

都市部における地産地消マルシェの開催による CO₂ 排出削減効果の分析

AN EFFECT TO CO₂ EMISSIONS BY NON-PERMANENT SELLING SYSTEM
FOR LOCAL PRODUCTION FOR LOCAL CONSUMPTION

森田 紘圭¹・稲永 哲²・青木 英輔³
村山 顕人⁴・藤森 幹人⁵・名畑 恵⁶・延藤 安弘⁷

¹博士(環境学) 大日本コンサルタント(株) インフラ技術研究所(E-mail: morita_hiroyoshi@ne-con.co.jp)

²大日本コンサルタント(株) 中部支社技術部 (E-mail: inenaga@ne-con.co.jp)

³大日本コンサルタント(株) インフラ技術研究所 (E-mail: aoki_ei@ne-con.co.jp)

⁴博士(工学) 東京大学大学院准教授 工学系研究科 (E-mail: murayama@up.t.u-tokyo.ac.jp)

⁵(株) 対話計画 代表 (E-mail: fuji@taiwa-k.jp)

⁶特定非営利活動法人 まちの縁側育くみ隊 事務局長 (E-mail: nabata@engawa.ne.jp)

⁷工学博士 特定非営利活動法人 まちの縁側育くみ隊 代表理事 (E-mail: endoh@engawa.ne.jp)

本研究は、都心部における買い物利便性向上と CO₂ 排出量削減を同時達成する方法として、近年、主に都市部において増加している、地元産の生鮮食品を対象とした非常設販売(地産地消マルシェ)に着目し、その運営による CO₂ 排出量の削減効果を検討するものである。具体的には、名古屋都心部を対象として、地産地消マルシェの定期的開催による居住者の買い物行動変化を、アンケート調査により把握するとともに、離散選択モデルを構築し買い物行動変化を予測した。また、LCA 分析により食材の生産・輸送による CO₂ 排出量を推計し、事業による買い物交通と食材生産・輸送 CO₂ 排出量の削減効果を算出した。その結果、1)居住地近くの開催では居住地の距離だけでなく、開催頻度や取扱い食品が買い物先の転換を促すこと、2)地産地消マルシェの販売食材は生産・輸送時 CO₂ 排出量が小さく、3)買い物交通と食品生産・輸送による CO₂ 排出量が開催頻度に応じて約 7%~32%削減できる可能性が示唆された。

キーワード：低炭素まちづくり、地産地消、マルシェ、二酸化炭素排出量、買い物環境

1. はじめに

近年、主に大都市圏・地方都市圏の中心市街地において、近郊農地等で生産された生鮮食品や加工品を、毎月あるいは毎週の特定期日に生産者が直接販売する定期開催市が多く都市で開催されている^{1)~4)}。この取り組みは施設整備を必要としないため、駐車場や公園、公開空地等を活用し開催されており、農産物の新たな販売機会の促進や地産地消の推進、消費者と生産者の交流機会増加など、新たな社会的価値を生み出す取り組みの1つとして注目されつつある。

非常設の販売形態は、日本では古くは(狭義には午前開催の意味を持つ)朝市として親しまれているものであったが、食品流通の近代化に伴い、現在は寺社境内や歴史的な経緯を持つ場所での開催が中心となっていた。しかし 2009 年頃から、農林水産省の補助を受けたマルシェ・ジャポン・プロジェクト⁵⁾が都市住民を主な対象として

生産者が生鮮食品等を直接販売する定期イベントを開催し、再び非常設販売が注目されつつある。現在はその動きが大都市圏から地方都市圏⁴⁾へ、中心市街地から郊外住宅地³⁾へと広がりを見せ、各地で取り組みが進められている。これらの非常設販売形態は従来の販売形態にならって「朝市」を冠している事業が多いが、より新しい取り組みであることをイメージさせる「マルシェ」「マーケット」を冠している事業も多く、生産者との交流など消費に対する新しい価値観を生み出しつつある。

これまで、地産地消型食品の販売機会は、産地直送市場による常設販売がその多くを担ってきた。都市部における産地直送市場は、JA 開設型、商店街空き店舗活用型などがあるが、いずれも常設運営に必要な固定施設(土地・建物)を維持するためには、毎日安定的な売り上げを確保する必要があり、そのため安定的な農産物量の確保が必要である。その結果、結局、広域産地から農産物を集めている場合が多く⁵⁾、地産地消をうたっているが、

それが実際の環境負荷低減につながっていない可能性もある。また、通常の食品スーパーが一部で地産商品を扱うインショップ型は、3割以上のスーパーが導入しているが、売り場面積が10m²以下のものがほとんどであり、消費者が日常的に求める品目の多くを確保するには至りにくい⁹⁾。一方、道の駅など郊外・地方部における産直市場は賃料が安く生産地も近いいため安定的な経営を行いやすいが、自動車でのアクセスを前提としている立地が多く、食品の地産地消が進んでいても、買い物交通によるCO₂排出量がかえって増加している可能性もある。以上のように、現在展開されている地産地消の取り組みは、フードマイレージの削減による環境への貢献効果が期待されながら、都市部での常設運営では地産地消を継続的に進めることが難しく、また地方部では買い物交通によるリバウンド効果が予見されるなど、低炭素型のライフスタイルを支援する取り組みとなっていない可能性がある。前述した都市部での非常設販売による地産地消機会の拡大は、常設運営に伴う施設運営の経済性に係る課題を回避しながら、かつ都市住民の買い物交通によるCO₂排出量を抑制できる可能性があり、その検証には環境負荷への影響を地産地消と買い物交通双方の観点から定量的に明らかにすることが求められる。

一方、地方の中心市街地や、高度経済成長期に建設されたニュータウンにおいては商店街やセンターの撤退と地域の高齢化が同時に進み、中心市街地においても買い物難民が発生することが問題となっている。大都市の都心部においても業務施設の集中と地価の高騰により、生鮮食品等の買い物施設が撤退する場合もある。現在、集約型都市構造を積極的に進める方針を掲げている自治体は多いが、実際に都心部や中心市街地に人を誘導しようとしても、買い物環境をはじめとした優良な居住環境が確保できないことが居住誘導の障壁となっているため、定期的に生鮮食品が購入できる環境を整備することは、買い物施設が希薄な都心部や中心市街地において、買い物利便性を向上させ人を呼び戻す取り組みとしても効果が期待される。

以上のような問題意識を踏まえ、本研究では、1)都心部での、2)定期販売形態による、3)少量多品種の4)生鮮食品を中心とした地産食品の販売形態を「地産地消マルシェ」と定義し、その環境負荷を主にCO₂排出量削減効果の側面からシステムの実装による社会的価値を分析する。具体的には、地産地消マルシェの運営実験時に通行人に対するアンケート調査を実施することで、買い物客が地産地消マルシェに求める条件や、ふだんの買い物の代替としての利用意向を把握する。その結果を用いて、買い物機会の代替可能性と交通手段の選択を同時に評価するモデルを構築し、名古屋市の都心部である中区錦二丁目地区を対象として定期運営を行った場合のCO₂排出

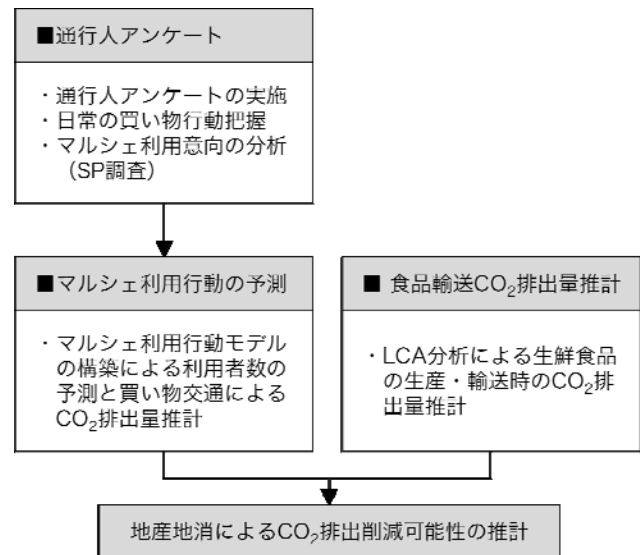


Fig. 1 本研究の全体構成

量の削減効果と買い物利便性の向上を評価する。さらに、実際に通年開催されている地産地消マルシェの販売データを使用し、地産食材の生産・輸送によるCO₂排出量を推計することにより、買い物交通と食品供給の両面からCO₂排出量削減効果を把握する方法を構築する(Fig. 1)。

2. 地産地消マルシェの価値に関する既往研究

地産地消の推進による消費者行動の変化や二酸化炭素排出量の推計に関する研究は多分野で実施されており、定量的な研究も多い。地産地消によるCO₂排出量変化の分析として、藤武ら⁹⁾は国内の生鮮食品輸送に係るCO₂排出量を輸送距離・手段から算出している。また、白木ら⁷⁾はトマトやキャベツを対象に輸送時に加え生産時におけるCO₂排出量の変化を分析しており、地産地消や旬産旬消によるCO₂排出量削減効果を導出している。吉川ら⁸⁾はこれを多品目に展開し日本全国での生鮮食品の生産・輸送に係るCO₂排出量を算出している。これらの研究においては、供給側の観点から全国における食品の生産地と消費地のバランスを最適化することを想定した研究であり、最終的な消費者への帰着は明示されていない。

一方、消費者の購入行動に着目した研究では、中田⁹⁾がフードマイレージ指標を用いて消費者の購入産地選択によるCO₂排出量の分析を行っている。また、串田ら¹⁰⁾が野菜産地の入手・選択に関する認識をアンケートによって調査しているほか、大庭ら¹¹⁾は購入する野菜産地の選択行動をアンケート調査から得られた日常の関心や購入における重視項目の観点からモデル化を行っており、消費者が地産地消を選択するための政策や情報提供のあり方を検討している。また、菊池ら¹²⁾は環境負荷に関する情報のラベリングによる消費者意識の変化の分析を行

っている。これらの研究においては消費者意識の観点から地産地消を促す取り組みの検討を実施しており、施設立地やサービスに関する視点は含まれていない。

生鮮食品の生産から輸送、買い物までの一連の流れを考慮した研究では、中口¹³⁾が複数の地域・団体について、購入している食品の生産から流通、更には買い物、調理から廃棄までのCO₂排出量評価を実施している。また、氏原¹⁴⁾や横山¹⁵⁾、¹⁶⁾らは実際の朝市来訪者に対してアンケート調査を実施し、食品の輸送と買い物交通による環境負荷を、マーケットマイル指標を用いて分析している。これらは消費者のアクセスと食品の輸送を同時に分析することで、買い物交通のCO₂排出量を統合検討し、食品輸送よりも買い物交通のほうがCO₂排出量への影響が大きいことを明らかにしている。しかし実証・シナリオ分析であるため、他地域の効果検証への活用は難しい。

本研究では、地産地消マルシェという1つの販売形態に着目し、その活用可能性を買い物利便性と環境負荷の双方から検討するものである。その際、販売形態(サービスレベル)や立地密度による効果の違いを考慮すること、CO₂排出量に影響が大きい居住者の買い物行動変化を組み入れることが、本研究の特徴として挙げられる。

3. 通行人アンケート調査の実施

3.1. 検討対象地域の概要

本研究の検討対象地域である名古屋市中区二丁目地区の概要をFig. 2に示す。錦二丁目地区は、名古屋駅と繁華街である栄駅に挟まれたビジネス街の一角に位置する地区である。古くは繊維問屋街として栄えたが、産業構造の変化により、空き家や駐車場が増加傾向にある一方で、スモールビジネスやマンションなどの立地が徐々に進んでおり用途の多様化が進んでいる。また、2011年に錦二丁目まちづくり協議会が主体となって「これからの錦二丁目まちづくり構想」¹⁷⁾を策定し、今後20年をかけてファミリー世帯を中心として地区の居住人口を増加させることを目標の1つとしている。2015年2月には名古屋市低炭素モデル地区に認定¹⁸⁾され、環境に配慮したまちづくりを目指しているところである。

しかし、現状では近隣に日常利用できる買い物施設が不足していることから、ファミリー層の誘致やそのための住宅開発を進めるうえでの障壁となっている。また、地下鉄沿線に立地しているにもかかわらず、居住者の買い物における自動車利用も散見される。そのため地区ではまず、民間開発によらず買い物利便性を高める方策として、2012年から対象地区で1年に1度開催されている地域活性化のためにはじまった祭り(ふびす祭り¹⁹⁾)の開催時に、地産地消マルシェの実験運営や農業サミットな



Fig. 2 対象地区の位置図

Table 1 実験運営を行った地産地消型マルシェの概要

項目	内容
実施時期	2014年11月8日(土)・9日(日)
実施場所	錦二丁目14番街区(コインパーキング借用)
出店店舗数	12店舗(うち食品系は6店舗)
販売された生鮮食品の産地と販売品目	■愛知県稲沢市 チンゲン菜・ほうれん草・ネギ・さといも・かぶ・大根・小松菜・柿・トマト・ミニトマト ■愛知県東郷町 さつまいも・落花生・にんにく・オクラ・ずいき ■愛知県大府市 柿・ほうれん草・小松菜・かぶ・大根・ピーマン・甘長とうがらし・しょうが・みかん

Table 2 アンケート調査の概要

項目	内容
調査方法	通行人への聞き取り調査
調査時期	2014年11月8日(土)・9日(日)
	※ふびす祭り開催時
調査場所	錦二丁目14番街区周辺
	※マルシェ開催場所が見える範囲
有効回答数	2日間で187回答
調査内容	・ふだんの買い物行動 ・地産地消型マルシェの利用意向やニーズ ・サービスが変更した場合の利用意向

どを実施している。将来的には地区内で定期運営を行うことで、住民の買い物利便性向上と将来的な居住者の誘導へつなげようとしているところである。

3.2. 実験運営時におけるアンケート調査の概要

(1) 実験運営及びアンケート調査の概要

実験運営時において、定期開催した場合における地産地消マルシェの利用意向や普段の買い物行動を把握するアンケート調査を実施した。実験運営を行った地産地消マルシェの概要をTable 1に示す。当日は県内近郊の生産

Table 3 回答者属性

項目	区分	回答割合
性別	男性	34.9%
	女性	62.4%
年代	20代以下	16.7%
	30代	18.8%
	40代	25.3%
	50代	22.0%
	60代以上	15.1%
居住地	錦二丁目地区内	0.5%
	名古屋市中区	12.4%
	その他名古屋都市圏	83.9%
来街目的	ゑびす祭り	78.3%
	マルシェ	1.2%
	その他	20.5%

※合計値が100%にならないのは無回答票のため

Table 4 ふだんの買い物行動に関する回答結果（単一選択）

項目	区分	回答割合
ふだんの 買い物先	スーパーマーケット	80.6%
	ショッピングセンター	5.9%
	個人商店	1.1%
	産地直売市場	2.2%
	コンビニエンスストア	2.2%
	その他	3.3%
ふだんの 買い物先の 利用理由	自宅・職場から近い	51.4%
	価格が安い	19.2%
	品数が多い	15.2%
	有機栽培等を取り揃えている	2.5%
	早朝・深夜に購入できる	3.3%
	その他	7.6%

※合計値が100%にならないのは無回答票のため

者が直接販売を行っている。販売された生鮮食品は 19 品目(重複あり)であり、全て県内産である。

アンケート調査は、実験運営時に地産地消マルシェの利用客へ調査を行う場合と、郵送や WEB 等により広く調査を行う場合とが考えられたが、前者の場合には積極的にこれらのイベントを利用する買い物嗜好を持つサンプルが多くなる可能性があり、その結果を用いて周辺住民を対象とした適切な利用予測ができない。また、後者では、一般に地産地消マルシェの認知度が低いことから、文章や画像で説明を行っても、正確な認識下での回答を得られない可能性がある。そこで、本研究では、地産地消マルシェ実験運営を併催したゑびす祭り開催時に、周辺を通りかかった通行人に、実際の販売形態を確認してもらいながらその概要を説明し、意向を把握する対面式聞き取り調査を採用した(Table 2)。

具体的なアンケート内容は、性別年代や居住地など個人属性のほか、ふだんの買い物行動として、自宅からの距離や頻度、買い物施設の種別、利用する理由などを把握した。また、利用意向把握では地産地消マルシェが自宅近くや就業地近くで開催されることを想定してもらい、さらに回答者によって異なる距離・開催頻度を提示した上で「ふだんの買い物の代替として利用するかどうか」の観点から利用意向とその際の交通手段を質問した。さらに、利用促進を図るために必要なサービスレベルを把握し、買い物行動モデルにおいてサービスレベルを変数として扱うため、実験運営時とは異なる条件下での回答を得る質問として、前質問で利用しないと答えた方に対し、利用するために必要なサービスを提示してもらった。なお、この質問形式は仮想条件下での 2 項選択型質問において異なる条件での回答データを追加的に得るものであり²⁰⁾、各サービスが利用意向に与える影響を把握することができる。

(2)回答者属性の集計

アンケート回答者の属性を Table 3 に示す。男女比では女性が多く、年代では 40 代、50 代の割合が多いが概ねどの年代の回答も確保している。また、居住地では、多くが都市圏の広い範囲から対象地区に来街している人であり、居住地区の偏りも小さい。来街目的も 8 割近くが祭りの来場者であり、懸念された買い物嗜好の偏りは少ないと考えられる。

より詳細な買い物嗜好の偏りの検証のため、ふだんの買い物先やその理由を Table 4 に示す。もっともよく行く買い物先では 8 割以上がスーパーマーケットで購入しており、産地直売市場での購入は 2%程度である。また、最も理由として大きい買い物先の選択理由も半数以上が自宅から近いことを挙げており、次いで価格と品数の回答率が高い。有機栽培の取扱いなど、品質や産地に対する嗜好が強いと想定される回答は少なく、今回のアンケート回答結果における買い物嗜好に関するバイアスはさほど影響がないものと想定される。

3.3. 地産地消マルシェ利用に対する意向の調査結果

地産地消マルシェ利用意向の把握では、自宅及び職場近くで定期的で開催された場合における日常の買い物先の代替としての利用意向とその条件について回答を得た。

利用意向の把握では、まず回答者毎に距離 3 水準 (300m, 600m, 1km)、開催頻度 2 水準 (週 1 回, 週 3 回) からなる組み合わせから 1 つの開催条件を提示しその交通手段と利用有無を選択してもらった (SP1) 後、マルシェを利用するために必要な条件を全て挙げてもらった (Fig. 5, SP2)。SP1 における組み合わせの提示を 1 つとしたのは、インタビュー調査における回答負荷の削減を図るためである。

自宅および勤務地からの地産地消マルシェ利用意向とその交通手段を Fig. 3, Fig. 4 に示す。自宅近くの開催では、地産地消マルシェまでの距離が伸びても意向はあまり変わらず、開催頻度が増えれば利用意向は増加する結

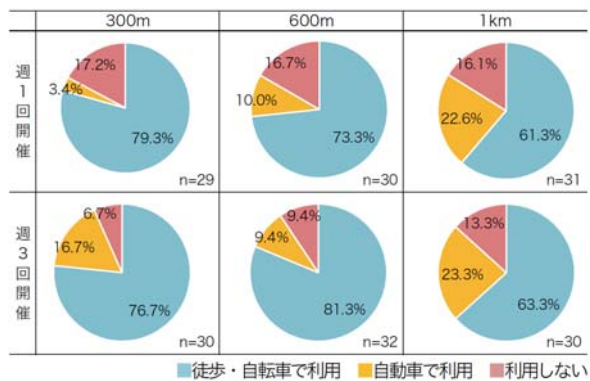


Fig. 3 自宅近くでの地産地消型マルシェの利用意向

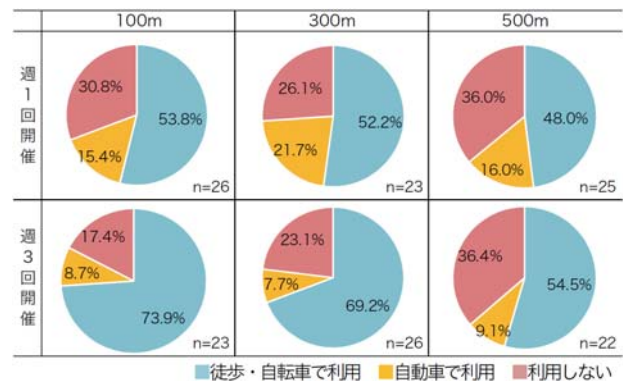


Fig. 4 就業地近くでの地産地消型マルシェの利用意向

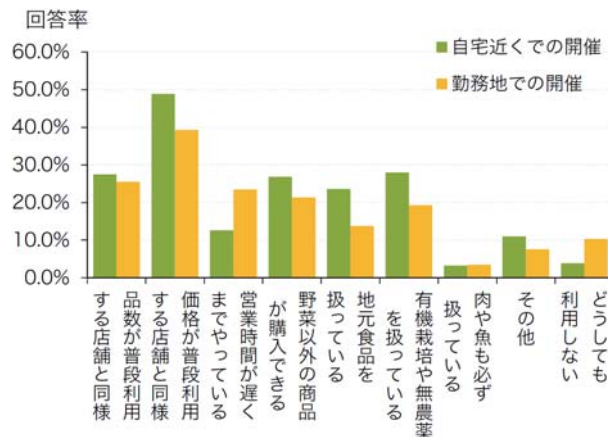


Fig. 5 ふだんの買い物先の代わりに地産地消型マルシェを利用する条件 (複数選択可)

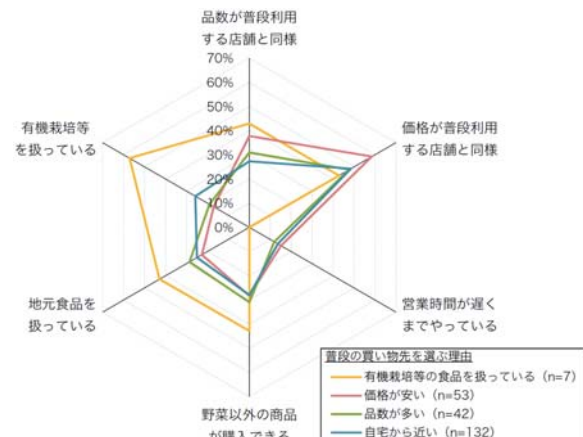


Fig. 6 買い物先選択理由 (単一選択) と地産地消型マルシェ利用条件 (複数選択可)

果となった。また、勤務地近くで開催では距離・頻度ともに利用意向への影響が大きい。

また、ふだんの買い物先の代わりに地産地消マルシェ利用するために必要な全ての条件に関する回答結果 (複数選択可) を Fig. 5 に示す。その結果、どちらの場合も価格を条件に挙げる回答が多いが、自宅近くでは品数や有機栽培の取り扱いの回答率が高く、勤務地近くでは営業時間の回答率が高い。一方、「どうしても利用しない」との回答は少なく、一定の条件がそろえば、ふだんの買い物先に代わりマルシェを利用することもある回答者がほとんどであった。Fig. 6 に示すふだんの買い物先選択理由別の必要条件では、近さや価格、品数を理由とする層は地産地消マルシェでも価格を重視し、ふだんから有機栽培等を意識する層は同様に有機栽培等の取り扱いを挙げる傾向が見られる。また、近さや価格等を理由とする層であっても、利用条件として地元食品や有機栽培等の取り扱いを挙げる回答が2~3割みられ、ふだんの買い物では産地や栽培方法を重視していなくても、地産地消マルシェを利用する際には、購入できる生鮮食品の品質や産地を求めるニーズが存在する。

4. 地産地消マルシェ開催による交通行動変化とCO₂排出量の推計

以上のアンケート結果を用いて、対象地区内での地産地消マルシェ開催による居住者の買い物行動変化と、買い物交通によるCO₂排出量を分析する。具体的には、アンケート調査結果を用いて買い物先と交通手段の組み合わせを同時に選択する多項ロジットモデルを構築し、買い物行動の変化とそれによるCO₂排出量の変化を推計する。

4.1. 買い物行動モデルの概要

交通利便性及び買い物行動の予測評価のため、買い物先と交通手段の同時選択モデルを構築する。地産地消マルシェが定期開催される場合における居住者や就業者の買い物行動の意思決定は、買い物先(地産地消マルシェ m およびふだんの買い物先 n)、交通手段(自動車 s 及び徒歩・自転車 t)の組み合わせを同時に選択するものであると仮定すると、買い物先と交通手段の組み合わせ i の選択確率 $P(i)$ は効用 u_i を用いて、式(1)、(2)のとおり表すことができる。

$$P(i) = \frac{\exp(v_i)}{\sum_i \exp(v_i)} \quad (i = ms, mt, ns, nt) \quad (1)$$

$$u_i = v_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

ここで、 v_i は効用の確定項、 ε_i はランダム項である。

さらに各選択肢の効用は、各買い物先までの距離 l_i と、買い物先の魅力度から与えられる居住地および就業地周辺の買い物特性(本研究では地区周辺の店舗数 d_i とする)、開催される地産地消マルシェのサービスレベル z_i から決まると仮定すると、確定効用 v_i は式(3)の線形モデルで表すことができる。

$$v_i = \beta_l \cdot l_i + \alpha \cdot d_i + \gamma \cdot z_i \quad (3)$$

ここで、 β_l 、 α は買い物先までの距離と周辺店舗密度に対する未知係数パラメータ、 γ は買い物先を地産地消マルシェとする買い物先と交通手段の組み合わせ(ms , mt)において考慮するサービスレベル変数による効用増分を表す未知係数ベクトルである。

4.2. パラメータの推計

前節で設定した予測評価モデルについて、アンケート調査結果および平成23年中京都市圏PT調査²⁰⁾から抽出した名古屋市内における買い物目的トリップを用い、パラメータの推定を行う。表明選好(SP)データだけでなく、顕示選好(RP)データを同時に用いるのは、ふだんの買い物先への交通手段選択データを確保することと、特に距離や立地環境(店舗密度)に関するパラメータ精度を向上するためである。アンケート調査データは、1人の回答者につき前章で調査した実験運営と同等のサービスレベルを想定した場合の回答結果(SP1)と、利用必要条件を加えた回答結果(SP2)をそれぞれ独立した選択データであると仮定し、利用する。これにより、サービスレベルを表すダミー変数についても、パラメータを推定するこ

とが可能となる。また、買い物交通のトリップ長は、各トリップの所要時間を交通手段別の平均速度で割り戻し合計することで算出した。これにより、ゾーン内々交通データも活用でき、ゾーン規模にとらわれず個々のトリップデータをアンケート結果と組み合わせることが可能となる。

モデルパラメータの推定においては、SPとRPとでは得られる効用関数のランダム項の分散関係が異なり、同時推定においては2つのデータ誤差が混在する可能性があることから、本研究では森川²¹⁾が提案したSP・RP段階推定法を用いる。これはSP・RPモデルそれぞれの誤差項における分散をスケールパラメータ μ を用いて式(4)のとおり定式化し、同時対数尤度関数を段階的に最大化して求める方法である。

$$\text{Var}(\varepsilon_i^{RP}) = \mu^2 \text{Var}(\varepsilon_i^{SP}), \forall i \quad (4)$$

具体的には、まず1)RP・SPデータ単独のモデルから最尤推定法によりパラメータを求めたうえで、2) β_l^{RP} と β_l^{SP} の比から μ を求め、3)SPデータを μ 倍し、両データを同時に用いてパラメータ推計を行う。なお、SPとRP双方に含まれるパラメータはいずれも共通としている。

推定によって得られたパラメータをTable 5に示す。パラメータはすべて有意であり、符号条件も一致している。尤度比がともに0.6を超えており過大ではあるが、的中率はともに80%以上である。推定の結果、買い物先への距離は買い物先と交通機関の選択両方に影響する。また、居住地・就業地周辺の店舗が多いほど、地産地消マルシェよりも普通の買い物先の魅力が卓越することとなる。サービスレベルは、居住地周辺と就業地周辺とで影響する変数が異なっており、居住地周辺では特に開催頻度と有機食品等の取り扱いが、就業地周辺では価格の安さと営業時間の長さの影響が大きく、サービスレベルによって、住民や就業者にとっての利便性が大きく異なるとともに、利用者数も大きく変化する可能性が示唆される。

Table 5 パラメータ推定結果

説明変数※		居住者(自宅から)		就業者(就業先から)	
		co-eff	t-value	co-eff	t-value
買い物先への距離(mt/nt)	β	-0.950	-50.49 **	-0.833	-18.55 **
ln[地区内店舗数](nt)	α	0.298	8.87 **	0.288	6.37 **
開催頻度(mt/ms)	r_1	0.805	5.83 **		
価格ダミー(mt/ms)	r_2			3.21	3.94 **
営業時間ダミー(mt/ms)	r_3			2.15	2.63 **
有機食品ダミー(mt/ms)	r_4	2.79	2.51 **		
自動車定数項(mt/nt)	c	-2.26	-14.28 **	-1.65	-8.99 **
スケールパラメータ	μ	1.01		0.941	
修正済み ρ^2			0.711		0.673
的中率			88%		84%
N		10,937 (SP-364, RP-10,573)		1,745 (SP-290, RP-1,455)	

4.3. 居住者の買い物行動の変化と CO₂ 排出量の推計

以上で推定したモデルのうち、居住者の買い物行動に関するモデルを用いて、対象地区内での居住者の買い物行動変化を予測する。また、予測された行動変化を用いて、買い物交通による世帯あたり平均 CO₂ 排出量 E^d を式 (5)~(7) により算出する。

$$E^d = E_m^d \cdot w_i + E_0^d \cdot (1 - w_i) \quad (5)$$

$$E_m^d = N \cdot \sum_i^{ms,ns} 2 \cdot p_i \cdot l_i \cdot e_s \quad (6)$$

$$E_0^d = N \cdot 2 \cdot p_{ns}^0 \cdot l_{ns}^0 \cdot e_s \quad (7)$$

ここで、 E_m^d は開催日の世帯あたり平均 CO₂ 排出量、 E_0^d は開催がない日の世帯あたり平均 CO₂ 排出量である。 N は年間の買い物回数であり、JMI の調査結果²²⁾を用いる。 e_s は自動車の二酸化炭素排出量原単位²³⁾である。また、マルシェにおいて取り扱う品数が野菜を中心とした生鮮食品に限られ、現実的にすべての買物を地産地消マルシェで代替することは現実的ではないことから、実際に代替する可能性がある機会の一部であるとの仮定から週あたり開催頻度の逆数を代替率 w_i とし、開催しない場合の CO₂ 排出量 E_0^d と加重平均をとる。 p_{ns}^0 、 l_{ns}^0 はともに、開催がない場合の自動車での買い物の選択確率と自動車での買い物平均距離である。また、推計に用いる地産地消マルシェのサービスとして、本研究では買い物行動に影響を与える有機食品は取り扱わないとして推計した。

開催頻度および居住地と開催地の平均距離による 1 世帯あたりの交通行動の変化および買い物交通による居住者の年間 CO₂ 排出量を Table 6 に示す。現状では、都心部の居住であっても、近くに買い物施設が少ないことから、15%が買い物に自動車を利用しており、また自動車での買い物の片道走行距離は約 3.8km 近くである。しかし、マルシェを開催した場合には、平均距離が 1km かつ週 1 回開催の場合でも、居住者の約 40%が利用意向を示して

おり、その 9 割が徒歩でのアクセスを想定している。買い物時における自動車分担率は 9%、自動車走行距離は約 2.5km となり、買い物代替率が小さくても CO₂ 排出削減率は約 5%となる。

全体としては開催頻度が高いほど、また平均距離が短いほど地産地消マルシェの利用者及び徒歩の分担率は高くなり CO₂ 排出量の削減量は大きくなるが、距離の短縮よりも開催頻度の増加による削減率が高い。例えば、平均距離が 250m かつ週 2 回開催する場合と平均距離が 1km かつ週 3 回の開催では、利用率はほぼ同程度、自動車の平均利用距離は週 3 回開催が長いにもかかわらず、CO₂ 排出量の削減率は 6 ポイント程度大きい。これは、週 3 回開催を行った場合、本研究の仮定では利用機会の増加により買い物代替率が増加するためと考えられる。

5. 購入食品の生産・輸送時 CO₂ 排出量の推計

近年における地産地消マルシェでの生鮮食品販売の多くは、生産農家による直接販売方式が多く、食品の輸送距離が大幅に小さい。一方、生産時の CO₂ 排出量は栽培方法(露地・施設)によって大きく異なるため、近郊での生産が必ずしも CO₂ 排出量の削減に結びつくわけではない。そこで、本章では近隣において実施されているマルシェの年間の産地・品目取り扱いデータと卸売市場に関する統計データを用い、対象地区 (Fig.2) 内で週 1 回のマルシェが開催された場合における、購入食品の生産段階と輸送段階における CO₂ 排出量を推計し、前章で推計した買い物交通で発生する CO₂ 排出量と統合し総合的なマルシェの二酸化炭素排出削減効果の推計を試みる。

5.1. 生産・輸送時 CO₂ 排出量の推計方法

本研究では CO₂ 排出量の算出対象を、輸送・生産・購入それぞれの月別データを入手可能な野菜 14 品目とし

Table 6 買い物先および交通手段の分担率変化と CO₂ 排出削減量

平均 距離	開催 頻度	分担率				自動車距離 (km)	買い物 代替率	CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /年・世帯)	CO ₂ 排出削減量(率) (kg-CO ₂ /年・世帯)	
		マルシェ 徒歩	マルシェ 自動車	その他 徒歩	その他 自動車					
現状		—	—	85%	15%	3.78	—	183.4	—	—
1km	週 1 回	37%	4%	54%	5%	2.49	0.14	174.5	8.9	(4.9%)
	週 2 回	52%	5%	40%	3%	1.51	0.29	151.9	31.5	(17.2%)
	週 3 回	66%	7%	25%	2%	1.10	0.43	127.6	55.8	(30.4%)
500m	週 1 回	46%	5%	46%	3%	1.87	0.14	170.2	13.2	(7.2%)
	週 2 回	61%	6%	31%	2%	0.83	0.29	142.6	40.9	(22.3%)
	週 3 回	73%	8%	18%	1%	0.54	0.43	116.1	67.3	(36.7%)
250m	週 1 回	50%	5%	41%	3%	1.53	0.14	167.8	15.6	(8.5%)
	週 2 回	65%	7%	27%	2%	0.51	0.29	138.1	45.4	(24.7%)
	週 3 回	76%	8%	15%	1%	0.28	0.43	110.6	72.9	(39.7%)

(Table 7), Fig. 7 のとおり推計を行う。具体的には、愛知県卸売市場における月別 h , 品目別 k , 産地別 g の割合 r_{hkg}^j から、生産、輸送段階の CO_2 排出原単位 $e_{hkg}^{p,j}$, $e_{hkg}^{t,j}$ と世帯購入量 c_{hk} を掛け合わせることで、購入食品の輸送・生産時 CO_2 排出量 E_j^s を式(8)のとおり算出する。

$$E_j^s = \sum_h \sum_k \sum_g c_{hk} \cdot r_{hkg}^j \cdot (e_{hkg}^{p,j} + e_{hkg}^{t,j}) \quad (8)$$

($j = m, n$)

ここで j は通常のスーパーでの購入とマルシェでの購入を示す。マルシェにおける取り扱い品目や産地の想定では、本運営実験のような 1 回の実施では想定できないことから、対象地区の近隣で開催され、全ての販売食品が地産商品である「オアシス 21 オーガニックファーマーズ朝市村」を対象に、ホームページ²⁴⁾に公開されている開催日ごとの産地及び品目データを用いた(Fig. 8, Table 8)。海外輸入は考慮していない。また、すべての分析で使用する統計調査はいずれも平成 24 年の調査結果を用いたが、生産時原単位算出に用いる品目別経営統計については調査が廃止されていることから、平成 19 年の調査結果を用いている。品目別の購入量は家計調査から整理した品目別月別購入金額に、同年の生鮮食料品価格・販売動向調査報告の月別価格を乗じることで算出している。

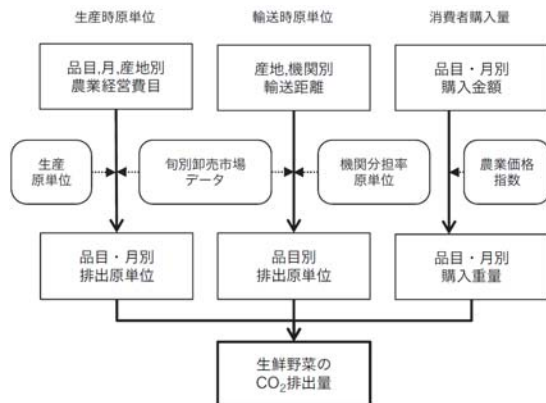


Fig. 7 生産・輸送時 CO_2 排出量の推計方法

Table 7 推計対象品目

対象品目	
だいこん	ばれいしょ
キャベツ	さといも
ほうれんそう	にんじん
きゅうり	はくさい
なす	ねぎ
トマト	レタス
ピーマン	たまねぎ

5.2. 生産時 CO_2 排出量原単位の推計

生産時における月・品目・産地別の CO_2 排出原単位は、季節・品目・産地別の光熱動力費などの経営費用を農業経営統計の品目別経営統計から整理し、吉川⁸⁾や南斎²⁵⁾による費目ごとの CO_2 排出原単位を乗じて算出した。品目別経営統計は代表産地の調査であることから、代表産地データを気候が類似した都道府県に拡大して用いている。地産地消マルシェ販売食品はデータがないことから、各産地が位置する都道府県値を用いた。

ピーマンを例とした産地・季節別の生産原単位と、月別の入荷産地割合を考慮した愛知県における生産原単位を Fig. 9 に示す。ピーマンは、夏秋は露地栽培が中心であるが、冬春は施設栽培が多い。そのため、入荷側での集計を行っても、冬春時期の排出原単位は夏秋と比べて大きく、最大で 8 倍近くの差が発生している。

5.3. 輸送時 CO_2 排出量原単位の推計

輸送時における月・品目・産地別の CO_2 排出原単位は、産地から消費地までの交通機関別の輸送距離を整理したうえで、各交通機関の排出原単位を乗じることで求めた。交通機関の分類は 4 分類(自家用/営業用トラック、鉄道、船舶)とした。トラックの原単位は排出原単位や交通機関分担率に使用する統計の区分に合わせ、営業用と自家用の区分とした。輸送距離について、通常のスーパー等で



Fig. 8 推計に用いる地産地消型マルシェの販売野菜の産地分布

Table 8 推計に用いる地産地消型マルシェでの取り扱い時期

品目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
だいこん												
キャベツ												
ほうれんそう												
きゅうり												
なす												
トマト												
ピーマン												
ばれいしょ												
さといも												
にんじん												
はくさい												
ねぎ												
レタス												
たまねぎ												

購入する場合は、各産地都道府県から愛知県までの輸送距離を求め、全国貨物流動調査の結果を用いて都道府県別の輸送交通機関分担率を設定している。地産地消マルシェの輸送距離を算出する上では、Fig. 8 に示す通り生産地・消費地が具体的に明らかとなっており、各生産者が個別に輸送を行うことから、各生産地から対象地区までの距離を地図上で求めた。また、各交通機関の排出原単位は Table 9 に示す通り、国土交通省の輸送原単位²³⁾を用いた。地産地消マルシェの食品輸送は生産者による小口輸送がほとんどである。営業用トラックの 8 割が普通貨物車、自家用トラックの 7 割以上が小型貨物車である(2010 年)²⁶⁾ことから、本研究では輸送原単位の算出に自家用トラックの原単位を用いた。

産地別の輸送原単位と月別の入荷産地割合を考慮した愛知県におけるだいこん、ねぎの輸送原単位を Fig. 10 に示す。輸送においては基本的に産地と需要地(愛知県)の距離が遠いほど原単位が大きいが、船舶での輸送が多い都道府県では原単位が小さいなど輸送機関の影響もみられる。月別の原単位では品目によって産地割合が変化することから、その分布が異なる。ねぎについては夏春は近郊からの入荷が多いが秋冬にかけて北海道や青森からの輸送が増加するため、10 月が最大となる。一方だいこんは、冬は静岡県等からの入荷が多く、夏は北海道からの入荷が多いため夏の原単位が最大である。

5.4. 地産地消マルシェ運営による排出量削減効果

以上の原単位を用いて、現状及び地産地消マルシェ開催時における購入食品の生産・輸送時の CO₂ 排出量を算出する。地産地消マルシェの利用による削減効果を求めるうえでは、Table 8 の各品目の取り扱い時期を考慮し、取り扱いがない品目については、ふだんの買い物先で購入するものと想定した。地産地消マルシェでの購入とふだんの買い物先での購入割合については、前章で設定した買い物代替率を用いた。また、削減効果の算出にあたっては、対象 14 品目の CO₂ 排出量を質量あたりに換算し、生鮮野菜全体の購入量全体に拡大した。Table 10 に前章で検討した買い物交通と合わせ、地産地消マルシェの開催による食品生産、輸送および買い物交通全体の CO₂ 排出削減効果を示す。地産地消マルシェの販売食品による CO₂ 排出量は、生産段階で約 1 割、輸送段階では

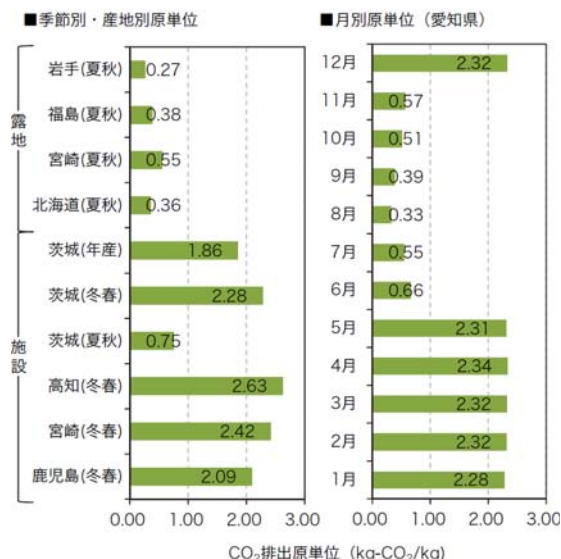


Fig. 9 ピーマンの生産 CO₂ 排出原単位
(産地・季節別, 月別)

Table 9 交通機関別の排出原単位

交通機関	営業用	自家用	鉄道	船舶
	トラック	トラック		
原単位 (kg-CO ₂ /kg·km)	217	1,201	25	39

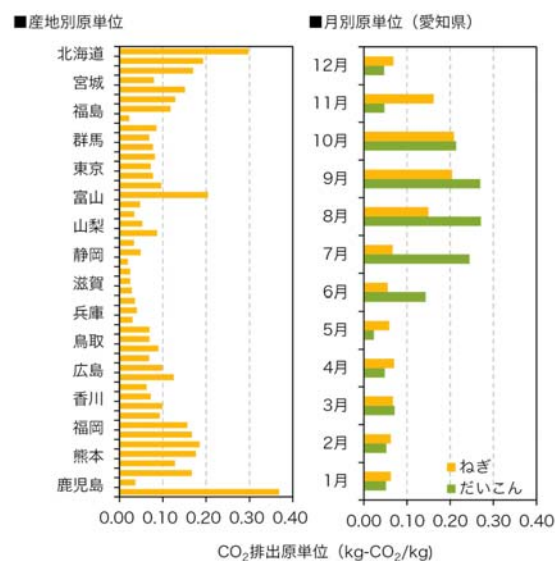


Fig. 10 輸送による排出原単位 (産地別, 月別)

Table 10 買い物先および交通手段の分担率変化と CO₂ 排出削減量(平均距離 500m の場合)

開催頻度	買い物交通				食品生産				食品輸送				全体		
	排出量	構成比	削減量	削減割合	排出量	構成比	削減量	削減割合	排出量	構成比	削減量	削減割合	排出量	削減量	削減割合
現状	183.4	63%	—	—	80.2	27%	—	—	28.0	10%	—	—	291.6	—	—
週1回	170.2	62%	13.2	7.2%	79.1	29%	1.1	1.4%	25.9	9%	2.1	7.4%	275.2	16.4	5.6%
週2回	142.6	58%	40.9	22.3%	77.9	32%	2.3	2.8%	23.8	10%	4.2	14.9%	244.3	47.4	16.2%
週3回	116.1	54%	67.3	36.7%	76.8	36%	3.4	4.2%	21.7	10%	6.3	22.3%	214.6	77.0	26.4%
完全代替	13.4	14%	170.0	92.7%	72.3	73%	7.9	9.8%	13.4	14%	14.6	52.1%	99.1	192.5	66.0%

約5割の削減が見込まれ、生産・輸送合わせた削減率は約2割程度である。その結果、買い物交通の削減効果と合わせると、完全に地産地消マルシェにより買い物が代替すると想定した場合には約66%、週3回の開催では約26%、週1回でも6%程度の削減効果が期待できることが示唆された。

6. おわりに

本研究では、近年増加している地産地消マルシェに着目し、名古屋市都心部において定期開催する場合の買い物利便性向上と環境負荷削減効果を、通行人へのアンケート調査の実施と、買い物行動変化の予測、食品の生産、輸送、買い物交通によるCO₂排出量推計から明らかにした。その結果、アンケート結果から1)定期開催型の生鮮食品販売形態の利用意向は開催頻度や取扱い内容によって大きく変化すること、2)日常的に地産食品や有機栽培品を購入していなくても、地産地消マルシェの利用によりこれらの消費が普及する可能性があることが明らかとなった。また、買い物行動モデルを構築した結果、3)居住者が地産地消マルシェを利用するには、近接性だけでなく開催頻度や有機食品等の取り扱いが大きく影響すること、4)週1回の買い物でも開催時に買い物先として選択する割合が40%程度あり、地区の買い物環境の改善に貢献していることが明らかとなった。さらに、食品の生産や輸送を含めてCO₂排出量を推計した結果、5)地産地消マルシェの開催により生産、輸送、買い物交通それぞれでCO₂排出量の削減が見込め、6)週2回の開催頻度で約16%の削減効果が試算された。本研究では、都市部における地産地消マルシェの開催が環境負荷削減に寄与することが定量的に検証できたとともに、アンケート結果や行動モデル分析からは有機食品等の購入機会の増加や買い物近接性が買い物環境向上に寄与することが示唆されており、環境負荷削減をはじめとした地産地消マルシェの社会的な価値が多面的に確認できた。

しかし、本研究では最寄り品が全て取り扱われているスーパーと、取り扱い品目が少なく野菜が中心となり易いマルシェとの買い物代替性を明確に明らかにすることはできず、買い物の代替行動がマルシェの週あたり開催頻度の逆数となるという強い仮定に依存している点に留意が必要である。通行人へのアンケート結果(Fig. 5)では、野菜以外の取り扱いを必要条件としている層が20%程度存在していたが、モデルでは有意とならず、取り扱い品目による影響を買い物行動モデルで明示的に取り扱えなかったためである。現実には、マルシェでの買い物を行いながら、通常の買い物行動も従来通り行う可能性も予見されることから、引き続き検証が必要である。

また、本研究で実施した推計は都心部での高密度での開催、すなわち開催する地産地消マルシェと各住宅との平均距離が250m~1kmと短く、周辺に買い物施設が少ないケースでの推計である点に留意する必要がある。特に近郊や郊外など人口密度が低い地域では、都心部のような狭いエリアを商圏とした開催は難しい。より広い商圏を前提とした場合、居住地から地産地消マルシェまでの平均距離は長くなりその利用率は大幅に低下するか、自動車でのアクセスが大きくなる可能性がある。一方、もともと自動車利用率が高く距離も長い買い物行動が多い地域においては、買い物の代替率が小さくても効果が大きくなる可能性もある。このようなトレードオフを検討するためには、供給側の採算性や商圏設定を考慮した、多様な地域での効果推計が必要となる。

また、地産地消マルシェの運営が、その都度の買い物行動の低炭素化を促すだけでなく、旬産旬消など更なる低炭素型消費行動への後押しとなり、環境配慮型の消費行動を試行するGreen Consumerの形成にも寄与する可能性がある。今後は、地産商品の長期利用者と一般の買い物客との比較等から、地産地消を推進する販売形態が買い物嗜好へ与える影響についての検討や、中長期的な居住者のライフスタイルに与える影響の分析から、環境面だけでなく社会的・経済的価値を含めた多面的な議論へと展開されることが望まれる。

参考文献

- 1) マルシェ・ジャポン(2015)『マルシェ・ジャポン』
<https://www.marche-japon.org/> [2015, March 12]
- 2) ヒルズ・マルシェ(2015)『ヒルズ・マルシェ』
<http://www.arkhills.com/marche> [2015, March 12]
- 3) えびすマルシェ(2015)『えびすマルシェ』
<http://ebisusandou.eshizuoka.jp/> [2015, March 12]
- 4) 豊橋まちなかマルシェ(2015)『豊橋まちなかマルシェ』
<http://machinakamarche.sitemix.jp/> [2015, March 12]
- 5) 株式会社流通研究所(2010)『直売活動の現状と大都市直売の展望～都市直売と地方直売の連携に向けて～(平成21年度地産地消・直売活動推進事業)』
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/gizyutu/tisan_tisyo/pdf/21tyosa.pdf [2015, March 12]
- 6) 藤武麻衣, 佐野可寸志, 土屋哲(2011)「野菜の地産地消の推進によるCO₂排出削減量の計測」『農村計画学会誌』, 30, 303-308.
- 7) 白木達朗, 中村龍, 姥浦道生, 立花潤三, 後藤尚弘, 藤江幸一(2006)「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』34, 135-142.
- 8) 吉川直樹, 天野耕二, 島田幸司(2006)「野菜の生産・輸送過程における環境負荷に関する定量的評価」『環境システム研究論文集』34, 245-251.
- 9) 中田哲也(2010)「フードマイレージ指標を用いた地産地消の環境負荷削減効果の計測」『フードシステム研

- 究』17(3), 250-253.
- 10) 串田修, 伊藤亮司(2013)「地産産野菜の入手・選択に関する消費者の認識—地産地消を推進する農村集落における地区産と市内産での認識の違い—」『フードシステム研究』20(3), 299-302.
 - 11) 大庭隆嗣, 平野達朗, 栗原真一(2006)「地元産農産物に対する消費者選好の因果構造—地域や農との関わりに注目したグラフィカル因果分析—」『農村計画学会誌』25, 413-418.
 - 12) 菊池克行, 伊坪徳弘(2009)「地産地消を担う農産物直売所における CO₂ 排出量の表示とその効果分析」『日本 LCA 学会誌』5(4), 446-455.
 - 13) 中口毅博(2007)「食生活に伴う二酸化炭素排出実態に関する研究—生鮮食料品および飲料使用における地域・団体による差に着目して—」『環境科学会誌』20(4).
 - 14) 氏原岳人, 谷口守, 松中亮治(2007)「グループに着目した朝市来訪者の行動特性と環境影響」『土木学会論文集 D』63(1), 55-64.
 - 15) 横山大輔, 谷口守, 松中亮治(2007)「持続可能な商業施設立地・都市構造検討のためのマーケット CO₂ 排出量の提案—商品搬入・購買行動に考慮して—」『環境システム研究論文集』35, 247-254.
 - 16) 横山大輔, 谷口守, 松中亮治(2006)「マーケットマイル指標を用いた交通環境負荷の評価—食品流通・購入に対する商業立地・都市構造・地産地消の観点から—」『都市計画論文集』43(3), 121-126.
 - 17) 錦二丁目まちづくり連絡協議会／マスタープラン編集会議(2010)『これからの錦二丁目・まちづくり構想(2011-2030)手引き編』, <http://www.kin2machi.com/archive.html> [2015, March 12]
 - 18) 名古屋市(2015)『錦二丁目低炭素地区まちづくり』http://www.city.nagoya.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000068/68152/nishiki_3.pdf [2015, March 12]
 - 19) 第 14 回長者町ゑびす祭り実行委員会(2014)『第 14 回長者町ゑびす祭り』<http://www.yebisu-m.com/index.html> [2015, March 12]
 - 20) 国土交通省国土政策局国土情報課(2015)『国土数値情報』, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> [2015, March 12]
 - 21) 森川高行, Ben-Akiva M.(1992)「RP データと SP データを同時に用いた非集計行動モデルの推定法」『交通工学』27(4), 21-30.
 - 22) 公益財団法人日本食肉消費総合センター(JMI)(2010)『消費動向調査(平成 22 年 12 月調査)』<http://www.jmi.or.jp> [2015, March 12]
 - 23) 国土交通省(2013)
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html [2015, March 12]
 - 24) オーガニックファーマーズ朝市村(2013)朝市村出店情報,<http://asaichimura.blog15.fc2.com/> [2015, March 12]
 - 25) 南齋規介, 森口祐一, 東野達(2002)「産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)—LCA のインベントリデータとして—」『(独)国立環境研究所 地球環境センター』
<http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/3eid.html> [2015, March 12]
 - 26) 全日本トラック協会(JTA)(2011)『平成 22 年度版トラック輸送産業の現状と課題』
<http://www.jta.or.jp/coho/hakusho/hakusho22/hakusho22.pdf> [2015, March 12]

AN EFFECT TO CO₂ EMISSIONS BY NON-PERMANENT SELLING SYSTEM FOR LOCAL PRODUCTION FOR LOCAL CONSUMPTION

Hiroyoshi MORITA¹, Satoshi INENAGA², Eisuke AOKI³
Akito MURAYAMA⁴, Mikito FUJIMORI⁵, Megumi NABATA⁶ and Yasuhiro ENDOH⁷

¹Ph.D. (Env.) Nippon Engineering Consultants co., Ltd. (E-mail: morita_hiroyoshi@ne-con.co.jp)

²Nippon Engineering Consultants co., Ltd. (E-mail: inenaga@ne-con.co.jp)

³Nippon Engineering Consultants co., Ltd. (E-mail: aoki_ei@ne-con.co.jp)

⁴Ph.D. (Eng.) Associate Professor, The University of Tokyo, School of Engineering
(E-mail: murayama@up.t.u-tokyo.ac.jp)

⁵Taiwa Keikaku co., Ltd. (E-mail: fuji@taiwa-k.jp)

⁶NPO Nurturing of Community Engawa Design (E-mail: nabata@engawa.ne.jp)

⁷Ph.D. (Eng.) NPO Nurturing of Community Engawa Design (E-mail: endoh@engawa.ne.jp)

The Marche has been discussed in many cities for enhancing access to shopping and reducing CO₂ emissions from trip. This study aims to evaluate the effect to accessibility of shopping and CO₂ emission reduction by the Marche in inner city. The analysis started by examining usability and needs of Marche with questionnaire to residents, and developed shopping behavior model and estimation method of CO₂ emission. The model was applied to evaluate the effect to accessibility of shopping and CO₂ emission reduction by the Marche, especially targeting Nishiki 2 District, located in the urban center of Nagoya City, Japan. The result indicate that 1) the Marche near residential promotes de-motorization and shortens shopping trips not only because of closeness but also of frequency and services level, 2) perishable foods sold by the Marche cause lower CO₂ emissions on production and transport than that by supermarket, 3) it could be possible to reduce CO₂ emissions by 7-32% depending frequency in total process.

Key Words: Local production for local consumption, Marche, Accessibility, CO₂ emission