup>3</sup>kl)であり、政府発表の1/10未満に過ぎなかった。

## 5.2 東北地域港湾への移入量

表-3および図-4では、各油槽所における発災後1ヵ月間の移入量と発災前1ヵ月間の移入量を比較している。第1に、津波被害を受けた太平洋側港湾(八戸港・仙台塩釜港)の移入量が激減していることがわかる。八戸港・仙台塩釜港は発災前1ヵ月間において2港湾で

東北地域における全石油製品移入量の約1/2を占めていたが、発災後1ヵ月間では全体の約1/5を占めるに過ぎない。第2に、日本海側港湾(秋田港)では、発災前より多くの石油製品量が移入されていることが確認できる。しかし、これらの増加は太平洋側港湾(八戸港・仙台塩釜港)における減少を賄うには程遠い量であることもわかる。第3に、発災後約10日間移入が停止していた仙台塩釜港においては、ガソリンと灯油の移入量が大幅に減少したにも関わらず軽油は増加した。これは、3月21日の移入再開後、仙台塩釜港に集中的に軽油が投入された結果と考えられる。

図-5を用いて、石油製品移入の時系列変化についてより詳しく見てゆこう。図-5は、3月11日発災前後1ヵ月間の東北地域の主要港湾における石油品種別累積移入量を示したものである<sup>9)</sup>。第1に、発災以前は仙台塩釜港がガソリンについて最大の移入港湾であったことが累積曲線の傾きから読み取れる。他方、軽油については青森港・秋田港・八戸港の移入量が卓越していたことも読み取れる。第2に、3月11日の発災後、仙台塩釜港・八戸港の移入停止とともに、秋田港のガソリン累積移入量曲線の傾きが明らかに増大していることがわかる。これは、仙台塩釜港が発災後使用不能となったのを補うため、日本海側港湾からガソリンが移入され

<sup>9)</sup> 酒田港は他の4港湾と比べて移入量が小さく、同期間に全ての石油品種が20(10<sup>3</sup>kl)未満であるため、図-5には示していない。

たことを示す。秋田港では、ガソリンほど顕著な特徴は見られないものの、軽油の移入量についても増大傾向が見られる。発災後4週間が経過した4月8日頃には、秋田港におけるこれらの傾向は取まりつつあり、累積曲線の傾きは発災前1ヵ月に近いものとなっている。第3に、仙台塩釜港が3月21日に復旧した後、ガソリンおよび軽油が集中的に仙台塩釜港に移入されていることがわかる。更に、ガソリンについてはほぼ発災以前の傾きとほぼ同等な一方で、軽油については発災以前を上回る移入があったことが観察できる。仙台塩釜港復旧後、救援物資の輸送等に欠かせない軽油が仙台塩釜港に集中的に輸送された影響と考えられる。また、仙台塩釜港における累積移入量曲線の傾きは、灯油を除き4月8日時点でも発災前1ヵ月の傾きを上回っており、日本海側港湾とは傾向を異にしている。これは、震災への対応における石油製品移入の中心が、日本海側港湾から仙台塩釜港をはじめとする太平洋側港湾に移動したことを示している。

### 5.3 ガソリンの移出量および移入量

本節ではガソリンのみに着目し、その輸送量の時系列推移を、**図-6**および**図-7**を用いて見ていこう。**図-6**は、全国の製油所から東北地域の油槽所向けの週別ガソリン移出量を、**図-7**は、東北地域各油槽所におけるガソリン週別移入量を、それぞれ発災後5週の間について示したものである<sup>10</sup>。

**図-6**から、第1に、発災後2週間は総移出量が平常時の東北地方におけるガソリン需要量と比較して極めて少ないことがわかる。具体的には、平常時週需要量<sup>11</sup>（**図中**赤色の破線）に対して、1週目は約2割、2週目は約6割しか輸送されていない。第2に、発災後3、4週目の総移出量は、平常時需要を満たすまでに回復していることがわかる。この発災後3、4週目の移出量の回復は、主として北海道地域からの移出の伸びによることが観察できる。発災後2週目以降、西日本地域からも移出が見られるが、北海道地域の増加に比するとその寄与は小さい。第3に、関東地域からの移出量が継続的に増加していることがわかる。しかし、既に**表-2**および**図-3**に見たように、発災後1ヵ月間の移出量は総量としては発災前の水準から大幅に減少している。

**図-7**から、発災後2週間は、太平洋側の八戸港と仙台塩釜港が殆ど利用できず、日本海側の秋田港・青森港・酒田港のみが機能していたことが見て取れる。特に秋田港は、発災後2週間の総移入量の約1/2を占めるなど、中心的な役割を果たしている。しかし、これら日

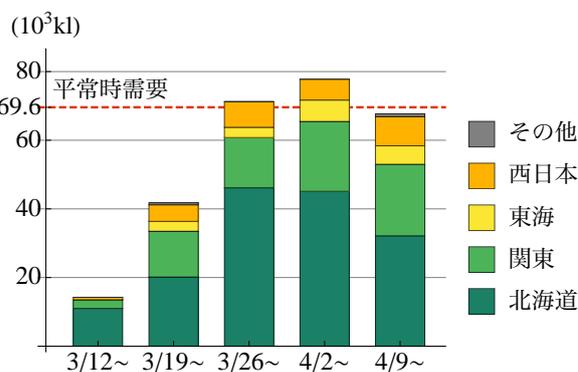


図-6: 発災後の他地域港湾からの週別ガソリン移出量の推移

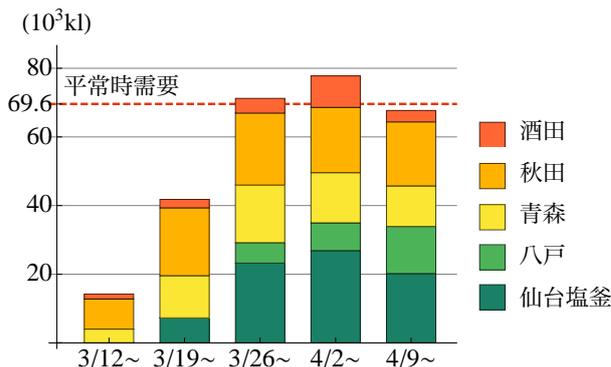


図-7: 発災後の東北地域への週別ガソリン移入量の推移

本海側港湾における移入量の増加は、東北地域全体で見れば十分ではなく、明らかな供給量不足であった。2~4週目にかけて太平洋側の仙台塩釜港・八戸港が復旧するに従い、これらの港湾の移入量が徐々に伸び、平常時需要に見合うだけの入荷が可能となった。結局、太平洋側の仙台塩釜港および八戸港が機能を十分回復するまでは、東北地域全体への石油製品の供給は十分になされなかったといえる。

なお、**図-6**、**図-7**から東北地域での石油不足が解消した時期を読み取る際には、注意が必要である。**図-6**、**図-7**では、発災後3週目以降は移出量が増加し、一見、石油不足は解消しているように見える。しかし、この時点では1週~2週目に購入できなかった消費者の需要が持ち越されている（“待機需要”が残っている）ことに注意しよう。発災後3週目の供給量は、3週目に新たに発生したフローとしての需要には対応できても、ストック変数である待機需要まで解消しうる数量ではない。この点については、次の6章で詳しく検討する。

## 6 東北地域における集計的需給ギャップ

本章では、石油製品の販売量と輸送量データを組み合わせ、東北地域全体でのガソリンの在庫放出量、需給ギャップ、消失需要を分析する。累積図を活用したこれらの分析により、発災後の石油不足が1ヵ月近くもの間続いた理由が明らかとなる。

<sup>10</sup> 製油所（起点）から油槽所（終点）へのガソリン輸送のOD（起・終点）輸送量パターンと、その発災前後の変化については、付録の**表-A1**および**図-A1**を参照されたい。

<sup>11</sup> 2010年3月期のガソリン販売実績<sup>6)</sup>を平常時3月期の月需要量とみなし、週単位に換算したものの。

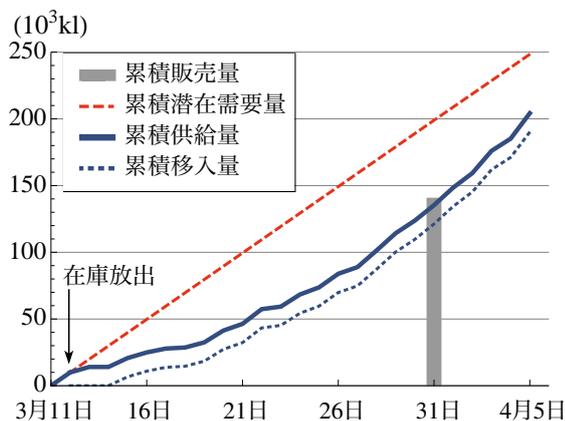


図-8: 在庫放出を考慮したガソリンの累積供給量と累積潜在需要量の比較

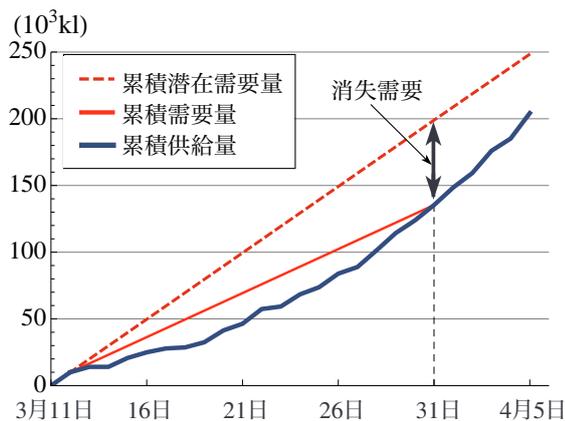


図-9: ガソリンの累積需要と消失需要

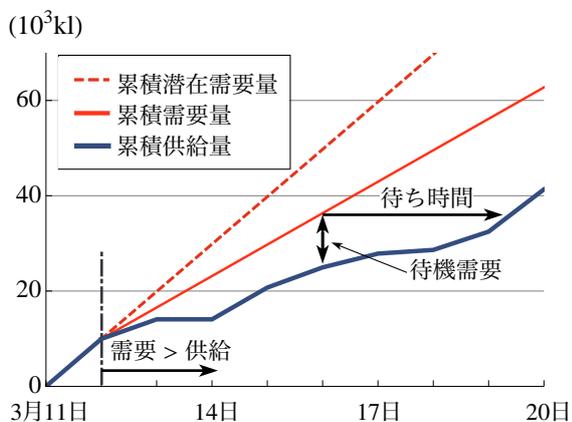


図-10: 待機需要（待ち行列）の推移（図-9の一部を拡大）

### 6.1 東北地域における需要量と供給量の推計

東北地域全体で、発災後の供給が需要をどの程度満たしていたかを分析するために、本節では「需要量」および「供給量」を定義し、推計しよう。

まず、「需要量」については、2010年3月の月間販売量を日販売量に換算したものを本来の一日当り消費量（i.e., 十分な供給がなされた場合の消費量）と想定し、これを潜在日需要量と呼ぶ。そして、この累積量を累積潜在需要量と定義する。

次に、「供給量」は、油槽所における移入量（船舶・

鉄道）に「在庫放出量」を加えたものと定義する。東日本大震災の発災後、東北地域のSSや油槽所では、他地域からの移入による供給の不足を賄うために、在庫を放出したと考えられ、この量を考慮する必要があるからである。

この「在庫放出量」は、個別の油槽所・SSについては不明であるが、東北地域全体であれば、対象期間内で成立すべき関係：

$$\text{累積販売量} = \text{累積移入量} + \text{在庫放出量}$$

を用いて求めることができる。すなわち、3月発災後の販売量から左辺の累積販売量（i.e., 表-1に示した県別販売量の総和）を、石油製品輸送データから右辺の累積移入量を計算すれば、発災直後から3月31日までの在庫放出量を推計できる。その結果、東北地域全体での在庫放出量は約14(10<sup>3</sup>kl)と求められた。これは、平常時（2010年3月）の1日当たり実績販売量に換算すると、約1.4日分である（図-8参照）。以降では、東北地域における「供給量」は、東北地域にある油槽所の移入量に、1.4日分の在庫放出分を加えたものとする。

### 6.2 東北地域全体での集計的需給ギャップ

本節では、前節で推計した需要量および供給量の差（需給ギャップ）を分析しよう。図-8に累積潜在需要量（赤色の破線）、累積移入量（青色の破線）、および累積供給量（青色の実線：累積移入量+在庫1.4日分）を示す。この図では、発災直後2日間は潜在需要量に応じて在庫が供給され、在庫がすべて放出された後は、移入量に等しい供給がなされると想定している。図-8から、累積潜在需要曲線が常に累積供給曲線の上に位置することがわかる。これは、仮に潜在需要量が実現していたならば、供給量が不足し続けることを意味する。しかし、現実には遅くとも4月半ば頃にはSSの行列や在庫切れの状態は解消されている<sup>14)</sup>。このことから、消費者は潜在需要の一部については、入手を諦めたと考えられる。本論文では、この消費者が諦めた需要を「消失需要」と定義する。

消失需要量が存在したと考えると、実際に実現した消費者の需要量は、累積潜在需要量より少ない量となる。ここで、3月31日に供給不足が解消したと仮定し、一日当たりの需要量は一定であったと想定した場合の累積需要量を図-9に示す（赤色の実線）。

この場合、供給不足が解消するまでの需要量は、潜在需要量の約66%となり、この累積需要量と累積潜在需要量の差が消失需要量である。供給不足が解消したと仮定した時点（3月31日）での消失需要量は約64(10<sup>3</sup>kl)であり、潜在日需要量に換算すると約6.4日分である<sup>12)</sup>。これは、東日本大震災により、ガソリンに換

<sup>12)</sup> この量は表-1で示した発災月販売量と前年販売量の差に等しい。

算して約6.4日分の需要に対応する社会・経済活動が失われ、膨大な経済的損失が発生したことを意味する。

さて、図-9の一部期間(3月11日~20日)を拡大表示した図-10を用いて、累積需要量と累積供給量の“ギャップ”を見てゆこう。図に示される2本の累積曲線のギャップから、石油製品購入のための“待機需要”(待ち行列)の推移を読み取ることができる。より具体的には、図-10の累積需要曲線と累積供給曲線の間の垂直方向の距離は“待機需要量”を表し、水平軸方向の距離は石油製品を購入するために必要な“待ち時間”である。個別のSSに発生した行列は、この集計的な“待機需要”の一部が顕在化した現象といえる。ここで注意すべきは、フロー変数としての供給量/日が需要量/日に追いつき、さらに上回ったとしても、ストック変数である“待機需要”は、すぐには消えないことである。実際、5.3節でも見たように、3月26日頃には供給量/日が需要量/日に追いついているが、図-9から判るよう、それまでの供給不足で大きく溜まった待機需要の解消にはその後1週間を要している。これが、東北地方の各地で石油製品不足が長引いた基本的な理由である。

以上の分析から明らかなように、東北地方における石油製品不足を軽減するために本質的に必要とされた対策は、供給サイドの制約を少しでも緩和することであった。まず、発災当初より、可能な限り待機需要を発生させないよう、日本海側から太平洋側へ十分な陸上輸送を行うべきであった。次に、3月21日の仙台塩釜港の移入再開以降は、蓄積された待機需要を減少させるべく、より積極的な石油製品供給が必要であった。具体的には、平常時の需要量/日以上の供給量/日を維持する必要があった。もしこのような方策が実施されていたならば、待機需要は早期に解消し、石油製品不足は長期化しなかったであろう<sup>13</sup>。

しかし、実際には待機需要を考慮した供給サイドの能力強化は十分にはなされなかった。その代わりに、需要サイドに制約を課す対策がとられた——東北地域では、発災後1か月間以上にわたって、政府および石油連盟から、消費者へ「石油製品の不要不急の購入」を控えるよう要請する広報活動が続けられた。だが、本節の分析で示されたように、東北地域で発災後に顕在化した需要は、本来の需要が供給制約によって大きく抑制されたものであった。つまり、東北地域における発災後の顕在需要の大半は、「不要不急の購入」などではなかった。従って、石油製品の買い控えを求める需要サイドへの広報活動は、本来必要な経済活動を抑制

してしまう可能性の高いものであったといえる。つまり、東日本大震災における本質的な問題——需要消失による社会・経済活動の抑制がもたらした膨大な経済的損失——を助長する方策であったと言わざるを得ない。問題を根本的に解決するためには、初期の圧倒的な供給量不足を緩和するとともに、蓄積された待機需要を早期に解消するための、供給サイドの施策が求められていた。

## 7 東北地域における需給ギャップの空間分布

第6章までに見たように、震災後の東北地域では、日本海側の油槽所は早く復旧したが、太平洋側の油槽所は津波被災により長期間利用できなかった。そのため、実際に供給不足が解消された時期は、東北地域内でも日本海側と太平洋側では大きく異なると考えられる。本章では、油槽所から東北地方各市町村へのガソリン供給量を推定するモデルを構築し、需給ギャップの空間的推移を分析する。

### 7.1 市町村別販売量推定モデル

市町村単位のガソリン供給量を推定する上で利用可能なデータ・セットは、a)2010年・2011年の3月・4月の石油販売実績(県別、月次)、b)2010年3月12日~4月15日の油槽所への石油製品移入量(油槽所別、日次)、c)各市町村の人口統計、の3種類のみである。これらの限られたデータを用いて、東北地域内各市町村へのガソリン供給量を推計するために、“市町村別ガソリン販売量推定モデル”を構築した。モデルは、震災発生翌日以降、時点内(ある1日)の各油槽所から各市町村へのガソリンの輸送量を決定する“ガソリン配分モデル”と、時点間での各油槽所におけるガソリンの供給可能量および各市町村における潜在需要量の進展を記述する“需要・供給ストック動学モデル”から構成される。なお、これらの市町村別販売量推定モデルを構築する際には、震災後のガソリンの需要および配分について以下の3つの自然な仮定を採用した：

- 1) 図-9に示したように、日々発生する(潜在的な)ガソリン需要フローの一部は時間の経過とともに消失し、残った部分のみが需要の待ち行列として顕在化した；
- 2) こうして顕在化した需要を上回らない範囲で、可能な限り輸送に要する費用(所要時間)の総和を最小化するような配分が行なわれた；
- 3) ただし、こうした効率性追求のみならず、より多くの地域に偏りなくガソリンを供給するような、公平性に配慮した配分が行なわれた。

また、モデル・パラメータは、前述のデータ・セットa)~c)をモデル入力とし、仮定1)~3)を満足した上で推計されるガソリン販売量(市町村単位)の集計値が実

<sup>13</sup> このような方策を実現するためには、地域全体での石油製品ロジスティクス上の物理的制約(タンクローリー数等)の総点検および、それを踏まえた発災後の輸送戦略の事前準備、および政府による補助スキームの整備が必要不可欠であった。

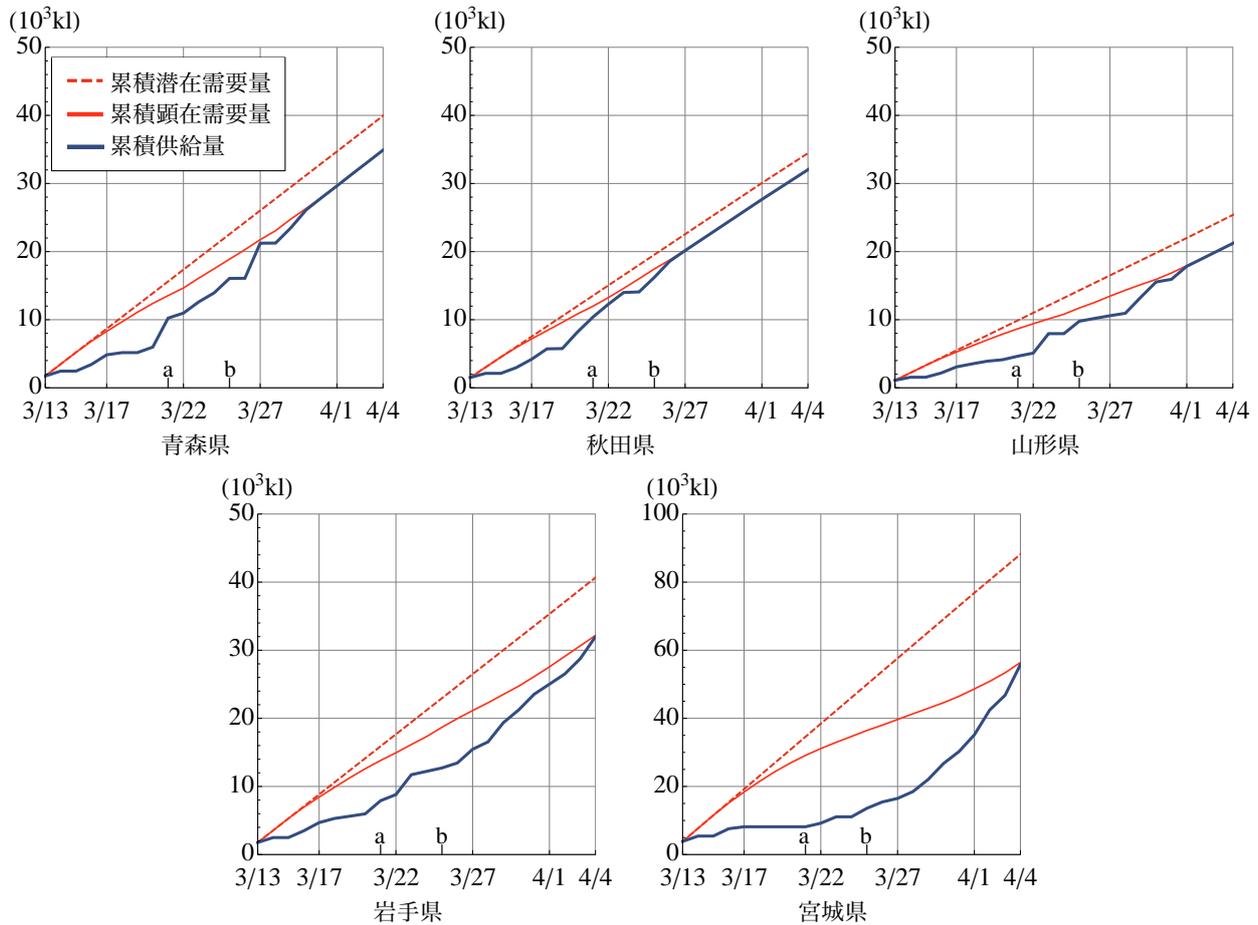


図-11: 県別の累積潜在需要、累積顕在需要および累積販売量

図中、a は仙台塩釜港の再開した 3 月 21 日を、b は八戸港の再開した 3 月 25 日を示す。

際の販売量（県別）に最もよく当てはまるように決定した。紙面の制約により、本概要ではモデルの定式化等は割愛する。モデルの詳細、およびパラメータ推定方法の説明については、赤松ら<sup>13)</sup>を参照されたい。

## 7.2 県単位の需給ギャップの推移

こうして得られた市町村別の累積潜在需要、累積顕在需要および累積販売量を、各県ごとに集計したものを図-11 に示す。ただし、販売量の推計には、待機需要の解消日を 4 月 4 日とした。各図において、点線、太い実線および細かい実線は、それぞれ、潜在需要、顕在需要および販売量の累積量を表している。累積図を用いることで、各時点における各県での待機需要（顕在需要と販売量の差）や、ガソリン不足によって消失した需要（潜在需要と顕在需要の差）を見通しよく表現できる。図-11 より、以下の 2 点が読み取れる。第 1 に、需給ギャップが解消する時点に地域差が生じている——日本海側の青森・秋田では震災発生後 2 週間程度で解消しているのに対し、太平洋側の宮城・岩手や小規模な油槽所しか持たない山形では第 3 週まで解消されない。第 2 に、需給ギャップが大きいほど、消失需要 (i.e., 潜在需要と顕在需要の差) もまた大きい。特に、宮城県

においては需要に対して販売量が圧倒的に不足しており、需要の消失 (i.e., 経済活動の抑制) が深刻であったことを表している。最後に、待機需要が比較的早期に解消した秋田や青森においても、その供給量は前年同期と同一の需要を賄い得る水準ではなく、消失需要が発生している。これは、秋田港・青森港から移入したガソリンの一部を、混乱が発生しない範囲で、岩手・宮城・山形県へ転送していた結果と考えられる。

## 7.3 市町村単位の需給ギャップの空間分布

次に、市町村単位で計算された需給ギャップの空間分布、およびその推移を図-12 に示す。この図は、3 月 15 日、18 日、22 日、25 日、29 日、4 月 1 日の 6 時点のそれぞれについて、各市町村を当該時点での供給率（累積顕在需要 1 単位あたりの累積販売量）で塗り分けたものである。供給率が大きいほど需給ギャップが小さいことを意味する。この図より、第 1 に、太平洋沿岸部では需給ギャップがなかなか解消されず、特に、宮城や岩手の一部の沿岸部においては、(殆どの地域で需給ギャップが概ね解消されている) 震災後 3 週間後においても、ガソリンが十分に行き渡っていないことがわかる。第 2 に、どの時点においても、需給ギャップ

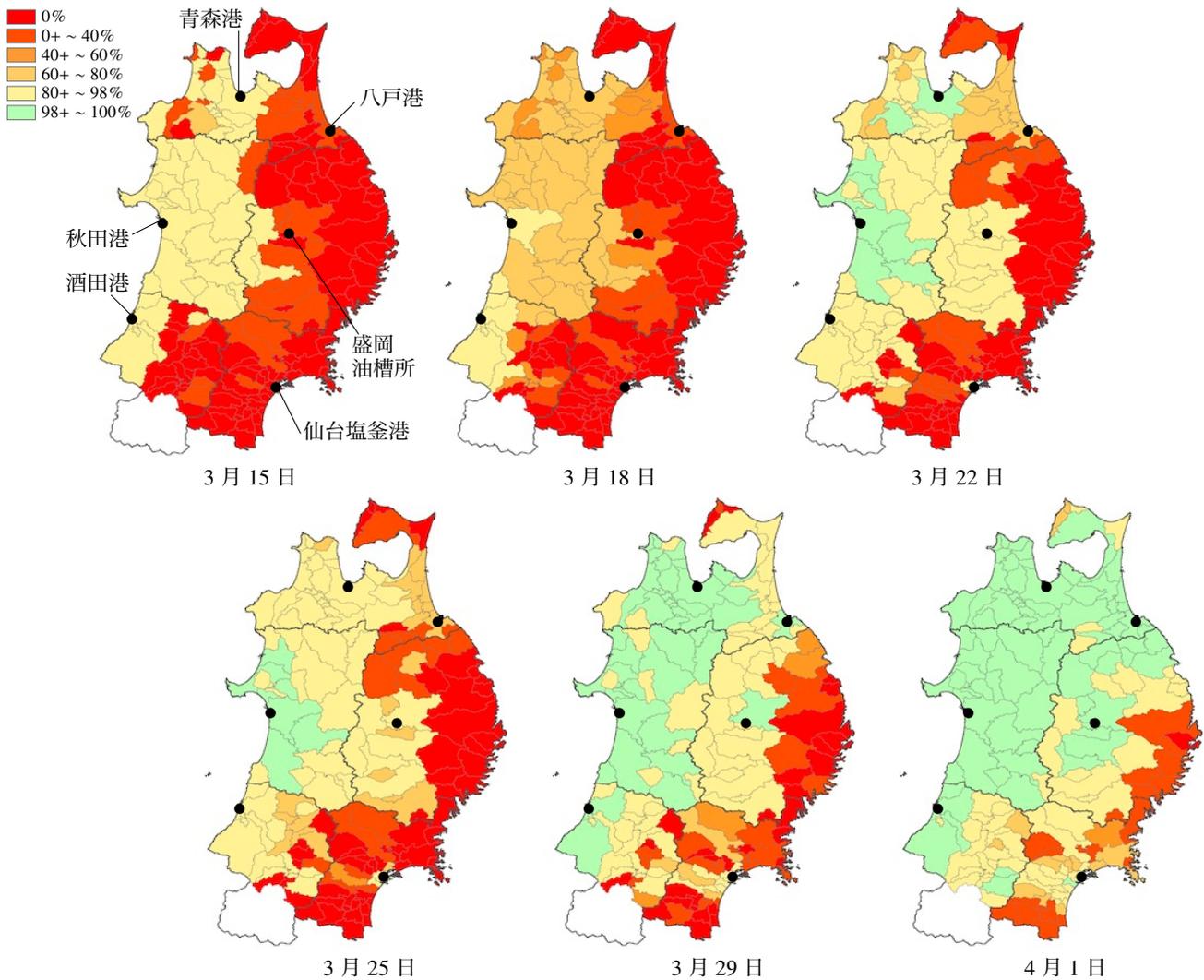


図-12: 市町村別の需給ギャップの空間分布の推移

は、東側の地域よりも西側の地域、北側の地域よりも南側のほうが大きいことがわかる。これらの結果は、いずれも、図-13 に示したクチコミサイト「gogo.gs」に投稿された情報とも合致している。

ガソリンの需給ギャップに上述のような空間的な偏りが生じた要因は、発災後の早い段階で太平洋側への供給ルートを確認できなかったことにあると考えられる：日本海側（西側・北側）の油槽所から順次供給体制が回復した一方で、太平洋側（東側・南側）への陸上輸送は限定的であった。その結果、待機需要が蓄積されたことが原因となり、これらの地域のガソリン不足が長期化したと推測される<sup>14</sup>。太平洋側におけるガソリン不足を改善するためには、発災直後より西側から東側、北側から南側への転送を可能にし、供給能力を保証するような事前・事後の方策が必要であった。

## 8 おわりに

本論文では、通常時と東日本大震災発災直後の石油製品供給施設の状況について整理した上で、石油製品販売実績データと輸送データから、震災時の東北地域への供給体制を定量的に把握した。その結果、東日本大震災時の東北地方では、圧倒的な供給量不足による石油不足が発生していたことが確認された。また、ガソリン配分モデルを用いた分析から、東北地域内でも空間的に不足に偏りがあり、特に宮城県では発災後4週目まで石油不足が続いていたことを明らかにした。

今後の課題としては、まず、今回の震災時の供給施設制約を考慮した上で、より供給状況を改善できたであろうロジスティクス戦略を確認しておくことが挙げられる。その上で、将来の大規模災害への対策として、発災後輸送ロジスティクス戦略と（石油製品備蓄施設を含む）施設補強計画との統合分析や、石油会社の震災時オペレーションに対する政府の補助スキームといった制度設計を検討しておくことも重要な課題である。

<sup>14</sup> このガソリン不足の長期化により、平常時に換算して6.4日分相当のガソリン需要と、それに対応する社会・経済活動が消失したことは、既に6章で見た通りである。

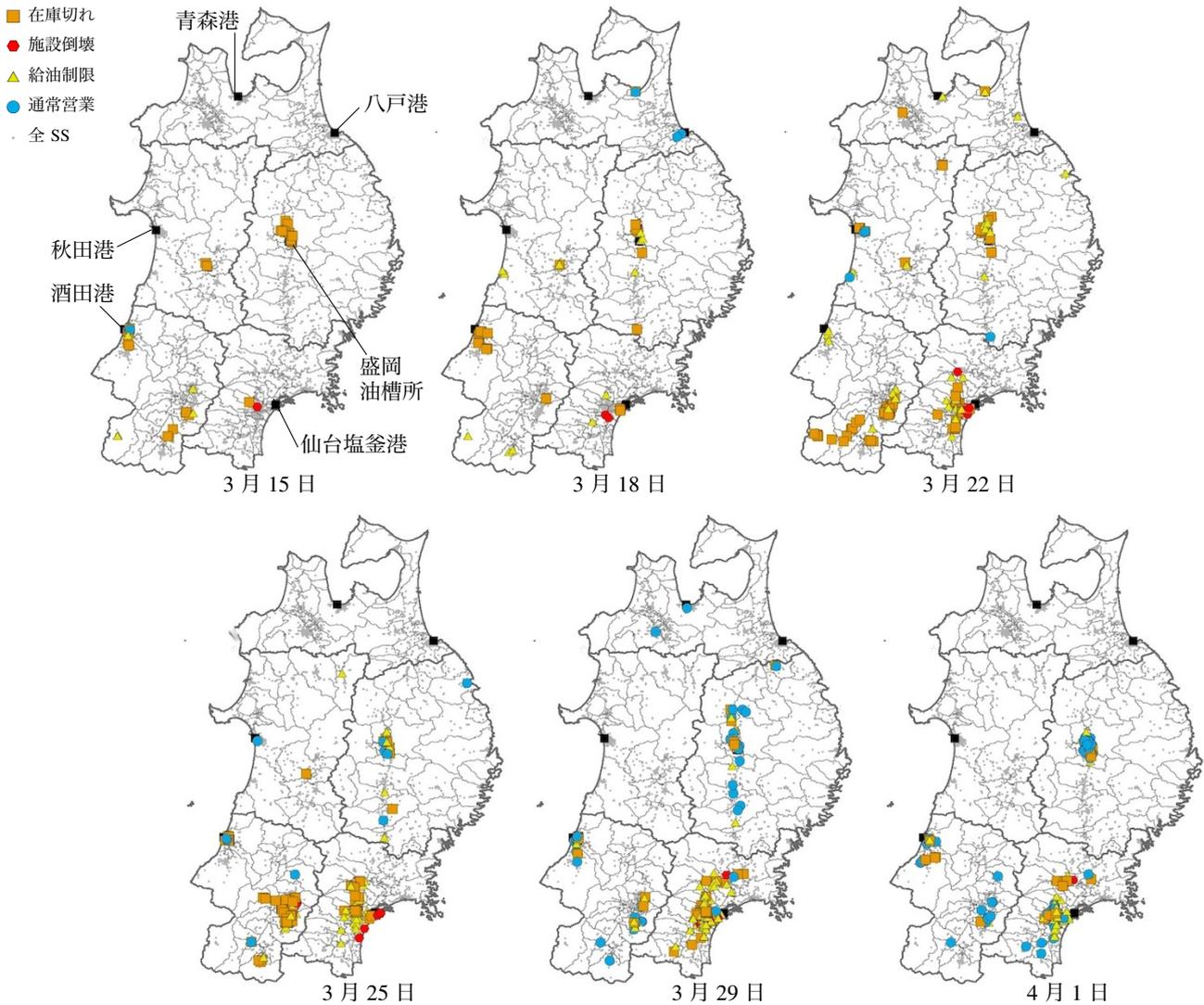


図-13: 東北地域におけるSSサービス状況の推移

クチコミサイト「gogo.gs」<sup>14)</sup>に利用者により投稿された「災害時ガソリンスタンド情報」を元に作成。全SSについての情報は得られていないが、都市部においては一定数のクチコミが投稿されており、消費者が直面したガソリン不足の定性的な傾向を把握するためには有用である。

**謝辞：** 本論文で用いた東北地域港湾の移入データは、国土交通省東北地方整備局、および青森港、八戸港、秋田港、酒田港、仙台塩釜港の港湾管理担当者を通してご提供いただいた。また、他地域製油所港湾からの移出データは、国土交通省北海道開発局、関東地方整備局、中部地方整備局、近畿地方整備局、中国地方整備局、四国地方整備局、および室蘭港、苫小牧港、千葉港、川崎港、横浜港、名古屋港、四日市港、和歌山下津港、堺泉北港、今治港、坂出港、水島港、岩国港、徳山下松港、宇部港の港湾管理担当者、並びにJX日鉱日石エネルギー、出光興産、極東石油、コスモ石油、西部石油、太陽石油、東亜石油、東燃ゼネラル石油、富士石油の各担当者を通してご提供いただいた。これらのデータの適正な使用に関しては、国土交通省総合政策局情報政策課交通統計室からアドバイスを頂いた。ま

た、復興庁統括官付参事官水谷誠氏、東北工業大学稲村肇教授からは、データ収集にあたり多大な協力を得た。熊本大学円山琢也准教授、東北大学井上亮准教授からは、GISによるデータ処理に関連して協力を得た。この場を借り、関係者の皆様に心より感謝いたします。

### 付録

発災前後1ヵ月間の東北地域向け石油製品OD（起終点）間輸送量を表-A1に示した。ここで、起点は、基本的に製油所港湾のある地域（図-1を参照のこと）とし、終点は油槽所の存在する港湾（青森、八戸、秋田、酒田、仙台塩釜、小名浜）とした。また、発災前後1ヵ月の東北地方向け総輸送量に占める、発地・着地のシェアの変化を表-A1より求め、図-A1に示した。

表-A1: 発災前後1ヵ月の東北地域へのガソリン輸送量 (10<sup>3</sup>kl)

		青森	八戸	秋田	酒田	仙台塩釜	計
北海道	前	21.7	17.6	26.6	13.9	4.4	84.2
	後	25	9.3	45.8	18	33.6	131.6
関東	前	22.6	30.0	15.4	1.7	74.9	144.6
	後	19.7	2.6	10.1	0.0	20.2	52.6
東海	前	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	7.1
	後	1.7	4.5	0.0	0.0	8.3	14.6
西日本	前	3.7	0.0	2.8	0.0	2.6	9.1
	後	3.4	0.0	15.6	0.0	0.0	19.1
その他	前	3.8	6.2	0.0	2.4	0.0	12.3
	後	0.8	0.0	0.0	0.6	0.0	1.4
計	前	51.8	53.8	44.8	18	89	257.3
	後	50.6	16.4	71.5	18.6	62.1	219.3

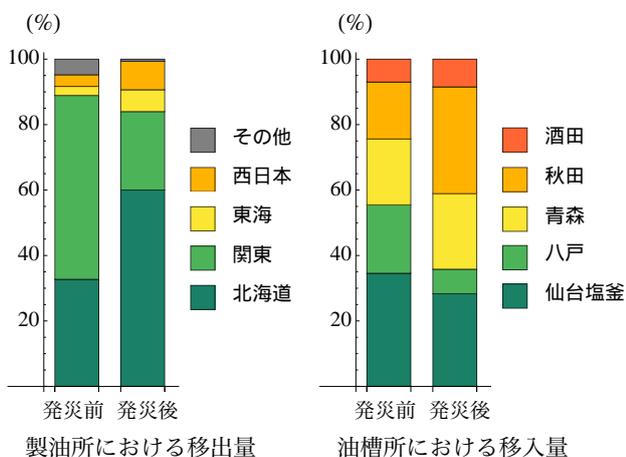


図-A1: ガソリン移出・移入量シェアの発災前後1ヵ月の変化 (表-A1 を元に作成)

参考文献

- 1) 東北大学ロジスティクス調査団: 東日本大震災後のロジスティクスに関する記録と解析. 東北大学ロジスティクス調査団中間報告書, 2012.
- 2) みずほ情報総研株式会社環境・資源エネルギー部: 平成23年度石油産業体制等調査研究 (平成23年度東日本大震災石油製品流通調査事業). 調査報告書, 経済産業省, 2012.
- 3) 経済産業省: 資源・燃料政策に関する有識者との意見交換会—災害時における石油・ガスの安定供給. 2011. ([http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy\\_environment.html](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment.html))
- 4) 戒能一成: 東日本大震災の国内エネルギー需給への短期的影響—2011年3月のエネルギー需給変化の観察・分析—. 経済産業研究所 (RIETI) Special Report, 2011. ([http://www.rieti.go.jp/jp/special/special\\_report/047.html](http://www.rieti.go.jp/jp/special/special_report/047.html)).
- 5) 赤松隆, 山口裕通, 長江剛志, 稲村 肇: 東日本大震災後の東北地域における石油製品不足と石油製品輸送実態の把握. 季刊・運輸政策研究, Vol.15, 2012.
- 6) 経済産業省: 生産動態統計調査: 資源・エネルギー統計. 2011.
- 7) 佐々木康真: 被災地に向けた石油製品輸送について. 運輸と経済, Vol. 71, No. 8, 2011.
- 8) JX 日鉱日石エネルギー: 石油便覧. 2011. (<http://www.noel.jx-group.co.jp/binran/>)
- 9) 石油連盟: 今日の石油産業 2012. 2012.
- 10) 財団法人日本エネルギー経済研究所: 東日本大震災による石油需給への影響について. 2011. ([http://eneken.ieej.or.jp/whatsnew\\_op/energynews.html](http://eneken.ieej.or.jp/whatsnew_op/energynews.html))
- 11) 経済産業省: 海江田経済産業大臣の臨時会見の概要. 2011. ([http://www.meti.go.jp/speeches/data\\_ed/ed110317j.html](http://www.meti.go.jp/speeches/data_ed/ed110317j.html))
- 12) 経済産業省: 東北地方 (被災地) 及び関東圏でのガソリン・軽油等の供給確保. 2011. ([http://www.meti.go.jp/speeches/data\\_ed/ed110317j.html](http://www.meti.go.jp/speeches/data_ed/ed110317j.html))
- 13) 赤松隆, 大澤実, 長江剛志, 山口裕通: 3.11 震災後の東北地域におけるガソリン需給ギャップの時空間分析. 土木学会論文集, 掲載決定. (<http://researchmap.jp/mufdctvsa-1830753/>)
- 14) gogo.gs: 災害時ガソリン情報. 2011. (<http://saigai.gogo.gs/>)

Spatio-Temporal Analysis of Gasoline Shortages in the Tohoku Region after the Great East Japan Earthquake

Takashi AKAMATSU, Minoru OSAWA, Takeshi NAGAE, Hiromichi YAMAGUCHI

In this study, we analyzed the actual amount of gasoline transported into the Tohoku region during the first month after the Great East Japan Earthquake. We found that (1) the amount of gasoline supplied in the Tohoku region during the first two weeks was only 1/3 of the normal demand; (2) the shortage of supply in the first two weeks led to a huge “back-log of demand”; (3) it took four weeks for the backlog to be cleared; the lost (suppressed) demand during the period was equivalent to the amount of normal demand for 7 days. (4) the gaps between gasoline supply and demand in the Pacific coast areas were huge, compared with those in the Japan sea coast areas; the gap in each prefecture of the Tohoku region was gradually reduced over time in the following order: Akita, Aomori, Iwate, Yamagata, and finally, Miyagi prefecture.