

# 災害時の地域間流動推計による 農産品の代替生産地に関する研究

小川 智之<sup>1</sup>・土屋 哲<sup>2</sup>・谷本 圭志<sup>3</sup>・長曾我部 まどか<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 鳥取大学 持続性社会創生科学研究科工学専攻 (〒680-8552鳥取県鳥取市湖山町南四丁目101)

E-mail : M17J6008K@edu.tottori-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 鳥取大学准教授 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552鳥取県鳥取市湖山町南四丁目101)

E-mail : tsuchiya@sse.tottori-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 鳥取大学教授 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552鳥取県鳥取市湖山町南四丁目101)

E-mail : tanimoto@sse.tottori-u.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 鳥取大学助教 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552鳥取県鳥取市湖山町南四丁目101)

E-mail : mchoso@edu.tottori-u.ac.jp

わが国では、国内で流通する農産品の多くを地方の生産地に依存している。そのため、生産地の被災により、供給不足や価格の高騰といった影響が全国に及びうる。災害の多発するわが国において、災害時に安定した量の農産品を購入するためには、複数の購入先を確保することが必要である。

本研究では、災害により生産地からの供給量が減少した場合における農産品の地域間流動を推計することで、被災により供給量が減少した生産地に代わり農産品のおもな供給源となる生産地（以後、代替生産地と呼ぶ）を推定し、消費地側からみた重要な代替生産地を明らかにする。

**Key Words :** *Agricultural products, Substitute production area, Inter-regional flow model, Disaster risk management*

## 1. はじめに

わが国において、農産品を始めとする食料の大部分は地方で生産されており、大都市への供給により大都市部の人々の食生活が保たれている。都市部における農産品の自給率は地方に比べて低く、その多くを地方に、あるいは輸入に依存している。したがって、農産品出荷量の多い生産地が大災害により被災すると、消費地では農産品の流通量と価格の両面に深刻な影響が及びうる。東日本大震災では、地震及び津波による東北地方を中心とする広範囲の被害や、放射性物質の検出に伴う多くの食品の出荷制限、食に関する風評被害、日本産食品に対する輸入規制等により、我が国の農林水産業は大きな被害を受けた。また、2014年2月上旬には全国的に豪雪に見舞われ、特に記録的大雪となった関東・甲信地方では農業施設や農産品供給にも大きな影響が及んだ。山梨では県内のビニールハウスの4割が倒壊または損傷、特にブドウの産地である笛吹市や甲州市などの峡東地区では8割が被害を受け、次年度の収穫に多大な影響が出た。2016年夏

には、日本有数の農産品出荷量を誇る北海道が台風の通過により甚大な被害を受けた。一方、海外に目を向けると、2012年夏の米国では干ばつが深刻の度合いを深め、トウモロコシ生産地帯「コーンベルト」全体が大打撃を受けて価格の高騰が起こった。他にも大豆、小麦などの主要穀物の供給不足も懸念されている。

災害の発生などで、ある地域で食料が不足する場合、周辺地域からの支援や流通のシフトが求められるが、それらの周辺地域のみで必要とされる食料不足分をまかなえるかは不明確である。災害時においては被災地のみならず、他の消費地に対しても安定した食料供給を行うことの重要性は大きい。また、今後も日本において気象・地震などの災害による被害が予想されることから、全国いずれの地域であっても食料供給不足に陥る可能性がある。以上のことから、食料供給源としての地方への期待は高く、緊急時における都市や他の地方への輸送などといった対応を効率よく行うことが、被害の軽減や早期の復興につながるものと考えられる。

農産品を対象としてこうした災害リスクを管理するた

めには、被災によって出荷量が減った場合に全国的な流動がどのように変化するかを把握しておくことが重要である。そこで本研究では、国内の災害により被災地からの農産品の供給が一部困難になる場合を想定し、その状況下で農産品の地域間流動量を予測するモデルを構築して、想定災害の下でどのように流動が変化するかを把握する。特に、地域間流動の変化の結果、災害後ある消費地に最も多く供給している生産地（出荷地）が変化した場合、これを「代替生産地」と定義し、品目・消費地ごとに代替生産地を明らかにすることを目的とする。

## 2. 本研究の考え方

財の地域間流動パターンを求める方法として、一つには、線形計画問題（輸送問題）として定式化する方法が考えられる。特に農産品の流動を扱う研究は地産地消、あるいは地球温暖化を背景とする輸送時の排出ガス極小化の文脈でよく取り上げられている。たとえば白木ら<sup>1)</sup>は、都道府県単位で地産地消および旬産旬消に取り組んだ場合の生産及び流通時のCO2削減量を評価している。ただし、分析対象品目はキャベツ、トマトの2品目のみに限定されている。また、藤武ら<sup>2)</sup>は、野菜の地産地消の推進による環境負荷（CO2排出削減量）の低減効果を品目別に定量的に評価し、根菜類を中心に全体で約1割の削減効果が見込めることを指摘している。これらの研究では、地域間流動を線形計画問題として定式化し、政策介入や環境変化の前後で地域間流動がどう変わるかを分析している。また、株田<sup>3)</sup>は、多くを輸入に依存するわが国の食料事情に鑑み、輸入途絶等の量的変動リスクについて、産業連関分析による経済的な影響の試算を通して、災害と農産品を絡めた研究を行っている。

このように、財の地域間流動量の推計は、おもに線形計画問題として定式化するものと、経済均衡モデルによくみられるように非線形計画問題を利用するものがある。本研究では、数量とともに生産地・消費価格変化を内生的に扱い、価格変化に伴う消費地需要について弾力性を組み込んで分析するとの理由から、後者の立場をとる。このとき、応用一般均衡モデルの利用により上述の株田の枠組みを国内地域間流動分析に発展させることも考えられるが、データとなる産業連関表の制約から、細かな品目で見るのが困難である。もとより本研究の目的は代替生産地を明らかにすることであり、災害による経済被害の推計ではない。よって、一般均衡ではなく部分均衡の枠組みでモデルを構築し、農産物を品目ごとに分析することとする。なお、本研究で扱う「農産物」は野菜類のことを指す。具体的な品目は後述する。

## 3. 地域間流動モデル

### (1) 前提条件

地域間の供給量と需要量が均衡状態にあるときに、ある地域が被災して農産品を出荷できなくなった場合、その不足分を他地域からの供給でまかなおうとする。本研究では、各地域間において平常時、需要と供給が均衡状態にあるという前提のもとで分析を行う。

災害時に生産地が被災して出荷量が減少すると、災害直後はある生産地と消費地間において需要量が供給量を上回り、生産地における農産品価格は一時的に上昇するが、その後の需給バランスの変化により両者の値が一致する均衡状態へと近づいていく。なお、本研究では災害時の比較的短期間における農産品の流動を扱うため、足りなくなった需要を海外からの輸入で補う事も考えないものとする。

### (2) 需給均衡計算の流れ

本研究では災害時の代替生産地を求めるが、これに必要な農産品の地域間流通モデルの分析の流れを、図-1に示す。まず、各生産地で生産される品目はすべて出荷されるものとし、出荷可能な農産品の量（以後、可能出荷量と呼ぶ）と生産地価格、および輸送費用に係る生産地-消費地間の距離の要素が、消費地がどの生産地からどれだけの量を購入するかに影響する。消費地の、生産地ごとの購入量から、品目ごとに各生産地における需要量が求まる。もし需給が一致しない場合、当該品目の生産地価格、消費地価格が変わることで需給が調整され、最終的には均衡状態に達する。

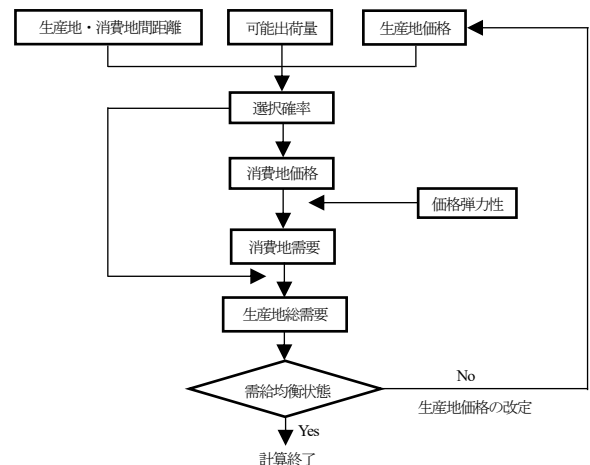


図-1 需給均衡状態のフローチャート

災害の前後で消費地の購入先がどのように変化したかに着目し、災害後、ある消費地に最も多く供給している生産地が変化した場合、これを「代替生産地」と考え、

品目・消費地ごとに代替生産地を明らかにする。

### (3) 購入先地域の選択確率

ある消費地が、どの生産地からどれだけの量を購入するかを、ロジット型の式(1)を用いて確率的に表現する。

$$S_{kl} = \frac{Y_k \exp\{-\alpha p_k (1 + \beta h_{kl})\}}{\sum_k Y_k \exp\{-\alpha p_k (1 + \beta h_{kl})\}} \quad (1)$$

ここに、下付添字 $k$ は生産地・出荷地を表すラベルであり、 $Y_k$ は可能出荷量、 $p_k$ は農産物の生産地価格、 $h_{kl}$ は生産地 $k$ と消費地間の距離を表す。また、 $\alpha(\geq 0)$ と $\beta(\geq 0)$ は品目に固有のパラメータである。つまり、式(1)は、消費地 $l$ が生産地 $k$ を農産物購入先として選択する確率 $S_{kl}$ を表す。

上のような定式化は、一見、経済モデル特有の難解さを伴うように思われるかもしれない。しかし、 $Y_k$ を地域 $k$ の魅力指標、 $p_k$ や $h_{kl}$ を減衰指標と考えることで、指数型のアクセシビリティ指標に基づく購入先地域の選択表現と解釈することができる。さらに、少しの式変形により、商圈分析のための汎用的なマーケティング手法として実用的に確立されているハフモデルになる。この意味で、空間経済モデルで見られる他の定式化、たとえば、アーミントン型の合成財を仮定する地域間交易モデルなどよりも背後の意味が分かりやすい定式化の方法であると考え、本研究では式(1)のような形で購入先地域の選択がなされるものとする。

なお、 $h_{kl}$ について、生産地と消費地が同一の場合には、領域間距離の概念を参考に数字を設定する。領域間距離とは、平面上の領域間の（あるいは領域から一点への）平均距離を近似する方法であり、具体的に本研究では栗田らの文献<sup>9)</sup>に基づき、同じ都道府県内に出荷する場合の輸送距離 $h_{ii}$ を次式で定めることとする。

$$h_{ii} = \frac{128\sqrt{z_i}}{45\pi^{1.5}} \quad (2)$$

ただし、 $z_i$ は都道府県 $i$ の面積を表す。

### (4) 消費地価格

地域 $l$ における農産物の（消費地）価格は、複数ある生産地ごとに異なる（生産地）価格と購入量が合成されて定まる。本研究では、品目ごとの消費地価格 $q_l$ を、各生産地価格と(1)で求めた購入先選択確率 $S_{kl}$ を用いて、式(3)に示すような加重平均によって定義する。

$$q_l = \sum_k S_{kl} \tilde{p}_{kl} \quad (3)$$

ただし、

$$\tilde{p}_{kl} = p_k (1 + \beta h_{kl}) \quad (3)'$$

である。

### (5) 消費地需要量の変化

災害時、需給のアンバランスにより農産物の価格が変化し、これに伴って需要量も変化する。いま、消費地価格 $q_l$ に直面した地域の需要量 $D_l$ を、式(4)で与えるものとする。

$$D_l = D_l^{(0)} \left\{ 1 - \varepsilon \left( \frac{q_l}{q_l^{(0)}} - 1 \right) \right\} \quad (4)$$

ただし、記号(0)は災害前の均衡状態における地域 $l$ の需要量や消費地価格を意味する。また、 $\varepsilon$ は品目ごとに定まる価格弾力性である。

### (6) 農産物生産地への総需要量と需給調整

式(4)で与えられる需要量に購入先選択確率を乗じた量 $S_{kl}D_l$ が当該品目の地域 $kl$ 間流動量となる。これを消費地 $l$ について和をとった値が、生産地 $k$ への総需要量となるから、

$$Y_k = \sum_l S_{kl} D_l \quad (5)$$

が成り立つか否かを見ることで需給均衡を判定できる。

需給が均衡しない場合、超過需要が正の値であれば価格が上昇し、負の値であれば価格が低下する方向に調整がなされることで、需給のアンバランスが解消される方向に変化していく。

以上が、本研究で扱う地域間流動モデルの全体像になる。

### (7) 生産代替地の導出

本節(1)~(4)で示した計算プロセスにより、災害時の農産物の地域間流動量が求まる。このとき、ある消費地から見て最も購入量の多い生産地（これを第一出荷地と呼ぶ）が判明する。これはまた、消費地 $l$ における購入先選

択確率 $S_{ki}$ が最大となる購入先地域( $k$ )ということでもある。本研究では、各消費地について、災害後の第一出荷地が災害前のそれと異なる場合に、災害後の第一出荷地を指してこれを代替生産地と呼ぶこととする。品目や地域によっては、災害の前後で第一出荷地が変わらないケースも存在する。この場合、代替生産地はないものと扱うこととする。

#### 4. 代替生産地分析

##### (1) 地域間流動モデルの基準データ

本分析における地域間流動量モデルの基準データとして、農林水産省による青果物卸売市場調査<sup>6)</sup>を用いる。これは、平成15年から平成27年の間、地域（生産地：都道府県単位、消費地：地方単位）間における農産品15品目の流通量と価格を年別、月別で調査したものである。本研究では、分析結果を政策の検討につなげるとの視点から、年別のデータを用いて年間を通じた代替生産地を導出する。その一方で、データ取得時に地方単位となっている消費地に関しては、人口で按分することにより県単位の数字に分割し、都道府県間の流動量モデルとして利用可能なものとする。

##### (2) 価格弾力性の設定に用いるデータ

次に、地域間流動量推計にあらかじめ必要な価格弾力性の導出には、東京都中央卸売市場が公開している市場統計情報を用いることとする<sup>7)</sup>。本研究で扱う全品目に関する平均価格および取引量の統計情報から価格弾力性を設定することができ、東京都のデータから推定された各品目の価格弾力性が、全国共通の値として本研究の地域間流動量モデルに適用されるものとする。

##### (3) 各種パラメータの設定

本モデルにおける未知のパラメータの設定方法は次のとおりである。まず、式(1)の $\alpha$ 、 $\beta$ であるが、地域間流動量の実績値と計算値の誤差二乗和が最小になるよう定めている。この結果、品目によっては符号条件を満たさないものも出てしまうが、今回の分析では止むを得ないこととする。

次に、価格弾力性の設定について述べる。参考とする東京都中央卸売市場のデータは、本研究で扱う品目の取引量（数量）と平均価格が月別の情報として掲載されている。本研究では、この平均価格を消費地価格の代理指標として用いることができると仮定し、式(4)（を $\epsilon$ について整理したもの）より、分析年の各月における弾力性を、そのひと月前の数字との差分により算出する。こうして、

分析対象年次の価格弾力性が品目ごとに12個算出されるが、どの品目についても理論とは符号が逆に出る月が少なからず見られるため、統計的に信頼できる値として価格弾力性を設定することは難しいと思われる。そこで、12個の値から最大値と最小値を除いた10個の平均をとったトリム平均値を基準の指標として用いている。なお、本来は感度分析を行い、価格弾力性の影響が分析結果にどのように影響するかを見なければならぬが、月別の値は大きく異なり、どのあたりの数字を考えるかの判断が容易ではなかったため、本研究では実施できなかった。この点は、今後の課題としたい。

本分析で扱う品目、および推定されたパラメータ、価格弾力性（トリム平均値、トリム最大値）の一覧を表-1に示す。なお、推定されたパラメータ $\alpha$ 、 $\beta$ が符号条件を満たさなかった場合には0とおいている。

購入先地域の選択、あるいは地域間流動に係るパラメータ $\alpha$ 、 $\beta$ は、全都道府県間の流動を2つのパラメータで説明しようとするものであるため、実績値と計算値が十分良く当てはまるとはいえない部分も見られてしまう。しかし、パラメータ数を増やさずにこれ以上再現性を高めることは容易ではないため、品目ごとの特徴の一つとして再現性を捉えることとする。再現性の例として、にんじんとキャベツに関する都道府県別出荷量（すなわち生産量）の実績値と計算値の関係を図-2に示す。

表-1 品目およびパラメータ・価格弾力性一覧

品目	$\alpha$	$\beta (\times 10^{-3})$	$\epsilon$ (標準)
だいこん	16.046	1.368	0.203
にんじん	2.440	4.170	0.147
はくさい	0.000	0.000	0.275
キャベツ	4.510	7.728	0.205
ほうれんそう	0.000	0.000	0.475
ねぎ	0.000	0.000	0.298
レタス	2.368	4.433	1.085
きゅうり	5.643	1.734	0.704
なす	0.000	0.000	0.375
トマト	8.081	0.611	0.415
ミニトマト	1.635	1.239	0.167
ピーマン	1.536	2.565	1.038
ばれいしょ	0.000	0.000	0.279
さといも	5.809	2.969	3.931
たまねぎ	0.000	0.000	0.098



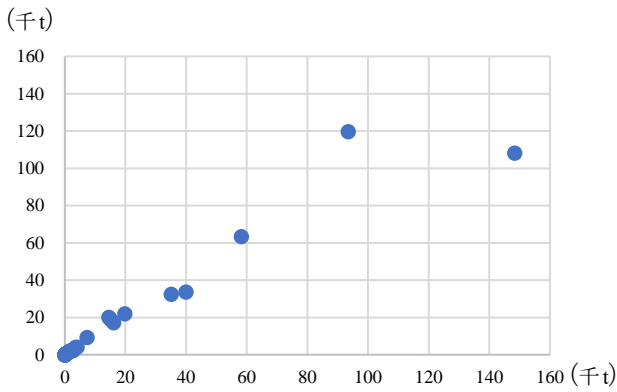


図-2 再現性の例 (にんじん)

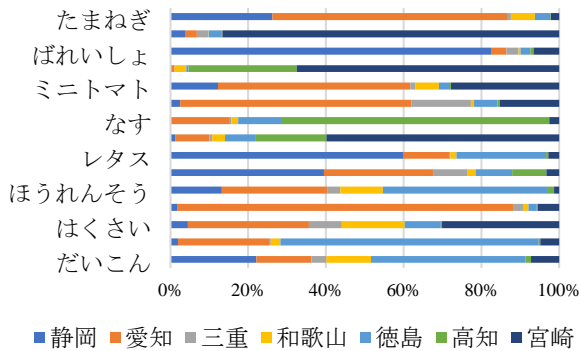


図-3 想定被災地の平常時の生産シェア

(4) 災害シナリオ

本論文では、南海トラフ巨大地震が発生すると想定に対する代替生産地分析を行う。南海トラフ巨大地震とは、四国南の海底に存在する溝である南海トラフ沿いで発生することが予測されている巨大地震であり、発生箇所により東海地震・東南海地震・南海地震に分けられる。巨大地震やこれに伴い起こりうる津波によって農地が被災した結果、農産物の出荷量が減少する。被災を想定する生産地は、5m以上の津波が沿岸部のほぼ全域で想定されている静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、徳島県、高知県、宮崎県の7県とする<sup>8)</sup>。地域間流動量計算の入力値について、これら被災7県の可能出荷量が3割減少するシナリオ(シナリオ1)と、全県でまったく出荷できなくなってしまうシナリオ(シナリオ2)の2つを想定する。後の計算結果が解釈しやすくなるよう、これら7県の品目別県別生産割合を図-3に示す。

(5) 分析結果

代替生産地の推計結果を表-2～表-12にまとめる。表に示されていない品目(レタス、トマト、ばれいしょ、たまねぎ)は、今回の分析方法の下では代替生産地がまったく出なかった。設定した2つの災害シナリオ下において、各消費地に代替生産地が存在していれば黒丸(●)が、

存在しない場合は災害前の第一出荷地に白丸(○)が記してある。紙面の都合上、代替生産地が存在する消費地のみを表にまとめているため、白丸(○)のない消費地もある。これは、その消費地にとって、列方向に記される生産地以外の県が第一出荷地であることを意味している。

表-2(にんじん)を例に説明する。災害前、にんじんの生産上位5県は北海道、千葉、徳島、長崎、青森である。南海トラフ巨大地震により被災7県の可能出荷量が減少し、災害前、四国4県にとって第一出荷地であった徳島県の出荷量が減少することで地域間流動パターンが変化し、災害後の第一出荷地が北海道に変わっている。一方、中国地方などでは、災害前の第一出荷地が千葉県、その代替生産地が北海道という消費地が多数見られる。本分析の前提では千葉県は被災しないため、可能出荷量が減少しないにもかかわらずこのような第一出荷地の変更が見られる。これは、千葉県からの供給が、災害前における想定被災地の出荷先や近郊都市部にシフトした結果生じたものと考えることができる。事実、災害前の東京都は、図-4のようににんじんを静岡や愛知から多く購入していた。ここで災害が発生し、静岡や愛知からの供給量が減少することで、東京は需要不足を近隣の代表的生産地である千葉からの購入により補い、その結果として、本計算結果に見られるようなシフトが起こっていると解釈できる。鹿児島県(シナリオ2)に見られる変化も同様である。地域間流動を決める要因は主として可能出荷量、生産地価格、地域間距離の3つがあるため、これらの要因が合成された結果として上記のような変化が見られるわけである。また、代替生産地は被災の程度が大きいほど顕著に表れることがわかる。

こうした変化がどのくらい大きく見られるかは、災害時の地域間流動計算を始める段階で需給のアンバランスがどのくらいかを見ることである程度推測できよう。表-4は、本研究の想定で被災地の可能出荷量を3割または10割減らした場合に、被災していない都道府県を含めた日本全体でどのくらい需給のアンバランスが生じているかを品目ごとに示している。これより、数字の大きいキャベツやなす、ピーマンなどでは地域間流動量が災害前後で比較的大きく変化する。ただし、代表的生産地が圧倒的な生産量をもっている場合などでは、生産代替地について必ずしも大きな変化が見られるわけではない。

にんじん以外では、なすが数多くの代替生産地を持っていた。なすの代替生産地一覧を表-3に示す。なすは全15品目の中でも、被災する生産地による出荷の割合が高いため、災害の影響を受けやすい品目といえる。また、季節性が高い野菜でもある。表-3より、想定被災地である高知県から購入していた消費地は、群馬県や熊本県と

いった代替生産地からの購入にシフトしていることがわかる。また、シナリオ1では、東日本寄りの消費地は群馬県を、西日本寄りの消費地は熊本県をそれぞれ代替生産地として選択する傾向がみられる。

また、2つのシナリオのいずれによっても結果が同じだった品目が全体の半数近くあった(はくさい, キャベツ, ほうれんそう, ねぎ, きゅうり, ミニトマト, さといも)。これらは、それぞれ災害前の地域間流動パターンや被災直後の需給アンバランスの程度が異なり、単一の理由にはまとめることはできない。しかしながら、仮想的な入力値を大きく変化させても結果が変わらないことで、該当する品目においては、十分精緻な入力値でなくても妥当な結果が得られているものと考えられる。

表-2 代替生産地一覧：にんじん

		生産地											
		3 割減				10 割減							
		北海道	千葉	徳島	長崎	北海道	千葉	徳島	長崎	鹿児島			
消費地	富山					●	○						
	石川	●	○			●	○						
	福井					●	○						
	滋賀					●	○						
	京都					●	○						
	大阪					●	○						
	兵庫	●	○			●	○						
	奈良					●	○						
	和歌山	●	○			●	○						
	鳥取	●	○			●	○						
	岡山	●	○			●	○						
	広島	●	○			●	○						
	山口	●	○			●	○						
	徳島	●		○		●		○					
	香川	●		○		●		○					
	愛媛	●		○		●		○					
	高知	●		○		●		○					
	大分	●	○			○		●					
宮崎		○		●	○		●						
鹿児島								○		●			

表-3 代替生産地一覧：なす

		生産地				
		3 割減			10 割減	
		群馬	高知	熊本	高知	熊本
消費地	北海道		○	●	○	●
	青森		○	●	○	●
	岩手		○	●	○	●
	宮城	●	○		○	●
	秋田		○	●	○	●
	山形	●	○		○	●
	福島	●	○		○	●
	茨城	●	○		○	●
	栃木	●	○		○	●
	群馬	●	○		○	●
	埼玉	●	○		○	●
	千葉	●	○		○	●
	東京	●	○		○	●
	神奈川	●	○		○	●
	新潟	●	○		○	●
	山梨	●	○		○	●
	長野	●	○		○	●
	山口		○	●	○	●
福岡		○	●	○	●	
佐賀		○	●	○	●	
大分		○	●	○	●	
宮崎		○	●	○	●	
鹿児島		○	●	○	●	

表-4 災害発生直後の需給アンバランス

品目	3 割減	10 割減
だいこん	3.21	10.69
にんじん	5.67	18.91
はくさい	3.38	11.26
キャベツ	9.23	30.77
ほうれんそう	3.27	10.91
ねぎ	1.62	5.40
レタス	2.29	7.64
きゅうり	6.76	22.52
なす	9.81	32.70
トマト	3.63	12.10
ミニトマト	8.12	27.07
ピーマン	9.74	32.45
ばれいしょ	0.56	1.87
さといも	7.15	23.84
たまねぎ	1.21	4.04

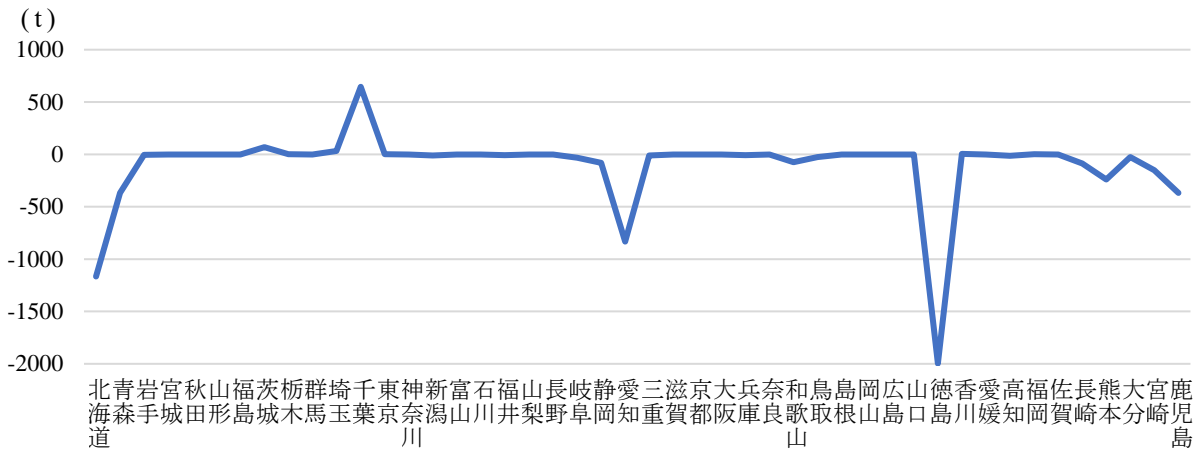


図-4 災害前後における東京都のにんじん購入先の変化

5. おわりに

本研究では、災害により被災地からの農産品の供給が一部困難になる状況を想定し、その際の地域間流通量の変化に基づき、消費地側からみた重要な生産地として代替生産地を明らかにした。具体的には、品目ごとに購入先地域の選択を含む地域間流動モデルを構築し、このモデルを用いて災害時の需給均衡条件から地域間流動量を求め、消費地ごとに代替生産地を特定した。

昨今、とりわけ東日本大震災を受けて、電力をはじめとするエネルギーに関して、その確保やリスクマネジメントが議論されているが、食料も国民生活を支える根幹であり、同様の議論がなされるべきである。折しも、環境問題や遺伝子組み換え食品問題、何より世界の人口爆発は食の安定供給の観点で脅威となっている。また、気候変動が世界の農業生産にどのような影響を与えるかの研究も多くなされている。本研究で行った代替生産地の特定も、わが国における食料のリスクマネジメントを考えるうえで、一つの有用な計画情報となり得よう。

ただし、本分析の結果は、あくまで南海トラフ巨大地震という一つの災害シナリオに対するものであるうえ、計算の入力値も仮想的に与えたものである。より一般論として農産品の代替生産を検討するために繊細な数字が求められれば、想定災害ハザードに基づき被災する農地面積を定量的に推計して、入力値としなければならないであろう。また、一般に野菜類には季節性があり、時期が違えば収穫量や出荷量も大きく異なる。したがって、災害発生時期という時間的な条件も考慮できることが望ましい。さらに、代替生産地となりうる生産地側の特性を明らかにすることも重要な課題である。これは、生産地側の視点から食料のリスクマネジメントについて検討するというばかりでなく、わが国の将来の社会構造や自然環境の変化に先手を打って地域が適応し、地域活性化

など本研究の枠を超えた背景と絡めて地域計画に関する議論を可能にするという意味でも検討の意義がある。以上、今後の課題としたい。

付録 代替生産地一覧

表-5 代替生産地一覧：だいこん

		生産地						
		3 割減			10 割減			
		青森	千葉	長崎	鹿児島	千葉	長崎	鹿児島
消費地	山形	○	●					
	島根		○		●	○	●	
	岡山					○	●	
	徳島					○	●	
	香川					○	●	
	福岡						●	○
	佐賀						●	○
	長崎			●	○		●	○

表-6 代替生産地一覧：ねぎ

		生産地	
		3 割減・10 割減	
		茨城	千葉
消費地	群馬	○	●
	富山	●	○
	石川	●	○
	長野	●	○

表-7 代替生産地一覧：はくさい

		生産地					
		3割減・10割減					
		茨城	長野	長崎	熊本	大分	宮崎
消費地	鳥取	○	●				
	島根	○	●				
	山口	○				●	
	熊本			○	●		
	大分	○				●	
	宮崎						○ ●

表-8 代替生産地一覧：キャベツ

		生産地				
		3割減・10割減				
		群馬	千葉	愛知	福岡	鹿児島
消費地	千葉	○	●			
	富山	●		○		
	山口			○		●
	福岡			○	●	
	大分			○		●

表-9 代替生産地一覧：ほうれんそう

		生産地					
		3割減・10割減					
		岩手	茨城	群馬	岐阜	徳島	福岡
消費地	青森	○	●				
	岩手	○	●				
	宮城		●	○			
	兵庫				●	○	
	鳥取				●	○	
	島根					○	●

表-10 代替生産地一覧：ミニトマト

		生産地	
		3割減・10割減	
		北海道	熊本
消費地	青森	●	○
	岩手	●	○

表-11 代替生産地一覧：きゅうり

		生産地	
		3割減・10割減	
		群馬	宮崎
消費地	三重	●	○
	滋賀	●	○
	京都	●	○
	奈良	●	○

表-12 代替生産地一覧：ピーマン

		生産地			
		3割減		10割減	
		茨城	宮崎	北海道	愛媛
消費地	大阪	●	○	●	○
	兵庫	●	○	●	○
	和歌山	●	○	●	○
	鳥取	●	○	●	○

表-13 代替生産地一覧：さといも

		生産地			
		3割減・10割減			
		群馬	埼玉	愛媛	宮崎
消費地	北海道	○	●		
	三重		●		○
	滋賀		●		○
	京都		●		○
	大阪			●	○
	兵庫			●	○
	奈良		●		○
	和歌山			●	○
	鳥取			●	○
	島根			●	○
	岡山			●	○
	広島			●	○
	徳島			●	○
	香川			●	○
愛媛			●	○	
高知			●	○	



## 参考文献

- 1) 白木達朗, 中村龍, 姥浦道生, 立花潤三, 後藤尚弘, 藤江幸一: 生産・流通を考慮した地産地消・旬産旬消による CO2 排出量削減に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.34, pp.135-142, 2006.
- 2) 藤武麻衣, 佐野可寸志, 土屋哲: 野菜の地産地消の推進による CO2 排出量削減の計測, 農村計画学会誌, Vol.30, 論文特集号, pp.303-308, 2011.
- 3) 株田文博: 産業連関分析による食料供給制約リスクの分析—ボトルネック効果を組み込んだGhosh型モデルによる前方連関効果計測—, 農林水産政策研究第, 23, pp.1-21, 2014.
- 4) 柳本正勝, 浦嶋順子: 野菜流通の季節性における地域性の解析, 食総研報No.67, 9-14, 2002.
- 5) 栗田治, 腰塚武志: 領域間平均距離の近似理論とその応用, 都市計画論文集, 23, pp.43-48, 1988.
- 6) 農林水産省統計: 野菜の主要消費地域別・産地別の卸売数量及び卸売価格, <http://www.maff.go.jp/j/tokei/> (入手日付: 2017年1月6日)
- 7) 東京都中央卸売市場 市場統計情報 (月報・年報), [www.shijou-tokei.metro.tokyo.jp](http://www.shijou-tokei.metro.tokyo.jp) (入手日付: 2017年1月6日)
- 8) 内閣府: 南海トラフ巨大地震の被害想定について, 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ 第一次報告, 2014.

(2017. ?. ? 受付)

## A Study on Substitute Production Area of Agricultural Products by Inter-regional flow at a Disaster

Tomoyuki OGAWA, Satoshi TSUCHIYA, Keishi TANIMOTO, Madoka CHOSOKABE

In Japan, most of agricultural products are supplied by the countryside. Therefore, if the production area is suffered by a disaster, there would be a big influence on the urban areas as large consumption places, through less supply and price increase. For mitigation, it might be an effective disaster risk management measure for agricultural products to identify areas that can be substitute production area for assumed disasters. In this research, an inter-regional flow estimation model is constructed under the assumption that supply of agricultural products decreases due to a great disaster, and we carry out a case study to find the substitute production area by item, by consumption area.