

(千葉大学学位申請論文)

フード・マイレージの食料政策への適用可能性に関する研究

2012 年 1 月

千葉大学大学院 園芸学研究科
環境園芸学専攻 食料資源経済学コース

中 田 哲 也

目 次

第 I 章 研究の背景・目的と既存研究のレビュー

1 研究の背景・目的と本論文の構成

(1) 研究の背景と目的	1
(2) 本論文の構成	2

2 フードシステムと環境との関係

(1) 輸出国等の資源・環境に与えている負荷	3
① 海外の農地への依存	3
② バーチャルウォーター、ウォーターフットプリント	4
③ エコロジカル・フットプリント	5
(2) 日本の環境への影響	
① 日本全体の物質循環	5
② 窒素を指標とした農業生産システム	5
(3) 輸送に伴う地球環境への負荷	
① 二酸化炭素排出量の状況	6
② フード・マイレージとウッドマイルズ	7

3 フード・マイレージに関連する既存研究のレビュー

(1) イギリスのフードマイルズ運動	
① フードマイルズ運動とフード・マイレージ	8
② NGO によるフードマイルズ運動と関連する研究成果	9
③ フードマイルズ運動の拡がり	11
(2) 海外における関連する研究成果	
① Tim Lang による研究成果	13
② LCA の手法を用いた研究成果	15
③ フードマイルズに対する批判	16
(3) 日本国内における研究成果	
① フードマイルズ指標の日本への導入	17

② フード・マイレージの考え方を取り入れた研究成果	19
③ 消費者教育等の視点からのフード・マイレージの活用	21
④ フード・マイレージと LCA 分析	22
⑤ 国の施策との関係	24
(4) フードマイレージ・キャンペーン、フードマイレージ・プロジェクト	
① 「フードマイレージ・キャンペーン」の発足とそのねらい	25
② 「フードマイレージ・プロジェクト」への発展と今後の課題	26
4 小括	29

第Ⅱ章 日本の輸入食料のフード・マイレージ

1 輸入食料のフード・マイレージの計測と諸外国との比較

(1) 課題設定の背景	31
(2) フード・マイレージの概念と計測方法	
① 概念	32
② 計測方法	33
(3) フード・マイレージの計測結果	
① フード・マイレージの概要	38
② 品目別の状況	43
③ 輸入相手国別の状況	45
(4) 輸入食料の輸送に伴う環境負荷の試算	46
(5) 結論と今後の課題	49

2 最近の輸入食料のフード・マイレージ及び長期的な状況

(1) 課題設定の背景	53
(2) 最近におけるフード・マイレージの状況	
① 計測方法と結果の概要	53
② 品目別、国別の状況	55
(3) 長期的にみた輸入食料のフード・マイレージの状況	
① 対象品目と計測方法	56

② 計測結果	57
(4) 結論	58
3 小括	60

第Ⅲ章 フード・マイレージ指標を用いた地産地消の効果計測

1 学校給食における地産地消の取組の効果計測

(1) 課題設定の背景	61
(2) 地産地消と学校給食	
① 地産地消の取組の隆盛とその背景	61
② 学校教育における地産地消の扱い	63
(3) 埼玉県新座市立第二中学校の学校給食の現状	
① 地域の概要	63
② 学校給食の食材使用量と産地	64
(4) 学校給食のフード・マイレージと地産地消の効果の計測	
① 計測方法	66
② 計測結果	67
③ 地産地消の効果計測の試み	70
(5) 結論と明らかとなった課題	72

2 食育への「フード・マイレージ」概念の適用

ー 『食と農』体験塾』についてのケーススタディー

(1) 課題設定の背景	74
(2) 食育の取組の活発化とその背景	
① 食育基本法の施行と食育の取組	74
② 食料政策等における食育の位置づけ	75
(3) 『食と農』体験塾』の取組とフード・マイレージ	76
(4) 食育推進ボランティアに対するアンケート調査結果	79
(5) 結論と今後の課題	81

3 伝統野菜等を用いた献立の環境負荷低減効果の計測	
(1) 課題設定の背景	83
(2) 伝統野菜を用いた献立のフード・マイレージ等の計測	
① 計測の対象とした献立	84
② フード・マイレージと輸送に伴う二酸化炭素排出量の計測－ケース 1－	85
(3) 地産地消の効果計測	
① 市場で国産食材を調達した場合－ケース 2－	86
② 市場で輸入品も含めて食材を調達した場合－ケース 3－	86
(4) 結論と今後の課題	88
4 小括	89
 第Ⅳ章 結論と今後の課題	
1 解明された事実	
(1) フード・マイレージをめぐる状況	91
(2) 輸入食料のフード・マイレージと地産地消の効果	91
(3) フード・マイレージの指標としての限界	
① 輸送機関による二酸化炭素排出係数の違い	92
② 輸送の過程に限定	93
2 フード・マイレージの有用性	
(1) 環境問題に対する消費者意識の高まりと課題	95
(2) 食育の視点から見たフード・マイレージの有用性	96
3 食料政策への適用可能性と今後の課題	98
 引用・参考文献	101
SUMMARY	107
初出一覧	117

第Ⅰ章 研究の背景・目的と既存研究のレビュー

1 研究の背景・目的と本論文の構成

(1) 研究の背景と目的

日本は、経済の高度成長の過程等において、食料供給の大きな部分を海外からの輸入に次第に依存するようになり、現在、世界最大の食料の純輸入国となっている。この主な理由は、日本人の食生活のパターンが、それまでの米を中心としたものから畜産物や油脂を多く消費するものに大きく変化したためである。この変化に対応するために、畜産のための飼料用穀物や搾油用の油糧種子の大量供給が必要となったが、これら土地利用型作物を狭隘な国内で生産することは、相対的に高コストとならざるを得ないため、その供給のほとんどを海外からの安価な輸入品に依存するようになった。さらに、近年では、肉類や生鮮野菜の輸入も増加している。

このように食料輸入の大幅な増加と並行して、日本の食料自給率は大きく低下することとなった。現在、カロリーベースの食料自給率は39%（2010年度概算値）と、主要先進国の中で最も低い水準となっている。一方、国内においては、農業労働力が減少・高齢化するとともに不作付地や耕作放棄地が大きく増加する等、食料生産基盤の急速な脆弱化が進行している。さらに、世界的な食料需給が不安定化しつつある中で、様々な多国間及び二国間の国際的な交渉の場において、日本の農産物市場の一層の開放の是非が議論されるなど、輸入を含む食料の安定的な供給・確保のあり方（食料政策）について、改めて様々な観点からの真剣な検討が求められている現状にある。

また、近年、口蹄疫、BSE、冷凍餃子など食品の安全性に係わる事故・事件が相次いで発生した。さらに、多くの企業等において輸入品を国産と偽るなど食品の不正表示を行っていた事実が判明したこともあり、現在、消費者・国民の間には、食品の品質や安全性に対する関心あるいは懸念が大きく高まっている。これら事故・事件の直接的な原因はそれぞれにあるが、共通する背景として、食料消費の場である食卓（食）と食料生産の現場（農）との距離が拡大しているという事情がある（註1）。無論、輸送距離に比例して品質や安全性が低下するという必然性はないものの、輸送距離が伸びることに伴い、その食品の供給ルート全体を適切に監視・管理する困難性が増すことは十分に考えられる。消費者・国民の多くは、食と農の間に大きな距離（これには物理的な輸送距離だけではなく、心理的な距離感も含まれる。）が存在することに気付

き、食料の品質や安全性に不安を有するようになっていのである。この距離（感）は自給率という指標には含まれていない要素であり、その計測を仮想的にでも試みるための指標の開発が求められている。

さらに、近年、地球環境問題の重要性が広く認識されるようになっていいるが、日本が行っている大量の食料輸入と地球規模の資源や環境との関連については、これまでのところ、十分に意識されているとはいえない。日本の大量の食料輸入は、輸出国及び日本の資源・環境に対して、あるいは長距離輸送そのものが地球環境に対して相当程度の負荷ないし影響を及ぼしていることが想像されるが、これらについての研究は、次節に述べるように必ずしも多くはない。特に、輸入食料の輸送自体が環境に与えている負荷の定量的把握については、これまでほとんど行われていなかった。

本論文は、以上のような問題意識の下、食料の量及び輸送距離を総合的・定量的に把握する「食料の総輸送量・距離」（以下、「フード・マイレージ」と言う。）という指標を提示するとともに、食料政策の企画・立案への適用可能性について考察を行う。

（２）本論文の構成

本論文の構成は以下のとおりである。

本章（第Ⅰ章）においては、まず研究の背景と目的について整理した後、次節において食料と環境問題との関係についての既存研究等について整理を行い、その文脈上でフード・マイレージという指標の位置づけを明らかにする。さらに第３節において、フード・マイレージに関連する既存の国内外の先行研究等のレビューを行う。

第Ⅱ章では、輸入食料のフード・マイレージを計測して諸外国との比較を行うことにより、長距離輸送を経た大量の輸入食料に依存しているという日本の食料供給の実態を明らかにするとともに、日本の食料輸入が輸送面で地球環境に対して与えている負荷について定量的な計測を行う。さらに、最近の輸入食料のフード・マイレージの動向と、主要品目についてのフード・マイレージの長期的な動向について考察する。

第Ⅲ章では、フード・マイレージ指標を用いて、具体的に地産地消の効果を計測する３つのケーススタディを行う。最近、各地において地産地消の取組が盛んになっているが、地産地消が有する輸送に伴う環境負荷低減の効果に注目し、その定量的な評価まで行っているケーススタディは、これまでほとんどなかった。本章では、学校給食、食育活動、伝統野菜等に関する取組を取り上げ、フード・マイレージ指標を用いて地

産地消の効果を定量的に把握する。

最後の第Ⅳ章においては、環境問題に対する消費者の意識の現状について概観した上で、フード・マイレージ指標の限界と有用性を整理するとともに、今後の食育の取組、食料政策の企画・立案に当たってのフード・マイレージ指標の適用可能性について考察を行う。

(注1) 高橋正郎 [1] によると、「食と農の距離が拡大」という現象は、少なくとも「地理的距離の拡大」、「時間的距離の拡大」、「社会的（段階的）距離の拡大」の3つの局面で展開しているとされる。

2 フードシステムと環境との関係

現在の日本人の食生活は、大量の輸入食料を海外から長距離輸送することによって成り立っているが、近年、そのような日本のフードシステムの現状が地球規模の資源や環境に負荷ないし悪影響を及ぼしているという認識が高まりつつある。そのような負荷ないし悪影響は、主に以下の3つの局面で生じている。まず輸出国など地球上の限られた資源・環境に負荷を与えているという面、次に日本に大量に持ち込まれる物資が日本の環境に負荷を与えているという面、そして本論文が対象とする大量の輸入食料を長距離輸送する過程で二酸化炭素等の温暖化ガスを排出し地球環境に負荷を与えているという面である。

以下、順次、関連する研究成果等について整理する。

(1) 輸出国等の資源・環境に与えている負荷

① 海外の農地への依存

世界の人口は開発途上国を中心にさらに増加し、2100年には101.2億人に達するものと予想されている（中位推計の場合）[1]。また、人口の多い新興国の経済発展、バイオ燃料の生産拡大等の新たな需要増大要因が顕在化している。一方、世界の穀物収穫面積はほぼ横ばいで、近年は単収の伸びも鈍化している。水資源の枯渇、異常気象など供給面での不安定要素も多く、今後、穀物等の国際需給は中長期的にはひっ迫する可能性がある。

このような中で日本は食料供給の大きな部分を輸入食料に依存しているのである

が、このことは、言わば日本は、海外の農地という資源を使って（借りて）自分たちの食料を生産しているということである。

農林水産省によると、日本が輸入している主な農産物の生産に必要な海外の作付面積、言い換えれば国内の食料需要を満たすために使用している海外の農地面積は約 1,245 万 ha と試算され、これは、日本の農地面積（465 万 ha）の 2.7 倍に相当する [2]。海外に依存している農地面積の内訳をみると、とうもろこし、大豆、なたね、畜産物が大きな割合を占めており、畜産物や油脂類を大量に消費している日本の食生活の現状を反映するものとなっている。

なお、日本国内の農地面積は、ピーク時である 1961 年の 609 万 ha から 2011 年の 456 万 ha へと約 4 分の 3 の水準へと減少し、近年は、不作付地や耕作放棄地が大きく増加しており、耕地利用率はピーク時の 1956 年の 138%から 2010 年には 92%に低下している [3]。このように、日本は国内の農地資源を効率的に利用することなく、貴重な海外の広大な農地資源を利用しているという実態にある。

② バーチャルウォーター、ウォーターフットプリント

地球上の水資源のうち淡水は約 2.5%に過ぎず、さらに河川や湖沼に存在する地表水は全体の 0.01%に過ぎない [4]。今後、人口や取水量の増加により、2020 年までにアフリカだけで 7500 万人から 2 億 5 千万人が気候変動による水ストレスの増大にさらされると予測されている [5]。

このような状況の中で、日本は食料等のかたちで大量の水を輸入しているという考え方がある。東京大学生産技術研究所の沖大幹助教授等のグループは、日本のバーチャルウォーター（仮想水。輸入品を仮に自国内で生産すると場合に必要になる水）の輸入量について試算を行っている [6]。それによると、日本の仮想水の総輸入量は年間約 640 億 m³と推計され、国内において使用している水資源量のほぼ 3 分の 2 の量を海外に依存している。また、仮想水の総輸入量の 98%は食料であり、その 8 割を飼料穀物、油糧種子、畜産物が占めている。また、バーチャルウォーターとの対比で「輸出国で実際に消費された水資源量」のことをウォーターフットプリントと称する。このように、畜産物や油脂類を大量に消費している日本人の食生活は、世界の水資源にも大きな負荷を与えている

③ エコロジカル・フットプリント

エコロジカル・フットプリントとは、人間がそれぞれの地域において行っている生活や経済活動を持続的に支えていくために必要な土地、森林、水域等の面積を表わした指標である [7]。日本人のエコロジカル・フットプリントを計算すると1人当たり 4.3ha となり、これは、地球の環境収容力を全人類に公平に割り当てた場合の面積 1.8ha の 2.4 倍に当たる。つまり、全人類が日本人と同じレベルの生活や経済活動を実現するためには、地球は 2.4 個必要であることを示している。ちなみにアメリカのエコロジカル・フットプリントは1人当たり 9.5 ha と計算される。

このように、エコロジカル・フットプリントはその国の経済活動の水準によって大きく異なり、現在の地球上に存在する大きな格差を前提として、日本人は豊かな生活を享受していると言える。

(2) 日本の環境への影響

① 日本全体の物質循環

大量の食料輸入は、日本の環境にも大きな負荷を与えている。

まず、日本全体の物質収支の状況をみると、日本は食料に限らず資源の多くを海外に大きく依存しており、日本の物質収支（マテリアルバランス）は全体として非常にアンバランスなものとなっている。環境省によると、2007 年には 18.0 億トンの資源等が国内外から投入されているが、このうち 8.2 億トンが輸入であるのに対し、輸出は約 6 分の 1 の 1.8 億トンに過ぎない [4]。また、投入量のうち 7.1 億トンが建物や社会インフラ等として蓄積され、5.1 億トンがエネルギー消費等で排出される一方、5.9 億トンの廃棄物等が発生している。

このように、日本では適正な物質循環が確保されていない。

② 窒素を指標とした農業生産システム

窒素は自然界に豊富に存在している元素であり、化学肥料が大量に製造・使用されるようになった結果、世界の農業生産は飛躍的に増大したが、同時に、地球全体として環境への窒素の蓄積が進行するようになっている。

日本において特に問題なことは、大量の食料や飼料の輸入により窒素収支が一層アンバランスになっているということである。食料の貿易は、農産物にかたちを変

えた窒素を輸出入しているのと同じとみることができ、食料輸入国では食品として摂取あるいは農地に還元できる量以上の窒素の流入があった場合には、環境に対する負荷が生じることとなる。

独立行政法人農業環境技術研究所は、日本の農業生産システムにおける窒素収支の姿を整理している [8]。これによると、1961 年においては、窒素肥料由来 63 万トン、輸入食飼料由来 17 万トン等の窒素が農地に投入され、農地から 55 万トンの窒素が環境に排出された。2003 年の状況をみると、窒素肥料に由来する窒素の量は 53 万トンと 15%減少しているのに対し、輸入食飼料に由来する窒素の量は 84 万トンと約 5 倍へと増加している。この結果、農地から環境への窒素排出量は 83 万トンと 1961 年に比べ約 1.5 倍へと増加している。

このように、現在の食生活に起因する食飼料や畜産物の大量輸入は、窒素の蓄積という過程を通じ、日本の環境にも大きな負荷を与えていると言える。

(3) 輸送に伴う地球環境への負荷

① 二酸化炭素排出量の状況

経済活動が地球規模で拡大し貿易量が増大するなど経済活動が広域化する中で、輸送に伴う環境負荷の問題の重要性が増している。

その状況は、日本国内の二酸化炭素の排出量の状況からもうかがうことができる。環境省によると、2009 年度の温室効果ガスの総排出量は 12 億 9000 万トン（二酸化炭素換算）と、金融危機の影響により前年度に比べ 6%弱減少し、気候変動枠組条約の京都議定書（1997）の規定による基準年（原則 1990 年）の総排出量も 4%下回った [9]。このうちエネルギー起源の二酸化炭素排出量は基準年に比べ 1.5%の増加となっているが、最も排出量シェアの大きい産業部門においては 20%減少しているのに対し、次いでシェアが大きい運輸部門においては 6%増加しており、日本国内においても運輸部門における二酸化炭素排出量の削減が重要な課題となっている。

しかしながら、輸送に伴う環境負荷の問題に関しては、国際的にも十分に認識されているとはいえない。例えば、京都議定書においては各国ごとに法的拘束力のある温室効果ガスの削減目標が定められているが、これには国際貿易に伴って排出される温室効果ガスは含まれておらず、国際機関における検討に委ねられている現状

にある（註 1）。

② フード・マイレージとウッドマイルズ

このような状況の中で、食料の輸送に伴って排出される二酸化炭素など環境負荷に着目し、その大きさを定量的に把握しようとする指標がフード・マイレージである。これについては、関連する先行研究等も含めて次節以降で詳細に述べることとし、ここでは、木材を対象とした類似の指標であるウッドマイルズについて整理しておく。

2003年に設立された「ウッドマイルズ研究会」（代表運営委員 藤原敬）は、「住宅に使用される木材の輸送距離を短縮し、輸送エネルギーの削減や地域材需要の活性化を目指すため、木材の産地から消費地までの距離に関する指標の開発と普及に関する事業を行い、日本の地域資源の活用と循環型社会構築へ寄与する」ことを目的としている。本研究会によると、木材輸入量世界第1位のアメリカのウッドマイルズは 842 億立方メートル・km であるのに対し、遠隔地から木材を輸入している第2位の日本は 3844 億立方メートル・km と突出している [10]。また、日本の木造建築住宅1戸分の平均的なウッドマイルズは約 15 万立方メートル・km であるが、仮に全ての木材を北米材にするとこの値は 1.6 倍となり、逆に建築場所から 50km 以内で材木を調達すれば 100 分の 1 となることを明らかにしている。

（註 1）京都議定書第 2 条 2.

3 フード・マイレージに関連する既存研究のレビュー

食料輸送に伴う環境負荷の問題に関しては、前節で述べたとおり、京都議定書等においても十分に認識されているとはいえないが、1990年代にイギリスで始まったフードマイルズ運動はこの分野における先駆的な役割を果たし、現在、多くの国において類似の運動が広がっている。同時に、関連する一定の研究成果が蓄積される一方、輸送段階に着目するフードマイルズという指標あるいは運動に対しては、主に LCA（Life Cycle Assessment）の観点から批判的な論調もある。

以下、関連する国外及び国内の既存研究の状況についてレビューを行う。

（1）イギリスのフードマイルズ運動と関連する研究成果

① フードマイルズ運動とフード・マイレージ

“Food Miles”とは、消費する食料の量に農場から食卓（“from plough to plate”）までの距離を掛け合わせた指標であり、これを意識して、なるべく地域内で生産された食料を消費すること等を通じて環境負荷を低減させていこうというのが、イギリスにおける市民運動である「フードマイルズ運動」の趣旨である。

本論文で取り上げる「フード・マイレージ」は、この「フードマイルズ」の考え方や計算方法を参考としたものであるが、敢えて別の用語を用いているのは、語感や、既に「マイレージ」という言葉が相当程度人口に膾炙しているという事情のほか、以下に述べる理由による（註1）。

イギリスのフードマイルズは、日々の市民運動を実践していく際の拠り所とすることを目的としたもので、計測されているのは自国（イギリス）の数値のみであり、過去の数値と比較を行うことによって自分たちの運動の現状や成果を評価することに用いられている。

これに対して、日本の農林水産政策研究所で計測した輸入食料のフード・マイレージは、農林水産省の一機関として、国民の食料の安定的な供給・確保を図っていくための政策の企画・立案に資することを直接的に意識したものである（中田 [21]、第Ⅱ章1参照）。そのため、諸外国との比較の下で日本の食料供給構造の特徴を明らかにすることを狙いの一つとし、計測に当たり、イギリスのフードマイルズにはない単純化された前提・仮定を設けることにより、客観的データに基づいて各国の輸入食料のフード・マイレージを計測し比較することを可能とした。

なお、この時点では、フード・マイレージは輸入の過程（輸出国から日本の輸入港までの距離）のみに着目しており、国産の食料あるいは輸入食料の日本国内の輸送については計測の対象としていなかったが、その後、国内における輸送も含んだフード・マイレージの計測を行った（第Ⅲ章各節）。

② NGO によるフードマイルズ運動と関連する研究成果

フードマイルズ概念は、1990 年代初めにイギリスのロンドン市立大学教授（食料政策学）の Tim Lang によって考案されたものとされている。その後、非政府組織である SAFE Alliance（1999 年に National Food Alliance と合併して SUSTAIN に改称。）が中心となって、フードマイルズ運動が展開されてきた。

フードマイルズに関連して SAFE Alliance が最初に公表し、フードマイルズ運動の端緒となった論文が Paxton [1] である。

これによると、食料は生産者から消費者までの間に多くの化石燃料を使って非常に長い距離を輸送されてきており、小売店における食料価格には、この間の一連の環境面あるいは社会的なコストは反映されていないという基本的な問題意識が示されている。そして、現在のようにフードマイルズが大きくなったことの背景として、燃料コストの低さ、共通農業政策による生産過剰の一方での大量輸入、大規模小売店舗のシェアの拡大、消費者への情報開示の不十分さ等の複雑な事情があることについて考察している。

また、このような行き過ぎた不必要なフードマイルズを削減するための方策として、個々の消費者に対しては地元産の食料を購入すること、生産者に対しては地場消費に対応した生産を行うこと、小売店に対しては地元産やフェアトレードの商品を優先的に取り扱うこと、さらに政府に対しては燃料税の導入と輸送距離・手段に関する消費者への情報提供の支援等の取組を行うことを推奨している。

本論文は大きな反響を呼び、フードマイルズに対する関心が高まるとともに、それを意識して、なるべく近くで生産された食料を消費することによって輸送に伴う環境負荷を低減させていくことを目指す「フードマイルズ運動」が、イギリスを中心として他の国にも広がっていくこととなった。

ところで本論文においては、フードマイルズを単なる距離を表すだけのものではなく、より広い社会的、生態学的なインプリケーションがあるものとして捉えてお

り、その内容を、環境、開発途上国の食料安全保障、イギリス国内の小規模生産者の保護、動物福祉、国民の健康という5点に整理している（註2）。後にレビューするように、主にLCA分析の観点からフードマイルズは輸送面しか考慮していないとの批判があるが、フードマイルズは、それが考案され発表された当初から、少なくとも概念の上では、幅広い社会的なインプリケーションを有していたことは注目されるべきであろう。

さて、その後もSAFE Alliance（1999年からはSustainに改称。）は、フードマイルズに関する報告書を継続して公表してきている。

Whitelegg [2] は、特に道路輸送の面に注目した報告である。ここでは、小売店の位置を4つのケース（中心市街地、近隣、郊外、縁辺部）に分類し、それぞれについて自動車利用による外部コストの大きさを計測し、遠隔地にある店舗ほど明らかに環境負荷が大きくなることを明らかにしている。例えば、縁辺部にある小売店を自動車で利用した場合は、中心市街地にある店舗を利用した場合と比べて2.2倍の二酸化炭素等を排出しているとの推計結果を示している。

SAFE Alliance [3] は、そのタイトルの通り、消費者がフードマイルズを減らすための具体的な一連の行動（アクション・パック）について整理したもので、副題の「地球規模で考え、ローカルに食べよう」が、その趣旨を端的に表している。本報告においては、まず、フードマイルズがもたらす問題点とフードマイルズ運動の概要について整理した後、消費者がフードマイルズを減らすための行動の例として、スーパーマーケット等の小売店に対して地元産を扱うように働きかけること、契約栽培やファーマーズマーケットを利用すること、市街地の中において農作物を栽培すること、学校に菜園を設けること等が掲げられている。さらには、これらを実際に行動に移そうとした際に有益と思われる連絡先（小売チェーンの本部、農業団体、政府機関等）のリストまで含まれている。

Sustain [4] は、これまでの5年間のフードマイルズ運動を振り返り、その成果と現状等について整理したものである。産業界、政府、一般国民に大きな反響をもたらした最初の論文（Paxton [1]）から5年間、フードマイルズ運動が継続されてきたにも関わらず、イギリスにおける食料の輸送距離はさらに伸びていることが明らかにされている。すなわち、イギリスにおける食料全体のフードマイルズは、1978年には235億t・kmから1998年には426億t・kmへと1.8倍に増加しており、フ

ードマイルズ運動が開始される直前の 1993 年から比較しても 19%増加していることを明らかにしている。その結果、食料の長距離輸送によってもたらされる大気汚染の深刻化、過剰な包装・加工、生物多様性の喪失、農薬の多量使用、栄養成分の低下等の問題は改善されていないとする一方、フードマイルズ運動の成果として、「Buy Local」運動等と称される他の NGO 等による類似の活動の活発化、政府による燃料税引き上げと公共交通機関利用の推進、小売店による環境報告書の作成等の実績が上がっていることを述べている。さらには、ファーマーズマーケット、契約生産、地産地消の推進など、従来の流通スキームに変革をもたらす動きが広範に起きていることについても評価し、これらの動きを受け、改めて個々の消費者、生産者、小売・加工業者、地域、政府にとっての望ましい具体的な行動を整理し推奨している。

Sustain [5] は、主食を含め、現代のフードシステムが石油資源に依存していることに警鐘を鳴らし、より持続可能な食料供給のあり方について考察した論文である。食料を長距離輸送することは、その食品自体が有するカロリー以上の再生不可能な化石燃料が投入されているとし、輸入食品のバスケット（26 品目）を想定し、その輸送距離が地球 6 周分に相当すること、それらの輸送に伴い排出される二酸化炭素の量はイギリスにおいて平均的な 4 つの寝室を有する家庭が調理により排出する二酸化炭素量の 8 カ月分に等しいことを明らかにしている。これらの状況を踏まえ、フードシステムを再び地産地消化する（relocalize）ことの重要性を訴えており、そのためには政府だけではなく民間の自主的な取組が必要であることを指摘している。

③ フードマイルズ運動の拡がり

フードマイルズ運動の主な担い手は NGO であるが、イギリス政府としては、2005 年に環境・食料・農村地域省（DEFRA）が「持続可能な発展のための指標としてのフードマイルズの有用性」[6] と題する報告を公表している。「最終報告」と添えられているように、これがフードマイルズに関するイギリス政府としての現在までの公式な見解となっている。本報告によると、食料の長距離輸送に伴う悪影響は確かに深刻化しつつあるものの、その内容・要因は複雑であるため、単なる距離のみを表すフードマイルズは単独の指標としては不十分であり、他のいくつかの指標と組み合わせて活用することが適当としている。また、本報告では、イギリスにおける

食料輸送に伴う社会的コストとして、二酸化炭素の排出、大気汚染、騒音、交通渋滞、交通事故の発生、追加的なインフラ整備の必要性を掲げ、それぞれについて輸送手段毎のコストを計測している。また、引き続きデータベースと指標を改善していくことと、食料輸送に伴う悪影響を低減するための政策的な研究の必要性を訴えている。

イギリスにおけるフードマイルズ運動の拡がりの状況については、日本においても紹介されており、例えば野崎 [7] は、イギリスにおいてフード・マイレージに対する関心と支持が高まり、具体的な政策に結びつき始めた旨をレポートしている。これによると、同国の環境・食料・農村地域省 (DEFRA) 「持続可能な食品産業のための戦略」(2006) を基に、フード・マイレージを減らすことを柱にし、食品輸送に伴う環境・社会面へのコストを 20%削減することを目標と定め、モデル事業の支援等に取り組むとしている。フード・マイレージをキーワードとして、食・農に関わる産業が持続的に発展するためには、経済、社会、環境の各分野が発展できるようバランスをとることが重要という視点で検討され、これまでのような大規模で経済的に効率のよいフードシステムが最適であるという見方に対し、「持続可能」かどうかをキーワードに分析し、よりよい環境と社会を持続するための投資が長期的には産業の発展につながるとして、関連各産業の取組を促している。

また、これら政府主導の取組と同時に、環境意識の高い消費者が増加していることが食品業界の対応に大きな影響を及ぼしている。例えば産直を進める生産者の団体 FARMA (the National Farmer's Retail and Markets Association) は、2006 年、フード・マイレージの考え方を重視しファーマーズマーケットの充実に一層力を入れ始めた。外食産業でも地元のものを取り入れた地産地消レストランが増えている。さらに流通業界では、まずスーパーマーケットでは「アズダ」は地元食品の仕入れに力を入れ野菜からフード・マイレージを削減することをアピール、最大手の「テスコ」は国産の野菜に国旗のマークを付して強調している。百貨店「マークス&スペンサー」では空輸の青果物に飛行機のマークを表示している。

イギリスから始まったフードマイルズ運動は、アメリカも拡がりつつある。例えば、アメリカの非政府組織である NRDC (天然資源防護会議) の報告 [8] によると、タイ産の米、オランダ産の生鮮トマト等の輸入品の長距離輸送に伴う環境負荷の大きさとして、二酸化炭素の排出量のみならず、スモッグにより形成される汚染物質と

ディーゼル排気すすり粒子の量、予想される喘息等呼吸器症状の症例数、それに伴い子どもが学校を休む日数まで推計している。ここではフードマイルズを、地球環境との関係だけではなく、大気汚染や健康面との関連という観点からも注目している。

以上のように、イギリスから始まったフードマイルズ運動は、地球環境との関係という視点に留まらず健康面等の観点を含みながら欧米を中心に拡がりをみせており、“Local Food”に対する関心が高まっている。これらは、持続可能でオルタナティブな社会構築に向けての大きな流れの一環として位置づけられ、イタリアから始まったスローフード運動、アメリカを中心とした CSA (Community Supported Agriculture ; 地域支援農業)、“Lohas” (Lifestyle of Health and Sustainability ; 健康と持続可能性を重視するライフスタイル)、“Locavores” (「地元産のものを食べる者」という意味の造語)、韓国における「身土不二」(地元の旬の食品や伝統食は身体に良く体と土は一体との意味)等の隆盛とも、軌を一にするものといえる。

(2) 海外における関連する研究成果

① Tim Lang による研究成果

フードマイルズ運動に理論的な裏付けを与えたのは、フードマイルズ概念の考案者でもあるロンドン市立大学教授の Tim Lang である。

Lang et al. の著書「フード・ポリシー」の副題は「統合される (integrating) 健康、環境及び社会」とされている [9]。その第 6 章「環境とエコシステム」においては、自然環境は人間活動により深刻なストレスを受けており、食料は、人間の健康と環境を結び付ける試金石であると位置づけている。そして、農業生産段階(肥料、農薬等)とその後のフードチェーン(流通、加工、包装等)における環境・生態への圧迫の内容について整理した上で、1992 年以降、繰り返し取り上げられるようになった「フードマイルズ」は、様々な外部性を手短かに理解するために優れた概念であり、LCA 研究の発展にもつながったと評価している。本節でも後述するニュージーランドにおける研究では、ニュージーランド産の輸入品の方がイギリス国内産の羊肉やリンゴよりも環境負荷が小さいとしているが、この研究は、イギリスの平地で集約的に飼養された羊とニュージーランドの丘陵地で粗放的に飼養された羊とを比較する、あるいは栽培する季節を無視している等の誤りを犯しているとしている。さらに、バーチャルウォーターや食品廃棄の問題点を指摘しつつ、環境、エ

コシステム、さらには将来の食料供給と人間の健康の質を保証していくための取組（step change）を企画し完成させることこそが、食料政策の基本であると主張している。

また、Pretty et al. [10] は、農業生産と食料輸送の変化は環境に対して新たなレベルの負荷をもたらしているとの問題意識の下、複数のシナリオに基づいた環境負荷の試算を行い、イギリスのフードシステムにおける環境負荷低減の可能性について考察している。具体的には、イギリスにおける 1 週間分の平均的な食事として 12 の食品を取り上げ、農場から食卓までの各段階において生じるコストについて計算した結果、畜産物の負荷が最も大きいこと、イギリスでの農業生産段階での外部コストは 15.1 億ポンドと見積もられるが有機農業に転換すると 11.3 億ポンドまで削減されうること、イギリスでの農産物・食料輸送の 28%は道路輸送で 23.5 億ポンドのコストがかかっており、船舶や航空機輸送によるコストは小さいこと、小売店から自宅までの自動車輸送によるコストが 12.8 億ポンドと見積もられるとしている。さらに、家庭におけるフードバスケットの環境コストは、1 人 1 週間当たり 2.91 ポンドと推計され、その中では国内の小売段階における道路輸送によるコストが大きな部分を占めていることを明らかにしている。

単一の食品ではなく、複数の原料からなる食品についてのフードマイルズ指標を考案したのが Pirog [11] である。Pirog は、フードマイルズの計測の多くが単一の食品を対象としたものであり、複数の原料からなる食品についての計測事例は少ないとし、WASD（Weighted Average Source Distance, 加重平均原料輸送距離）という概念を考案している。

WASD の計算式は以下のとおりである。

$$\left[\begin{array}{l} \text{WASD} = \Sigma (m(k) * d(k)) / \Sigma (m(k)) \\ \text{ただし、} k = \text{原料の異なる産地} \\ m = \text{それぞれの産地からの消費地における消費量} \\ d = \text{産地から消費地までの距離} \end{array} \right]$$

Pirog はこの指標を用いて、アメリカにおける苺ヨーグルトのフードマイルズの計測を行った。その結果、WASD は 2,216 マイルとなり、牛乳、砂糖、イチゴといっ

た複数の原料が非常に遠距離から輸送されていることを明らかとなった。そして、フードシステム研究者や地域の食料事業者がフードマイルズ概念をより効率的に利用できるようにするために、複数の原料からなる食品のフードマイルズを計測することの重要性を強調している。

② LCA の手法を用いた研究成果

イギリスから始まったフードマイルズ運動が他の欧米諸国に広がり、食料輸送と環境との関係について消費者等の関心が高まる中で、輸送面にとどまらず、生産、加工、包装、輸送、消費、廃棄という食品のライフサイクル全体を通じた環境負荷の大きさを視野に入れた、いわゆる LCA (Life Cycle Assessment) の手法を用いた研究も行われるようになっていく。

Weber et al. [12] は、食品流通の環境への影響に関する一般の、あるいはメディアにおける関心の高まりにもかかわらず、アメリカにおいては LCA 手法を用いた温室効果ガスに関する研究はほとんど行われていなかったとして、アメリカにおける食料消費全体に関する LCA 分析を行っている。その結果、食料の平均輸送距離は 1,640km (ライフサイクル・サプライチェーンでは 6,760km) と長い、平均的な世帯における食料消費に係る二酸化炭素排出量 (8.1 トン/年) の 83% は生産段階に由来するもので、輸送段階は 11% に留まっているとしている。また、赤身肉は鶏肉や魚よりもより多くの温室効果ガスを排出することから、栄養をどのような食材から摂取するかをシフトすることの方が、全ての食材について地元産品を購入するという非現実的なことよりも、効率的に温室効果ガスの削減に貢献することを指摘している。

また、Hill [13] は、フードマイルズや LCA に関するこれまでの研究成果をレビューする中で、フードマイルズは輸送による環境負荷という部分を反映した指標であることを認めつつも、単なる輸送距離だけでは表せない多くの複雑性がフードシステムにはあることに留意することが必要であるとした上で、個々の消費者の選択がエネルギー使用や二酸化炭素排出量に変化をもたらすとしている (註 3)。また、地元や地域内の食料に関心を持つ消費者の増加は、農業生産者との新しい協働関係をもたらす可能性があることについても言及している。

Martin et al. [14] は、複雑で変化しつつあるアメリカのフードシステムを評価す

るためには LCA の手法が有効な枠組みであるとし、アメリカのフードシステムを様々な指標を用いて分析している。その結果、農地の転用率、農業所得率、食品ロスの量、遺伝的多様性、土壌流亡率、化石燃料の大量使用等の点から、現在のアメリカのフードシステムは経済的、社会的に、また環境面でも持続可能ではないことを明らかにするとともに、消費行動の変化が必要としている。また、LCA の観点からアメリカの食料供給におけるエネルギー使用量を計測しているが、それによると、農業生産の段階が 22%、輸送段階が 14%、加工段階が 16%、家庭での貯蔵・調理の段階が 32%等となっている。

③ フードマイルズに対する批判

このようにフードマイルズ運動が拡大しフードマイルズに関する研究等が蓄積される中で、フードマイルズ指標の限界を指摘する研究も行われている。そのいくつかは、イギリス等への食料輸出国であるニュージーランドやオーストラリアの研究者によって実施されている。

ニュージーランドのリンカーン大学に籍を置く Saunders et al. [15] は、海外の有名なマスコミや特定のグループに取り上げられて有名となっているフードマイルズは、食料輸送が環境に及ぼす影響に関しては極めて限定的で単純化された指標であり、すなわち要素として距離しか含んでおらず、全体的なエネルギー、特に生産段階のそれを考慮していないことから、議論をミスリードしているとしている。また、その地理的条件から、ニュージーランドの食料輸出に脅威を与える恐れがあると警鐘を鳴らしており、とりわけニュージーランドの輸出品の 50%は飲食物品で、その約 3 分の 1 は EU に輸出されていることから、潜在的なリスクは大きいとしている。

このような問題意識の下、いくつかの重要なニュージーランドからイギリスへの輸出農産物（乳製品、リンゴ、タマネギ及び小羊肉）について、LCA の手法を用いて生産及び輸送に係るエネルギー使用量及び二酸化炭素排出量を計測した結果、イギリス国内で生産された乳製品は、ニュージーランドで粗放的に生産され輸入したものに比べて、その輸送のためのエネルギーを加えても、全体で約 2 倍のエネルギーを費やしていること、同様に小羊肉については約 4 倍であること等を明らかにしている。

同様に、Hogan et al. [16] は、オーストラリア農業資源経済庁のレポートの中で、

環境負荷低減等の観点から消費者に地産地消を奨励しているフードマイルズ運動は、貿易の成果を歪曲し、とりわけオーストラリアの農産物輸出のアクセス機会を損なうものであるとしている。また、フードマイルズは、フードチェーン全体の二酸化炭素排出量を把握するためには誤解を与える指標であり、仮に広く用いられた場合には、国際的な農産物市場を歪曲するとともに、地球全体の二酸化炭素排出量の増加につながりかねないと警告している。その上で、トータルの二酸化炭素排出量を示す表示（ラベル）が、フードマイルズに代わるべきものとしている。

一方、貿易が開発途上国の貧困削減に資するとの観点からのフードマイルズ批判もある。Macgregor et al. [17] は、フードマイルズについては消費者の3分の1が知っており、明らかに消費者行動の一部を変化させているとしている一方で、開発途上国からの食料輸入は貧困削減のメリットがあるという観点から、イギリスがサハラ以南アフリカから輸入する生鮮食料について、環境面及び社会的影響面の双方から評価を行っている。その結果、アフリカからの航空輸送による環境負荷は、LCA分析の結果、イギリス国内における野菜・果実消費に係る環境負荷の1%未満であることを明らかにした上で、開発の観点からは、サハラ以南アフリカからの生鮮野菜・果実の輸入は非常に効率的な投資であるとしている。このように、フードマイルズには、特に開発途上国からの食料貿易に関する社会的・経済的便益が含まれていないことから、持続可能性を計る指標としては限界があると評価している。

以上のように、海外においては、イギリスから始まったフードマイルズ運動が、様々に姿を変えつつ他国に広がるとともに、食料輸送が環境に与える負荷に関して様々な研究が行われ、LCA分析の発展にもつながっている。その一方で、ニュージーランド、オーストラリアといった食料輸出国の研究者からは、フードマイルズ指標が輸送部分しか考慮していないとして、LCA分析の観点等から限界と問題点が指摘されている。

（3）日本国内における研究成果

① フードマイルズ指標の日本への導入

日本国内においてもフードマイルズ（フード・マイレージ）に関連する研究成果が蓄積されている。

日本にフードマイルズという概念を初めて紹介した論文は谷口訳 [18] である。こ

れは、Paxton [1] の翻訳を中心として、イギリスにおけるフードマイルズ運動の背景と現状、日本における食品輸送問題の重要性と課題について整理したものである。谷口は、イギリスにおいては、NGO のイニシアティブがあり、さらに企業・政府の対応の早さも相まって、食品輸送に伴う環境負荷低減に向けての取組が進みつつあるのに対し、日本においてはそのような問題意識は皆無であるとし、輸入食料に係る環境負荷を正確に把握し、その情報を消費者、政府等に開示することの重要性を訴えている。

また、日本において初めてフードマイルズを具体的に計測した論文が谷口ら [19] である。本論文では、神戸中央卸売市場に入荷するブロッコリー及びしょうがを取り上げ、それぞれ国産品と輸入品（ブロッコリーはアメリカ産、しょうがは中国産）について、輸送に伴う二酸化炭素排出量を仮想的に計測した。その結果、ブロッコリーについてアメリカ産と国産を比較すると、輸送距離が格段に長いアメリカ産は国産の 8 倍の二酸化炭素を排出していることが明らかとなったのに対し、しょうがについて中国産と国産を比較すると、中国産は、輸送距離は国産の約 4 倍であるにも関わらず二酸化炭素排出量は 1.3 倍にとどまることが明らかとなった。このことは、輸送機関によって環境負荷の程度が大きく異なることに起因するものである（中国産は船舶により海上輸送されるのに対し、国内産は全てトラック輸送されると仮定している）。

これらは、食料の輸送に伴う環境負荷の計測という分野の日本における先駆的な研究成果と位置づけられる。ただし、この時点では、特定の市場における特定の品目について、単位数量当たりの輸送に伴う環境負荷を仮想的に計測したに留まっていた。

これに対し、日本の食料輸入が全体として、その輸送の過程でどの程度の負荷を地球環境に与えているかを定量的に把握することを目的として、農林水産政策研究所において輸入食料全体のフード・マイレージを試算したのが中田 [20] である。これは、当時、谷口らの先駆的研究はあったものの、未だ国内においてはほとんど知られていなかったフードマイルズの考え方や概念を、まず世に問うことを目的として公表したものであり、輸入相手国は上位 15 カ国、輸送距離は輸出国及び輸入国の首都間の直線距離とする等、相当簡略化した方法によっていた。その後、計測方法を精緻化して再度計測したものが中田 [21] である（第Ⅱ章 1 参照）。これが、

日本においてフード・マイレージの考え方を初めて本格的に導入した研究であり、その後、以下のように、フード・マイレージに関する研究が日本でも多くの研究者により行われるようになった。

② フード・マイレージの考え方を取り入れた研究成果

国内においても、フード・マイレージの考え方に注目し、卸売市場における生鮮品流通や畜産物と飼料輸入等に着目した研究が蓄積されている。

根本 [22] は、フード・マイレージという指標の意義について、次のように整理している。従来の経済学の多くが「消費の量」の拡大を中心テーマとしており、消費の「質」を測るための経済的な指標や理論的な研究は十分ではない中で、フード・マイレージを用いて「消費の質」を表すことには2つのメリットがあるとしている。すなわち、第1にエコロジカル・フットプリント等に比べ指標として非常に分かりやすく算出も比較的容易であること、第2にエコロジカル・フットプリント等が間接的な環境負荷（土地面積等）を表しているのに対しフード・マイレージは環境負荷が増大する要因を直接表していること、としている。また、独自にフードマイルズを算出し、「環境影響指標」及び「生活の質指標」との関連について分析し、国内のフードマイルズは、一部の食料の旬の消失と関連があること、食料の選択肢を増大させる一方で環境負荷を増大させている可能性があることを示唆している。

さらに根本 [23] は、東京都「東京都中央卸売市場年報」等の資料を基にして、1965年と2000年の生鮮野菜のフード・マイレージを計測し、1965年には存在していた「旬の時期」が消失し、年間を通して生鮮野菜が流通することで、遠隔地からの輸送が増加したこと等から、フード・マイレージが増大している状況を明らかにしている。

一方、稲葉 [24] は、卸売市場で行われているセリ取引をネットワーク上で行う「バーチャル市場」を想定し、その出荷段階での需給調整機能の効率化の可能性をフード・マイレージの概念を用いて考察している。その結果、例えば、地方卸売市場の3分の1は取引量の20%を他の市場からの転送に頼っている現状にあるとし、バーチャル市場にすれば、最適フード・マイレージが10%前後削減可能であるとし、必要などころに必要な農産物を直接に輸送することにより、転送の無駄を減少させることができることを明らかにしている。

飼料の海外依存による環境負荷の大きさに着目してフード・マイレージ指標を活用した研究が藤本ら [25] である。これは、環境への関心が高まる中で国民に支持される畜産を確立する必要があるとの問題意識から、飼料にまで遡った畜産物のフード・マイレージと窒素輸入量の定量分析を行うとともに、輸入粗飼料を仮に国産品に代替した場合の環境負荷の軽減可能性について考察を行ったものである。その結果、例えばチーズでは、国産品は輸入品と比較してフード・マイレージが 7 倍、窒素輸入量が 3 倍と環境負荷が大きくなっており、これは、飼料を海外に依存しているためである（飼料を運ぶよりも乳製品や牛肉を運ぶ方が環境負荷が小さい）こと等を明らかにした。

同様に畜産業に着目する瀬尾 [26] は、フード・マイレージは、LCA など総合的な環境負荷を示す指標の代替物としては質が低いとしつつも、生産地と消費地が離れつつある現代の生産と流通の仕組みに一般の注意を向けることには成功しており、同じ日本において、ある一つのものと代替的な別のものとを比較する場合には参考になるとしている。そして、日本の畜産業は大量の飼料を外国に頼る加工産業であり、飼料穀物の大量輸入が日本の穀物自給率を下げる要因になっているとの問題意識の下、輸入肉の増加（輸入飼料の減少）によってどれだけフード・マイレージが「節約」できるかについて試算を行っている。その結果、国産牛肉のフード・マイレージは中国産牛肉に比べて 40 数倍、豪州産牛肉に比べても 18 倍と試算され、国産の牛肉は輸送に関わる二酸化炭素排出量の観点からも贅沢品であるとしている。

今橋ら [27] は、空間均衡モデルを用いて政策の変更がフード・マイレージに及ぼす影響の計測を試みている。フード・マイレージを計測することは、食料輸送に関わる二酸化炭素排出量の増加、流通の広域化に伴うポストハーベスト等のリスクの増大、輸送ルートの複雑化と不安感の増大といった問題を分析する 1 つの方法として重要な意義があるとし、空間均衡モデルを用いた分析の結果、例えばコメ貿易を自由化すると世界全体のコメのフード・マイレージは 4.5 倍となること、特にフード・マイレージが大きく増加する韓国については輸入量、平均輸送距離ともに増加していること等を明らかにし、貿易自由化に係る政策の検討に際しては、環境悪化に加えて食料に関わるリスク・不安感の増大にも配慮する必要があるとしている。

歴史的な視点からフード・マイレージを活用した研究成果もある。谷口 [28] は、フード・マイレージの概念を援用し、大正期における東京市の「薪炭マイルズ」の

推計を行ったもので、「歴史的パースペクティブを備えた研究」であり「環境経済史の発展にも寄与できるであろう」としている。東京市役所「東京市貨物集散調査書」のデータを用いた推計の結果、1917（大正 6）年と 23（大正 13）年の薪炭マイルズの数値を比較すると、薪が 58%、木炭が 74%増加していること、輸送手段が海運から鉄道にシフトしていること（東京近郊地域からの伝統的な帆船輸送が減少）、薪炭については遠隔地とのつながりを深めているなど、当時の東京市の集散・消費都市としての性格をフード・マイレージ指標によって明らかにしている。

③ 消費者教育等の視点からのフード・マイレージの活用

フード・マイレージを消費者教育や学校教育に活かすという観点からの研究成果もあり、これらにおいては、授業等の実践例を踏まえてフード・マイレージ指標の有用性が確認されている。

神山 [29] は、消費者教育の視点から消費者市民の育成を目指すことが必要との問題意識の下、コンビニ弁当のフード・マイレージを扱ったニュース番組を教材として用い、高校生を対象とした家庭基礎における授業と小学生を対象とした夏季講座において、消費者市民を育成することを目指した授業を行うとともに、大学における家庭科教育法の授業において、大学生に同教材を入れた授業展開を考えさせた。なお、ここでいう消費者市民とは、平成 20 年版国民生活白書にあるように、「自分自身の個人的ニーズと幸福を求めるとしても、消費や社会生活、政策形成過程などを通じて地球、世界、国、地域、そして家庭の幸せを実現すべく、社会の主役として活躍する人々」のことである。その結果、同教材を用いて、食生活に関する内容と関連づけながら、消費者市民の育成を目指す授業目的を達することができたとし、消費行動の改善を促すための教材例として、フード・マイレージは適していると考えられたとしている。

中山ら [30] は、中学校家庭科において、自分の食生活と世界とのつながりを考えるツールとしてフード・マイレージの算出ソフトと学習パネルを用い、食を総合的に学ぶ授業から生徒が学ぶ内容を明らかにすることを目的とした研究である。本研究では、大学 1 年生を対象とした試行的な授業を踏まえて食に関する課題を「安全」「環境」「値段」の三つの視点に絞った上で、中学校家庭科において授業実践を行った。その結果、中学生は一日の献立によって出る二酸化炭素排出量を数値として確

認め、また日常生活の行動で排出される二酸化炭素排出量と比較することで、日々の食事が環境にどの位の負荷を与えているかを認識していること等を明らかにした。

開発教育協会の教材 [31] は、フード・マイレージの考え方を開発教育の分野に取り込むことを目的に作成されたものである。開発教育は、南北問題や国際協力を理解するための教育活動として開始されたが、現在は、自分と地域や世界とのつながりを意識し、公正で共に生きることのできる地球社会づくりに参加するための教育学習活動として、学校教育、社会教育、市民活動の中で幅広く実践されている。開発教育を推進するためのネットワーク NGO である開発教育協会は、世界 24 カ国 30 家族と 1 週間分の食料をならべて撮影した写真を用いた「地球の食卓―世界 24 か国の家族のごはん」という教材を作成していたが、さらに参加型教育を進めるため、フード・マイレージの考え方を取り入れた別冊の教材を作成し、市民、教員、子ども達を対象としたワークショップを全国で開催している。

上岡 [32] は、食育については、食生活や栄養バランスの改善が重要であるだけでなく、食・農・環境のあらゆる側面とつながっているとし、「食と環境との関わり」の一例としてフード・マイレージを引用し、「消費者は、環境のために何か特別な行動をしなくても、食品ロスを減らすと努力や国産あるいは地場産農産物の積極的な消費を行うことにより、環境にも健康にもやさしい食生活が実現できるのでは」としている。

④ フード・マイレージと LCA 分析

フードシステムが環境に及ぼす負荷という観点からは、輸送段階のみを対象とするフード・マイレージから発展し、LCA 分析の手法を用い、輸送面に留まらず、生産、加工、包装、消費、廃棄面等を含めたフードシステム全体の環境負荷について考察した研究成果も増えてきている。

例えば、宮脇ら [33] は、産業連関表に基づく LCA インベントリーデータを基にした日本の食料自給率と二酸化炭素排出量の相関関係に関する理論モデルを用いて、1970 年度と 2002 年度との間の食料自給率と食生活構造の変化が二酸化炭素排出量に及ぼす影響について考察を行っている。その結果、食生活構造変化を反映して食料自給率は低下したため、自給できない食料不足分を手に入れるため、余分の大きな間接的エネルギー投資が行われているとしている。つまり、日本は大量の食料を

輸入することにより、食料消費活動においてみかけよりもはるかに大きな環境負荷をもたらしていることを明らかにしている。

西園ら [34] は、群馬県内の農家・JA への聞き取り調査結果等を基に、野菜の生産・流通における環境負荷の LCA 的考察を行っている。その結果、野菜の生産エネルギーは約 11,000 kJ/kg であるのに対し、群馬から東京への出荷を考えた場合の流通エネルギーは約 400 kJ/kg とはるかに小さい値であること、一方、輸入野菜の流通エネルギーは大きな負荷となっており、地産地消によってエネルギー面からみた環境負荷を 2~4 割程度削減できることを明らかにしている。さらには、国内生産の場合の化学肥料や農薬の投入の低減、温室における加温エネルギー改善の必要性を明らかにしている。

吉川ら [35] は、日本で消費される国内産の指定野菜 14 種について、生産費及び卸売市場データを用いて、品目別・時期別・消費地別に生産・輸送による二酸化炭素排出量を推計している。また、野菜輸送に関して国内産と海外産を比較し、国内産野菜に関しては栄養素を機能単位とする環境負荷の品目別比較を行った。その結果、野菜の生産・輸送時における二酸化炭素排出量のうち輸送が 30%を占めること、域内自給率が高ければ輸送による二酸化炭素排出量が低くなる傾向がみられること等を明らかにしている。

また、吉川ら [36] は、環境負荷とその削減効果を定量的に評価するためには、生産段階から輸送・調理や廃棄に至るまでの流れを包括的に評価するライフサイクル・アセスメント (LCA) 手法を用いることが望ましいとし、日本において消費される青果物を対象として、生産・輸送から廃棄に至るまでの各ライフステージにおいて排出される環境負荷量 (温室効果ガス及び酸性化物質) を多品目にわたって推計した (重量当たり及び栄養素含有量当たり)。その結果、国産青果物の国内消費に伴う温室効果ガス排出量は約 12.7 百万 t-CO₂ で、うち生産段階が 65%、輸送段階が 16%であること、消費に関わる環境負荷削減ポテンシャルの評価は、輸送最適化 (地産地消) により最大 4.8%、ハウス栽培消費の 20%を旬の時期にシフト (旬産旬消) すると 4.7%の温室効果ガス削減効果があること (モーダルシフト化率 100%シナリオ、家庭の食品ロス 40%削減シナリオと同等程度) 等を明らかにしている。

さらに、吉川ら [37] は、日本において消費されている主要な食料を対象に、LCA 手法を用いて、その生産・輸送過程における温室効果ガス (GHG) 排出量を推計す

るとともに、農業部門を中心としたいくつかの GHG 対策について、地域性と費用対効果を考慮したポテンシャル評価を行っている。その結果、畜産物では飼料の生産に加えて飼料の輸入に係る GHG の寄与が大きいこと、野菜・果実では温室加温栽培品は同一品目の露地栽培品の 2~20 倍の GHG を排出していること等の事情を明らかにしている。

このような LCA 分析の観点から、フード・マイレージを用いて「地産地消は環境によい」等とする単純な議論に対する批判的な論調もある。椎名ら [38] は、購入額や機能性の観点から重要であり、栽培適温が比較的狭く、かつ低温流通等が必要な生鮮トマトについて、生産及び流通条件の異なる LCA 分析を行った結果、トマトの温室栽培においては暖房器・換気扇の運転等が二酸化炭素排出量の 90% を占めていること、暖房を必要としない地域でトマトを生産し輸送することによって大きな二酸化炭素削減効果が得られることを明らかにし、「いわゆる地産地消をやみくもに推進することは得策ではない」としている。さらに椎名 [39] は、食品起源の環境負荷に関する言葉としてはフード・マイレージがかなり一般化しているものの、それは食品の輸送過程のみを考慮しており、生産過程などフードサプライチェーン (FSC) における輸送以外の過程を対象としていないため、FSC 全体の環境負荷を定量化するためには LCA の適用が必要としている。

⑤ 国の施策との関係

ここで、国の政策との関係を整理しておく。フード・マイレージは国の政策推進に当たっての直接的な目標等としては採用されていないものの、「食料・農業・農村白書」においては、ここ数年間にわたって連続して取り上げられている。特に環境問題をトピックスとして扱った 2010 年度白書 [40] においては、「環境保全に向けた食料分野での取組」の最初にフード・マイレージが取り上げられ、中田 (第Ⅲ章 3 参照) を基にした石川県産野菜を用いた献立についてのフード・マイレージの試算結果、後述する「大地を守る会」等による「フードマイレージ・プロジェクト」の取組が事例として紹介されている。

さらに、「環境白書」(2009 年版以降は環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書)においても、2003、2006、2009 年版でフード・マイレージが取り上げられており、その中では農産物直売所を対象とした独自の試算 [41] も行われている。

(4) フードマイレージ・キャンペーン、フードマイレージ・プロジェクト

①「フードマイレージ・キャンペーン」の発足とそのねらい

日本において、イギリスのフードマイルズ運動に相当するものが、「大地を守る会」によって 2005 年に開始された「フードマイレージ・キャンペーン」である。大地を守る会は、有機農産物の宅配等を行っている事業者であるが、安全性だけではなく環境に対する負荷の小さな食品の普及を目指し、キャンペーンを立ち上げたものである。

発足に伴い開設したウェブサイト [42] では、「フードマイレージを知って、意識して国産の食べものをえらぶことで、自分が出す CO2 を減らせます。自分のために、未来のために、子どものために、今日から一緒にはじめませんか」と、本キャンペーンの趣旨を端的に、また消費者等に分かりやすく呼びかけている。

また、ウェブサイトには、フード・マイレージの概要、それが必要とされる背景、フード・マイレージを意識する飲食品等のリスト等のほか、食品と産地を指定すれば自動的にフード・マイレージと輸送に伴い排出される二酸化炭素排出量を計測できる「電卓」というツールも含まれている。デザインも美しくおしゃれで、フード・マイレージを普及させるのに大きく貢献した。

キャンペーンの企画から携わってきた大野によると、フード・マイレージの単位は一般的にはトン・キロメートルだが消費者にとっては少し分かりにくいと、排出される二酸化炭素排出量 100g を 1 ポコ (poco) という単位で表すこととしたとのことである [43]。フード・マイレージという新しい概念を消費者に伝えていくために、商品自体に「ポコ」を表示することによって、「食べものを選ぶことは二酸化炭素を減らすことにもつながる」ということを消費者に伝えようというのである。

大地を守る会では、2005 年にこの取組を開始する際にアンケート調査を実施した。「以前からフード・マイレージを意識していましたか」との問には「意識している」との回答は 4 割程度だったが、「ポコ」を表示するようになってからは 84%、つまり 2 倍以上の消費者がフード・マイレージを意識するようになったという。さらに「これから意識していきたいと思いますか」という問には、96%もの人が意識していきたいと回答している。一方で、「フード・マイレージを考えて商品を購入しましたか」という問に対しては「そうしました」との回答は 5 割に留まっており、実際

に買い物をする際には安い方を選んでしまう傾向があり、フード・マイレージを広めていくためには、購入時にどのような工夫をしていけるかが課題とのことである。

このため、大地を守る会では、イベントで食べものを販売する際にも「ポコをこれだけ減らせる」という表示を行うとともに、2009年には日本で初めての「フード・マイレージカフェ」を東京都目黒区自由が丘にオープン、2010年にはJR 東京駅構内と銀座三越本店の地下食品売り場にデリカショップを設け、メニューにマイレージを表示する等の取組を行っている。

②「フードマイレージ・プロジェクト」への発展と今後の課題

この「フードマイレージ・キャンペーン」の実績を基に、2009年9月、その趣旨に賛同したパルシステム生活協同組合連合会、生活クラブ事業連合生活協同組合連合会、生活協同組合連合会グリーンコープ連合が参加し、4者共同の取組として「フードマイレージ・プロジェクト」[44]が開始された（さらに2011年4月からは株式会社ビオマーケットが参加）。本プロジェクトの対象となる各団体等の会員数は、現在、約200万人である。

本プロジェクトの目的は、消費者の地球環境問題への関心を高め食生活のあり方を考えるきっかけとすることであり、飼料や油脂原料を含む食料自給率の向上と、環境保全に貢献するためにも国内農業を守り発展させることを目指している。

具体的な取組の内容としては、日常的によく食べるにもかかわらず自給率が低い主食（米、パン、麺等）、大豆製品、畜産物、食用油、冷凍野菜の5分野の品目を対象に、国産品を選ぶことで輸入品に比べて減らせた輸送に係る二酸化炭素排出量を独自の単位「poco」（ポコ、二酸化炭素 削減量 100g に相当）を用いてカウントし、この数値をマークと共にカタログに掲載するとともに、各会員等の明細書に表示している。

開始から2010年10月までの14カ月の取組の結果、合計で3億8千万ポコが貯められた。これは、国産または国産原料の食品を購入したことにより、仮に類似の輸入品を選択した場合と比べて3万8千tの輸送に伴う二酸化炭素が削減されたことを示しており、この二酸化炭素削減量をブナ林の吸収量に換算すると約8,400ha分（山手線内の面積のおよそ1.3倍）に相当するとのことである[45]。

本プロジェクトの運営は、年4回程度の運営委員会（各団体の代表により構成）

と、2 ヶ月に 1 回程度開催される事務局会議において、具体的な活動内容を協議しつつ進められている。これら会議には筆者もオブザーバーとして参加しているが、議論の中でいくつかの課題が明らかになってきている。

課題の最も重要なものは、会員等の本プロジェクトに対する関心が必ずしも高くないことであり、このため、ポコの累積数（本プロジェクトに関連する商品の購入数量）も順調に伸びているとは言えない。そのため、事務局会議においては、ポイントカードのように何らかの経済的なインセンティブを与えてはどうかという議論がある一方、本プロジェクトはそもそも運動論であることから経済的なインセンティブは不要とする意見もある。また、カタログ等における表示が余り目立たないため訴求力に欠けているのではないかとの議論もある。

今後、ポコの認知度の現状、仮に認知度が低い場合にはその要因と改善方策を探るため、会員等を対象としたアンケート調査の実施等を検討しているとのことである。

（註 1）輸送量に輸送距離を乗じ累積することから、単なる距離を表す“miles”より里程、道のり、輸送されてきた経路といったインプリケーションのある“mileage”の方が語感として適切と思われる。なお、本用語は農林水産政策研究所の篠原孝所長（当時）の造語である。

（註 2）Paxton [1] は、フードマイルズが有するインプリケーションとして以下の 5 点に整理している。

① 環境

- ・生産、輸送、包装に使用されている化石燃料が大気汚染と気候変動に影響
- ・農薬の過剰使用、土壌流亡、野生動物の生息環境の破壊、生物多様性の喪失

② 開発途上国の食料安全保障

- ・開発上告が輸出農産物の大規模生産に資源を集中することに伴い、当該国内における主食の生産に支障が生じるという食料安全保障面の問題

③ 小規模生産者の保護

- ・イギリス国内における小規模生産者と地域の農業生産に関連する雇用機会の減少

④ 動物福祉

- ・工場的な畜産は動物福祉の観点と相容れない

⑤ 国民の健康

- ・過剰加工・保存・包装された食品の栄養価の低下、殺虫剤によるリスクの高まり

(註 3) Hill [12] は、フードマイルズ削減のために個人ができることとして以下のように整理している。

- ・地域の旬の食材を学び、それらを中心に食生活を構築する。
- ・地元のファーマーズマーケットで買い物をする。
- ・最小限の加工、包装をされ販売されているものを食べる。
- ・お気に入りのレストランの支配人やシェフに地元産の食品がどの程度かを聞く。
- ・買い物はまとめて行い、自家用車は相乗りするか公共交通機関等を利用する。
- ・地元の農家を訪ねて何が作られているかを学ぶ。
- ・肉の消費量を減らし、肉を買う場合には有機生産か放し飼いされたものを買う。
- ・旬の野菜や果物で乾物、缶詰、ジャムを作る。
- ・家庭菜園で自分自身の食料をできるだけ生産する。
- ・地産地消会議を設ける等について、地元の政治家と話し合う。

4 小括

日本は、食料供給の大きな部分を輸入に依存しており、地球規模の資源・環境に様々な影響・負荷を与えているという認識が高まりつつある。しかしながら、食料の輸送そのものが環境に与える負荷については、国内における関連する研究成果は必ずしも多くない。

海外においては、イギリスから始まったフードマイルズ運動を嚆矢として、食料輸送に伴う環境負荷を意識した様々な運動が他国にも広がるとともに、食料輸送が環境に与える負荷の定量的把握に関して様々な研究が行われるとともに、さらには輸送段階だけに留まらず生産過程等を包含した LCA 分析をフードシステムに応用する研究の発展につながった。一方、ニュージーランド、オーストラリアといった食料輸出国の研究者からは、輸送段階のみを考慮するフードマイルズ指標の限界が指摘されている。これらは、フードマイルズ運動等が各国に広がる中で、食料輸出国としての懸念を反映したものとみられる。

日本国内においても、同様に生鮮品流通や畜産物と飼料輸入の観点等から、食料の輸送に伴う環境負荷という観点に着目した研究が蓄積されるとともに、特に消費者教育等の視点から、授業等の実践例を踏まえてフード・マイレージ指標の有用性を確認する研究が行われている。また、生協等による「フードマイレージ・プロジェクト」等の運動が行われているが、その浸透は限定的なものに留まっているなど、海外に比べると大きな運動の広がりは見られない。一方、海外と同様に、主として LCA 分析の視点からフード・マイレージ指標の限界も指摘されている。

これらの指摘にある通り、フード・マイレージは、食料の生産から廃棄までを通じたライフサイクルの一部である輸送の過程のみを考慮した指標である。したがって、ライフサイクル全体を通じた環境負荷の量（例えば二酸化炭素排出量）の中で、輸送部分がどの程度のウェイトを占めているのかを整理し直した上で、その指標としての有用性、政策の企画・立案への適用可能性を検討する必要がある。

第Ⅱ章 日本の輸入食料のフード・マイレージ

1 輸入食料のフード・マイレージの計測と諸外国との比較

(1) 課題設定の背景

経済の高度成長の過程において、日本人の食生活のパターンは、米を中心としたものから畜産物や油脂を多く消費するものに大きく変化した。この変化に対応するために、畜産のための飼料用穀物や搾油用の油糧種子の大量供給が必要となり、さらに、近年では、肉類や生鮮野菜の輸入も増加しており、現在、日本は世界最大の食料の純輸入国となっている。

また、近年、口蹄疫、BSE、冷凍餃子等の食品の安全性に係わる事故・事件、あるいは食品の表示を偽装する事件が相次いで発生したことから、現在、消費者・国民の間には、食品の品質や安全性に対する関心あるいは懸念が大きく高まっている。これらの共通する背景として、食卓（食）と食料生産の現場（農）との距離が拡大しているという事情があるとみられる。この距離（感）は自給率という指標には含まれていない要素であり、その計測を仮想的にでも試みるための指標の開発が求められている。

さらに、近年、地球環境問題の重要性が広く認識されるようになってきているが、日本が行っているような大量の食料輸入と地球環境問題との関連については、これまでのところ、十分に意識されているとは言い難い。日本の大量の食料輸入は、輸出国及び日本の資源・環境に対して、あるいは長距離輸送そのものが地球環境に対して相当程度の負荷ないし影響を及ぼしていることが想像されるが、これらについての先行的研究も前章で述べたように、必ずしも多くはない。特に、輸入食料の輸送自体が環境に与えている負荷の定量的把握については、ほとんど行われていなかった。

このため、本章では輸入食料の量及び輸送距離を総合的・定量的に把握する「フード・マイレージ」という指標を提示する。本指標は、後に述べるように食料輸入量に輸送距離を乗じたもので、2001年に初めて「試算」として公表 [1] されたものであるが、この数値について計測方法を見直した上で改めて計測し諸外国との比較を行うことにより、長距離輸送を経た大量の輸入食料に依存しているという日本の食料供給の実態を明らかにする（註 1）。また、そのような日本の食料輸入が輸送面で地球環境に対しどの程度の負荷を与えているかについて、定量的な計測を試みる。

(2) フード・マイレージの概念と計測方法

① 概念

本章における輸入食料のフード・マイレージとは、輸入相手国別の食料輸入量に当該国から日本までの輸送距離を乗じ、その国別の数値を累積することにより求められるもので、単位は $t \cdot km$ (トン・キロメートル) で表わされる。

既存の指標と異なる点は、輸入を物量とその輸送距離により総合的に把握できることである。まず、物量ベースで把握することについてであるが、通常、輸出入の状況を把握する場合は金額ベースで行われるのが一般的である。これは、輸入食料は当然ながら多種多様な財により構成されていることから、これらを共通の指標で捉え、かつ、工業製品等も含めた国全体の貿易構造（貿易収支等）の中での位置づけをみるためには、金額ベースによる把握が適当であるためである。

しかしながら、本稿が課題としている「食と農の間の距離」の仮想的な計測あるいは食料輸入が環境に与える負荷の把握という観点からは、金額よりも物量ベースによる把握が適当であると考えられ、さらに、それらがどの程度の距離を輸送されてきたかが重要な要素となる。

この物量ベースによる輸入量に輸送距離を掛け合わせることによって求められるのがフード・マイレージであり、その計測方法を数式で整理すると以下の通りとなる。

$$\left[\begin{array}{l} \text{フード・マイレージ} = \sum \sum (Q_{j,k} \times D_j) \\ \text{ただし、} \\ Q_{j,k} = \text{輸入相手国（輸出国）} j \text{からの食料 } k \text{の輸入量} \\ D_j = \text{輸入相手国（輸出国）} j \text{から当該国（輸入国）までの輸送距離} \end{array} \right]$$

このように、フード・マイレージの総量は、品目別・輸入相手国別に計測した数値を積み上げたものであるが、これらの要素に分解することによって、食料輸入の構造や特徴を明らかにすることが可能となる。

また、このフード・マイレージという指標は、以下のような特色ないしインプリケーションを有している。

日本の食料供給構造の特徴、すなわち輸入食料への依存度の高さを表す際に、こ

れまで最も一般的に用いられてきている指標は自給率である。これは、総合的にはカロリーベースないし金額ベース、品目別には数量ベースにより、食料供給に占める国産品の割合（言い換えれば国産と輸入の比率）を表したものであるが、いずれにせよ距離という概念は全く含まれていない。したがって、欧米諸国が陸続きの近隣国から輸入する場合と日本が大洋を隔てたアメリカや南米から輸入する場合とではかなり事情は異なるものの、自給率の計算上は区別はされず、計算結果にもこのような事情の違いは全く反映されない。

これに対し、フード・マイレージは輸送距離という要素を含むことによって、日本の食料供給構造の特徴、すなわち長距離輸送を経た大量の輸入食料に支えられているという現状を、端的かつ視覚的に表すのに有効な指標となる。

さらに、輸送距離の概念を含むことは、輸送距離の長短自体が食料の安定供給の確保という観点から重要な要素の1つと考えられるほか、近年の食品の品質や安全性に対する関心・懸念の高まりの背景に、食と農との間の距離が拡大しているという事情があることを踏まえると、一層重要な意味を持つものと考えられる。さらには、輸送に伴う地球環境への負荷の大きさを計測することは、日本の食料供給のあり方についての政策論議を行う際に、狭い意味での経済効率という観点のみならず環境負荷という外部不経済を視野に含んだ検討を行う際の重要なツールともなり得ると考えられるのである。

② 計測方法

ア 対象国及び使用したデータ

計測を行った国は日本を含む6カ国である。日本以外には、日本と同様に食料の大きな部分を輸入に依存している韓国、世界最大の農産物輸出国で同時に大輸入国でもあるアメリカ、欧州の先進国であるイギリス、フランス、ドイツの各国である。比較対照国として韓国及び欧米先進国を選んだのは、日本のフード・マイレージの総量としての大きさを明らかにするためには、ある程度の人口と経済規模を有する国と比較することが適当であると考えたためである。一方、1人当たりフード・マイレージを比較するとの観点からは、特徴的と予想されるシンガポールやスイスについて計測を行うことも興味深いと考えられるが、次に述べる統計データの入手可能性も踏まえつつ、今後の課題としたい。

計測に用いた統計は、日本については財務省「貿易統計」であり、財務省のウェブサイトからダウンロードして加工・集計を行った。諸外国については、アメリカの民間会社である Global Trade Information Service 社が提供しているデータベース “World Trade AtlasR” (CD-ROM 版) によった。これは、各国の公式な貿易統計を基にデータベースとして提供されているものである。

また、計測の対象とした年次は各国とも 2001 年（暦年）である。

イ 「食料」の範囲と輸入量

本稿で計測の対象とした「食料」の範囲については、貿易統計で一般に用いられている HS 条約（商品の名称及び分類についての統一システムに関する国際条約）の品目表の 4 桁ベース（項）で捉えることとし、その項に分類される輸入品が主として食料として消費されているとみられる項を対象とした。具体的な「食料」の範囲は表 II-1-1 に掲げているとおりである。

表Ⅱ-1-1 計測の範囲とした「食料」の範囲

品目分類 (2桁ベース)	品名	「食料」の範囲(4桁ベース)
第1類	動物(生きているものに限る。)	第01.01項(馬)及び第01.06項(さる、犬等)を除く。
第2類	肉及び食用のくず肉	全品目
第3類	魚並びに甲殻類、軟体動物及びその他の水棲無脊椎動物	全品目
第4類	酪農品、鳥卵、天然はちみつ及び他の類に該当しない食用の動物性生産品	全品目
第7類	食用の野菜、根及び塊茎	全品目
第8類	食用の果実及びナット、かんきつ類の果皮並びにメロンの皮	全品目
第9類	コーヒー、茶、マテ及び香辛料	全品目
第10類	穀類	全品目
第11類	穀粉、加工穀物、麦芽、でん粉、イヌリン及び小麦グルテン	全品目
第12類	採油用の種及び果実、各種の種及び果実、工業用又は医薬用の植物並びにわら及び飼料用穀物	全品目
第13類	ラック並びにガム、樹脂その他の植物性の液汁及びエキス	第13.02項(植物性の液汁及びエキス等)のみ対象。
第15類	動物性又は植物性の油脂及びその分解生産物、調製食用脂並びに動物性及び植物性のろう	第15.05項(ウールグリース)、第15.06項(その他の動物性油脂)、第15.18項(動物性又は植物性の油脂等(食用に適しないもの))、第15.20項(グリセリン等)、第15.21項(植物性ろう等)及び第15.22項(デグラス等)を除く。
第16類	肉、魚又は甲殻類、軟体動物若しくはその他の水棲無脊椎動物の調製品	全品目
第17類	糖類及び砂糖菓子	全品目
第18類	ココア及びその調製品	全品目
第19類	穀類、穀粉、でん粉又はミルクの調製品及びベーカリー製品	全品目
第20類	野菜、果実、ナットその他植物の部分の調製品	全品目
第21類	各種の調製食料品	全品目
第22類	飲料、アルコール及び食酢	全品目
第23類	食品工業において生ずる残留物及びくず並びに調製飼料	全品目
第24類	たばこ及び製造たばこ代用品	全品目
第33類	精油、レジノイド、調製香料及び化粧品類	第33.01項(精油、レジノイド等)のみ対象。
第35類	たんぱく系物質、変性でん粉、膠着剤及び酵素	第35.01項(カゼイン等)及び第35.02項(アルブミン等)のみ対象。

註: 1) HS品目分類4桁ベース(項)で、主として食料として消費されているとみられる品目をリストアップしたものである。

2) 直接には人間の口には入らない飼料用穀物、油糧種子も含まれている。

4桁ベースでの整理としたため、例えば第 25.01 項（塩）に含まれる食用の塩、第 29.22 項（酸素官能のアミノ化合物）に含まれる「グルタミン酸ソーダ」等は食料ではあるが、項全体としては非食用の用途に供されるもの（工業用塩等）の方が多くものと見られることから計測の対象から除外されている。一方、その逆の事情から、第 03.01 項（生きている魚）に含まれる「観賞用の魚」、第 13.02 項（植物性の液汁等）に含まれる「除虫菊エキス」など、食料ではない品目が、一部、計測対象に含まれている。

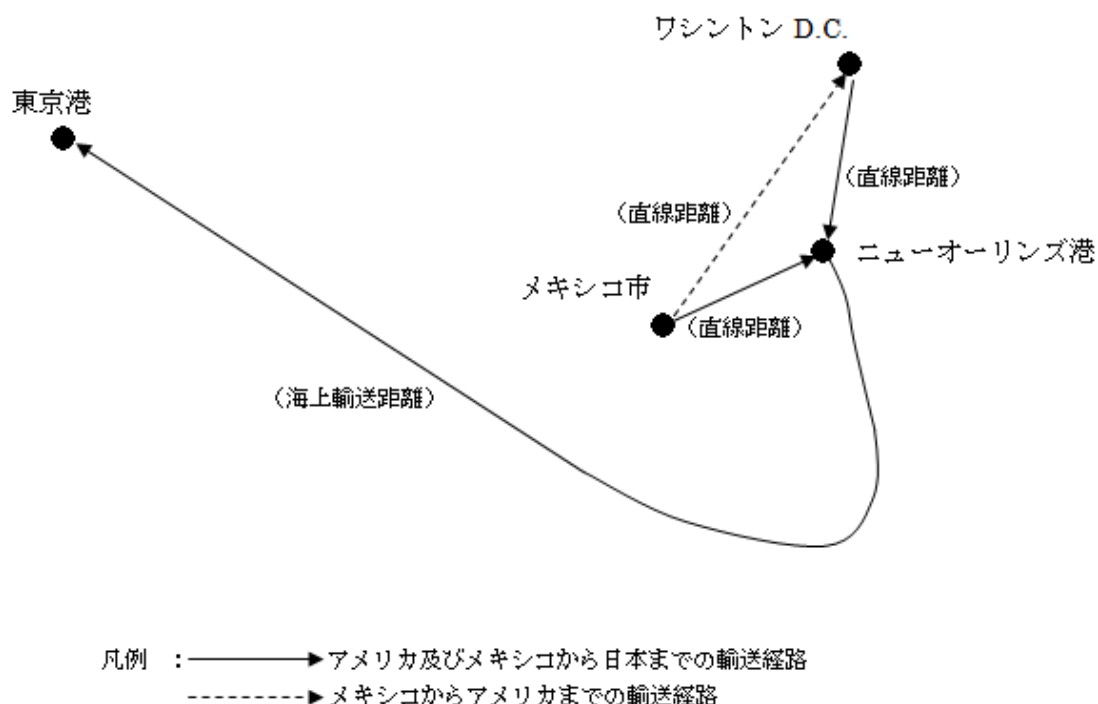
また、直接には人間の口には入らないとうもろこし等の飼料用穀物（畜産物として間接的に消費）や大豆等の油糧種子（国内で搾油され油脂として消費）についても、食料として扱い計測の対象に含めている。

これら食料の輸入量について、まず物量ベースで輸入相手国別に集計を行った。ここで、例えば日本の貿易統計における第 22 類（飲料）のように、リットル単位で表記され重量単位での数値がない品目もあるが、これらについては一定の係数を仮定して全て重量に換算している（例えば飲料については一律に比重 1 と仮定）。

ウ 輸入相手国と輸送距離

貿易統計に表章されている全ての国・地域を対象とした。日本の 2001 年の貿易統計においては 226 の国・地域が表象されており、この中には独立国以外の地域（香港、台湾等）や海外領の一部（デンマーク領グリーンランド、フランス領ニューカレドニア島等）も含まれているが、これらについても別個に集計を行った。なお、これら国・地域の表象や分類の方法は各国の統計により異なっている。

次に輸送距離であるが、輸入食料の実際の輸送経路は当然ながら極めて多様であり、全ての輸入食料について輸送経路を特定することは、事実上、不可能である。このため本稿においては、以下に説明するような前提と手順により作業を行い、輸入相手国毎の輸送距離を特定した。概念図を示すと図 II-1-1 のとおりであり、輸入食料の輸送経路を輸入国から遡って説明すると以下ようになる。



図Ⅱ-1-1 輸送距離と経路の概念図

まず輸入国においては、輸入食料は全て当該国の首都近郊の代表港に水揚げされるものと仮定した。例えば日本においては東京港であり、韓国は釜山港、アメリカはボルチモア港とした。

輸出国から輸入国までは、後に述べる同一大陸内の陸続きの国・地域からの輸入の場合を除き、船舶によって、途中で他の港湾には寄港せずに海上輸送されるものと仮定した。その輸送距離については海上保安庁 [2] p.102～127 の数値を用いた。

輸出国においては、輸出食料は全て1の代表的と考えられる輸出港から輸出されるものと仮定した。ここでの輸出港は、海上保安庁 [2] p.136～150 の「海外港湾相互距離表」に掲載されている52港湾から選定しており、複数ある国については1つの代表港を特定した（例えばアメリカはニューオーリンズ港、イギリスはサザンプトン港）。

さらに、輸出国内の産地から輸出港までの輸送距離には、便宜的に当該国の首都と輸出港との間の直線距離によって代替した（註2）。

なお、海上保安庁 [2] に当該国内の輸出港が掲載されていない国・地域につい

ては、近隣国の輸出港を経由して日本に輸出しているものと仮定し（例えばメキシコはアメリカのニューオーリンズ港を経由して輸出）、当該国から当該輸出港までの輸送距離は、当該国の首都から当該輸出港までの直線距離とした。

また、同一大陸内で陸続きの国・地域（アメリカについてはカナダ及び中米諸国、イギリス、フランス、ドイツについては欧州各国）からの輸入については、陸路で輸送されているものと仮定し、両国の首都間の直線距離を輸送距離と仮定した。

なお、以上の仮定は、日本がロシアから輸入する食料は、全てサンクトペテルブルグ港から東京港に輸送されると仮定しているなど、現実には即していない部分を含んでいることに留意が必要である。

（３）フード・マイレージの計測結果

① フード・マイレージの概要

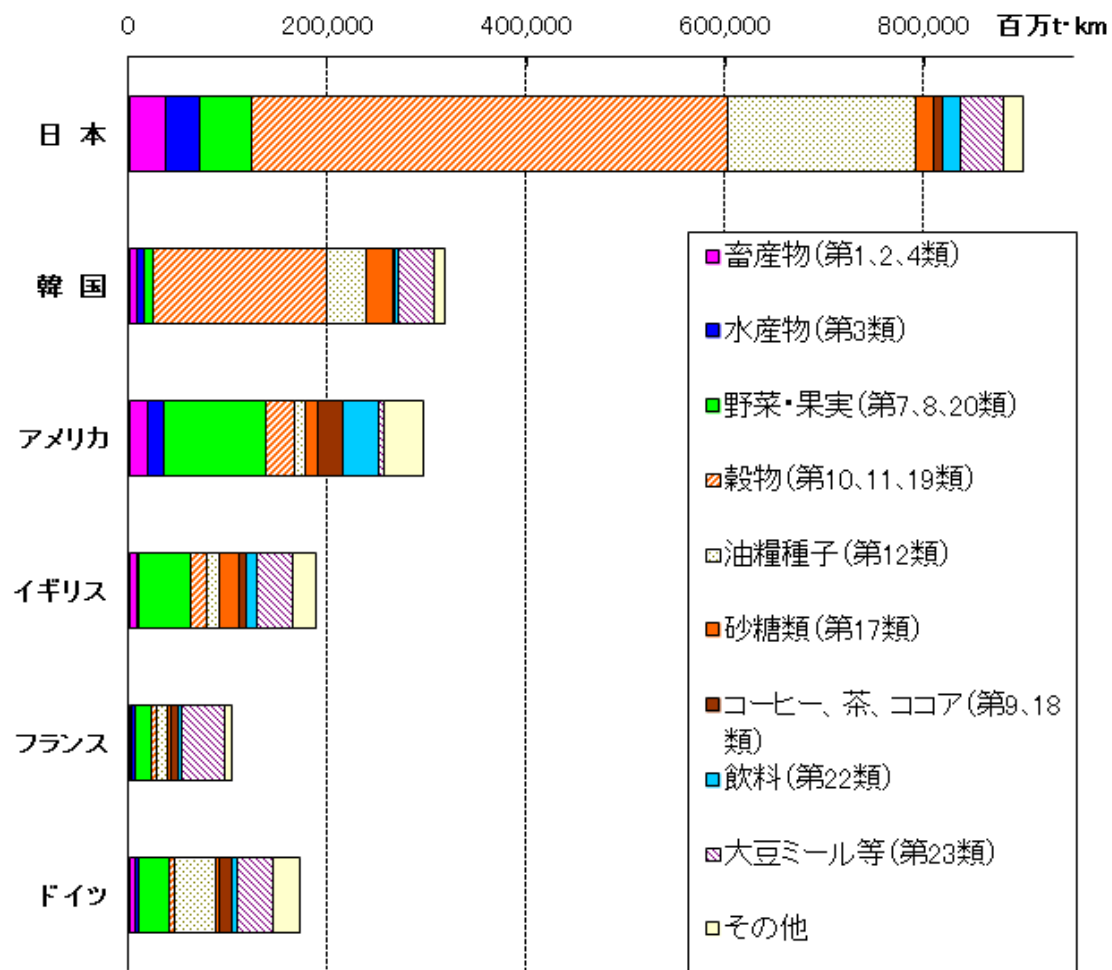
計測結果を整理したものが第Ⅱ-1-2表である。2001年（暦年ベース）における日本の食料輸入総量は約5,800万トンで、これに国毎の輸送距離を乗じ累積したフード・マイレージの総量は約9,000億t・kmとなった。なお、これは、日本の国内における1年間の全ての貨物輸送量の約1.6倍に相当する水準である（註3）。

表Ⅱ-1-2 各国のフード・マイレージの概要

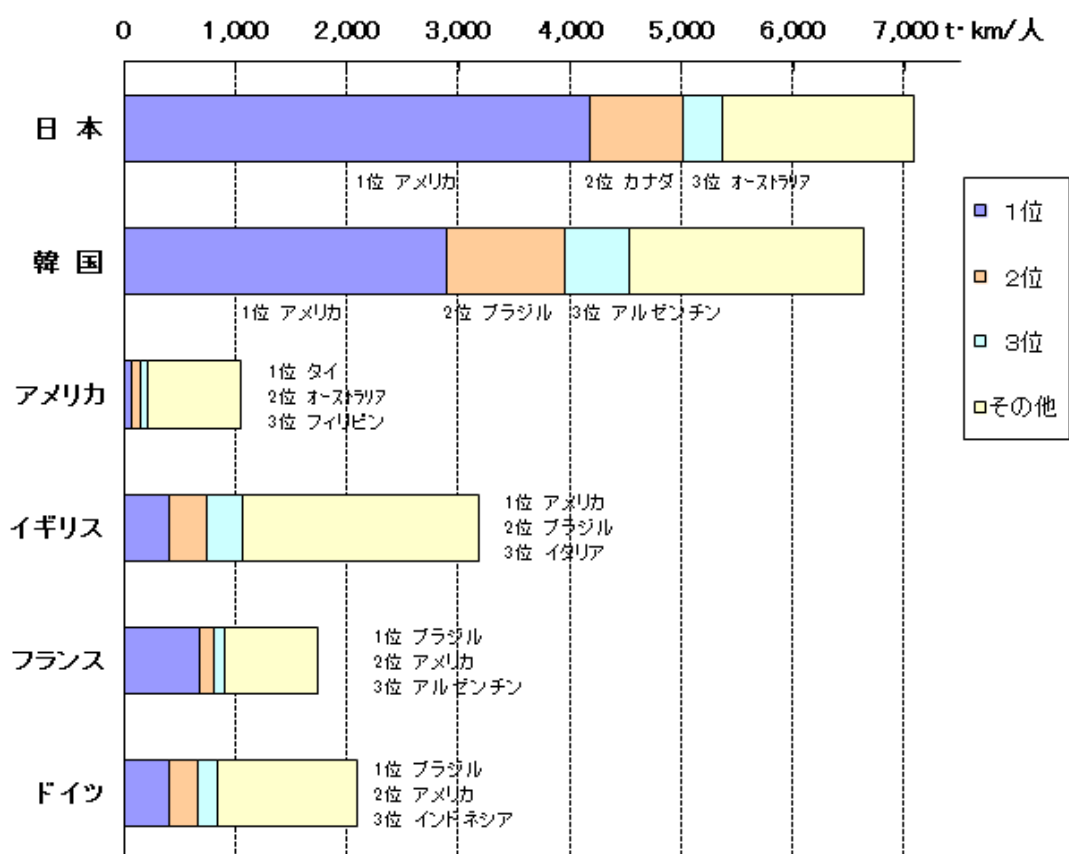
	単位	日本	韓国	アメリカ	イギリス	フランス	ドイツ
食料輸入量 [日本=1]	千t	58,469 [1.00]	24,847 [0.42]	45,979 [0.79]	42,734 [0.73]	29,004 [0.50]	45,289 [0.77]
同上(人口1人当たり) [日本=1]	kg/人	461 [1.00]	520 [1.13]	163 [0.35]	726 [1.58]	483 [1.05]	551 [1.2]
平均輸送距離 [日本=1]	km	15,396 [1.00]	12,765 [0.83]	6,434 [0.42]	4,399 [0.29]	3,600 [0.23]	3,792 [0.25]
フード・マイレージ(実数) [日本=1]	百万t・km	900,208 [1.00]	317,169 [0.35]	295,821 [0.33]	187,986 [0.21]	104,407 [0.12]	171,751 [0.19]
同上(人口1人当たり) [日本=1]	t・km/人	7,093 [1.00]	6,637 [0.94]	1,051 [0.15]	3,195 [0.45]	1,738 [0.25]	2,090 [0.29]

諸外国についてみると、韓国及びアメリカは約 3,000 億 t・km 前後で日本の 3 割強の水準であり、西欧各国はさらに低くイギリスは約 1,900 億 t・km、ドイツは約 1,800 億 t・km と日本の約 2 割、フランスは約 1,000 億 t・km と日本の 1 割強である（グラフは図 II-1-2）。言い換えれば、日本のフード・マイレージは韓国・アメリカの約 3 倍、イギリス・ドイツの約 5 倍、フランスの約 9 倍の水準に相当する。

また、人口 1 人当たりのフード・マイレージをみると、日本は約 7,100t・km/人となる（表 II-1-2 及び図 II-1-3）。韓国は人口が日本の 4 割弱であるため 1 人当たりでは約 6,600t・km/人と日本に近くなるがそれでも 9 割強の水準である。一方、日本の約 2.2 倍の人口を擁するアメリカは日本の 1 割強に過ぎず、また、イギリスは 5 割弱、フランス及びドイツでは約 3 割となっている。

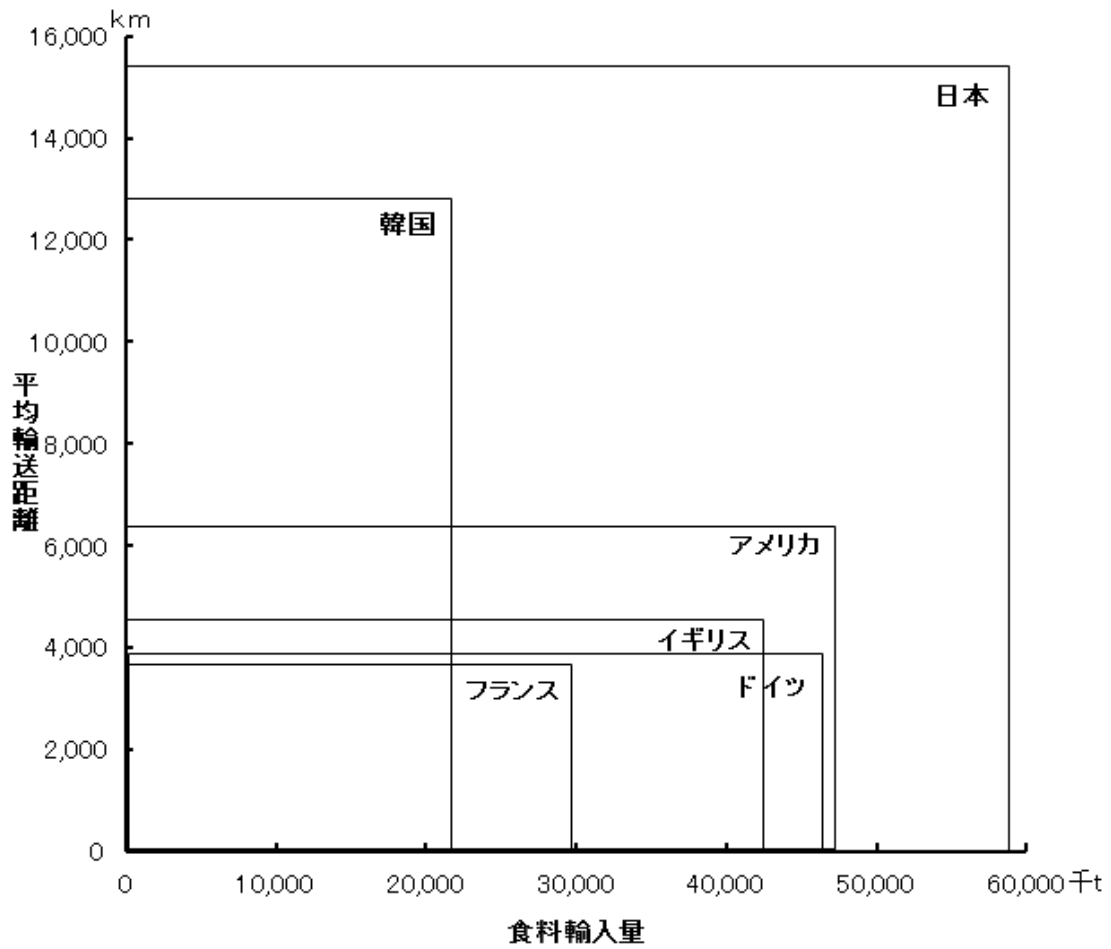


図Ⅱ-1-2 各国のフード・マイレージの比較（品目別）



図Ⅱ-1-3 各国の1人当たりフード・マイレージの比較（輸入相手国別）

このように総量でも1人当たりでも、日本のフード・マイレージの大きさは際立っているが、これを輸入量と平均輸送距離に分割して図示したものが、図Ⅱ-1-4である。



図Ⅱ-1-4 各国の食料輸入量と平均輸送距離

横軸が食料の輸入量、縦軸が輸入食料の平均輸送距離（フード・マイレージを輸入量で除したもの。）を示しており、長方形の面積がフード・マイレージの大きさを表している。

輸入量をみると、韓国は日本の約4割にとどまっているものの欧米各国は5～8割の水準となっており、フード・マイレージほどの格差はない。むしろ人口1人当たりでみると、アメリカ以外の各国は日本よりも大きな数値となっている（第2表参照）。それにも関わらず日本のフード・マイレージの大きさが際立っているのは、欧米各国では、縦軸で示される平均輸送距離が日本の2～4割の水準にとどまっているためである。ちなみに日本の輸入食料の平均輸送距離は約1万5千kmであるが、これはニューオーリンズ港から東京港までの海上輸送距離の約9割に相当し、また、直線距離では東京からアフリカ大陸南端のケープタウンまでの距離にほぼ等しい。

すなわち、日本の食料輸入を特徴づけているのは、その量の大きさもさることながら、むしろ諸外国に比べてかなりの長距離を輸送されてきているということである。

② 品目別の状況

表Ⅱ-1-3 及び前掲図Ⅱ-1-2 からフード・マイレージの品目別の構成をみると、日本については穀物 51%、油糧種子 21%と、この2品目で全体の7割強を占めている。これは、これら品目は比較的重量があることに加え、その多くをアメリカ、カナダ、オーストラリア等の遠隔地から輸入しているためである。また、この状況は、飼料穀物や大豆といった原料を輸入し国内で畜産や搾油を行う（製品化する）という日本の食料供給構造の特徴を反映したものでもある。

表Ⅱ-1-3 各国のフード・マイレージの構成（品目別、輸入相手国別）

			（単位：百万t・km、％）					
			日 本	韓 国	アメリカ	イギリス	フランス	ドイツ
合 計			900,208	317,169	295,821	187,986	104,407	179,751
			100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
品 目 別 構 成 （％）	第1類	生きている動物	0.0%	0.0%	0.7%	0.0%	0.1%	0.1%
	第2類	肉類	3.5%	2.0%	4.5%	2.4%	1.7%	2.4%
	第3類	水産物	3.8%	2.2%	5.2%	1.0%	2.7%	1.8%
	第4類	酪農品、鳥卵	0.6%	0.5%	1.4%	1.5%	1.3%	1.3%
	第7類	野菜	1.4%	1.0%	4.6%	3.9%	4.8%	9.1%
	第8類	果実	2.2%	0.9%	12.3%	11.3%	8.5%	8.4%
	第9類	コーヒー、茶	0.8%	0.3%	5.2%	2.2%	3.4%	6.9%
	第10類	穀物	50.9%	54.0%	6.6%	7.0%	4.1%	2.1%
	第11類	穀粉、加工穀物	1.6%	0.8%	0.9%	0.3%	0.5%	0.4%
	第12類	油糧種子	21.1%	12.5%	3.5%	7.1%	10.0%	23.5%
	第13類	植物性エキス	0.0%	0.0%	0.4%	0.1%	0.1%	0.2%
	第15類	油脂	0.9%	2.3%	6.9%	7.5%	4.3%	10.5%
	第16類	肉魚調製品	0.5%	0.2%	2.5%	2.1%	1.1%	2.0%
	第17類	砂糖類	1.9%	8.4%	4.4%	11.0%	4.0%	1.1%
	第18類	ココア	0.3%	0.2%	3.1%	0.8%	1.9%	0.7%
	第19類	穀類調製品	0.7%	0.3%	2.1%	0.9%	1.0%	0.1%
	第20類	野菜果実調製品	2.1%	1.1%	18.0%	12.9%	2.7%	4.1%
	第21類	各種調製食料品	0.4%	0.4%	1.7%	1.6%	0.7%	0.6%
	第22類	飲料	2.0%	1.1%	12.2%	5.8%	3.7%	2.7%
	第23類	大豆ミール等	4.7%	11.7%	2.0%	19.6%	42.7%	20.5%
	第24類	たばこ	0.4%	0.1%	1.1%	0.8%	0.7%	1.2%
	第33類	精油	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
	第35類	カゼイン等	0.1%	0.0%	0.5%	0.1%	0.0%	0.1%
輸 入 相 手 国 別 構 成 （％）	1 位		58.9%	43.7%	7.2%	12.6%	39.7%	19.0%
			（アメリカ）	（アメリカ）	（タイ）	（アメリカ）	（ブラジル）	（ブラジル）
	2 位		11.9%	15.9%	6.8%	10.6%	6.7%	11.5%
			（カナダ）	（ブラジル）	（オーストラリア）	（ブラジル）	（アメリカ）	（アメリカ）
	3 位		5.0%	8.8%	6.7%	10.4%	6.2%	8.8%
			（オーストラリア）	（アルゼンチン）	（フィリピン）	（イタリア）	（アルゼンチン）	（中国）
	上位3か国計		75.8%	68.4%	20.7%	33.6%	52.6%	39.4%

諸外国の状況をみると、韓国は日本と似た傾向となっており、飼料穀物、大豆の2品目で7割弱を占めている。これら品目の輸入相手国も、日本と同様、アメリカ、カナダ等である。アメリカでは、多くの国から輸入されている野菜果実調製品や飲料の構成割合が比較的高いもののいずれも10%台にとどまっている。西欧諸国においては、フランスでは主としてブラジルから輸入されている大豆ミールが約4割を占めているものの、総じて特定の品目には偏っていない。

これら欧米各国では、特定の品目を大量に輸入に依存するようなことはなく、自国で生産できない果実等の多種類の品目を輸入するなど、食料分野の中で水平的な貿易が行われている状況が示唆されている。

③ 輸入相手国別の状況

次に表Ⅱ-1-3 及び図Ⅱ-1-3 から輸入相手国別の構成をみると、日本においてはアメリカからの輸入に係るフード・マイレージが約5,300億t・kmと全体の59%を占めており、次いでカナダ12%、豪州5%と上位3カ国で全体の76%を占めている。

これに対し他国の状況をみると、韓国では日本と同様にアメリカの割合が最も高いものの44%にとどまっており上位3カ国のシェアは68%である。欧米各国では多くの国に分散しており、上位3カ国の構成割合は西欧諸国で3～5割、アメリカは約2割である。

日本の食料輸入相手国が特定の国に偏っていることは、かねてより品目別の輸入量等からみて指摘されてきたところであるが、このようにフード・マイレージという指標でみてもその傾向は顕著である。

なお、主要な輸入相手国を輸入量ベースによりみると、アメリカにおいては最大の輸入相手国はカナダ（総輸入量の33%）、次いでメキシコ（同14%）であり、いずれも陸続きの隣国である。韓国においては最も多いのはアメリカ（29%）であるが次位は中国（20%）であり、西欧各国においても比較的近隣国からの輸入が多くなっている。この結果、先に述べたように平均輸送距離も比較的短いものとなっている。ところが日本では、数量ベースでみても遠隔地であるアメリカからの輸入が49%と最も多くなっており、極めて特徴的なものとなっている。

(4) 輸入食料の輸送に伴う環境負荷の試算

本節では、以上明らかとなった日本が行っている遠隔地からの大量の食料輸入が、その輸送の過程で環境にどの程度の負荷を与えているかを推計することを試みる。

まず、国内において食料輸送に伴い排出されている二酸化炭素の量を推定する。推定の手順及び結果を以下に述べる（表Ⅱ-1-4 参照）。環境省 [3] によると、2000 年度の日本における温室効果ガスの排出量は二酸化炭素換算で 13 億 3,200 万 t となっており、そのほとんど（12 億 3,700 万 t）が二酸化炭素である。これを部門別にみると、運輸部門からは 256 百万 t と全体の 20.7% が排出されており、これは産業部門（40.0%）に次いで大きい部門となっている（次いで民生分野（家庭）13.4%、同（業務）12.3% 等）。また、京都議定書の規定による基準年である 1990 年からの二酸化炭素排出量の推移をみると、全体で 10.5% 増加している中で運輸部門では 20.6% と大きく増加しており、この間の全体の増加量に対する寄与度は約 4 割となっている。このように、国内においては運輸部門からの二酸化炭素排出の抑制・削減が重要な課題となっている。

次に、この運輸部門からの二酸化炭素排出量のうち食料の輸送に伴う排出量を推計する。まず、運輸部門を旅客部門と貨物部門に分けると、後者のエネルギー消費量のシェアは 35.8% であり（註 4）、また、貨物流動量に占める食料品のシェアは 9.9% と試算される（註 5）。これらの数値を基に試算すると、国内における食料の輸送に伴う二酸化炭素排出量は約 9.0 百万 t と試算される（表Ⅱ-1-4 の【A】欄）。

表Ⅱ-1-4 食料の輸送に伴う二酸化炭素排出量の推計（フード・マイレージ等からの試算）

(単位:百万t)

		排出量	備 考(出典等)
国内輸送	国内CO2排出量 総計	1,237.1	環境省 [3]
	運輸部門計	256.0	同上
	うち貨物輸送	91.6	国土交通省 [4] のエネルギー消費量シェア(35.8%) で按分。
	うち食料	9.0【A】	国土交通省 [5] の貨物流動量に占める食料品の シェア(9.9%)で按分。
輸 入	食料	16.9【B】	フード・マイレージを基に、以下の仮定及びCO2排出 係数から試算。
	うち輸出国内の輸送	6.7	トラックと船舶による輸送が半々であるものと仮定し、 国土交通省 [4] の係数を用いて試算。 [トラック : 180g-CO2/t・km] [内航船舶 : 40g-CO2/t・km]
	うち輸出港～輸入港の 海上輸送	10.2	シップ・アンド・オーシャン財団 [6] の係数を用いて試算。
	うちバルカー輸送分	6.2	第10(穀物)、12(油糧種子)及び23類(大豆ミール等)を 輸送。 [バルカー : 9.6g-CO2/t・km]
	うちコンテナ船輸送分	4.1	10、12、23類以外を輸送。 [コンテナ船: 20.7g-CO2/t・km]
排出量比【B/A】		1.87 倍	

註: 1) おおよその傾向を把握するため、上記の各種資料を基に試算したものである。
2) 推計方法・出典の詳細は本文、註釈及び引用・参考文献一覧参照。

なお、国内における食料輸送量（輸入食料の国内輸送分を含む。）を、上記シェアを基に試算すると 571 億 t・km となる（註 6）。先に述べたように日本の輸入食料の輸入に係る輸送量（フード・マイレージ）は約 9,000 億 t・km であり、これは国内における食料輸送量の実に 16 倍に相当する。それではこの輸入食料の輸送に伴い排出される二酸化炭素の量はどの程度であろうか。ここでは、輸送経路（手段）毎の二酸化炭素排出係数（1 t の荷物を 1 km 運ぶのに排出する二酸化炭素の量）から試算を行う。推定の手順及び結果は表 II-1-4 後段に整理してある。

本稿では、日本の輸入食料については、先に述べたように、輸出港から日本の輸入港までは全て船舶によって輸送されるものと仮定している。

この外航船舶に係る二酸化炭素排出係数は、シップ・アンド・オーシャン財団 [6] の船種毎の数値を用いることとし、ここでは輸入食料のうち第 10 類（穀物）、第 12 類（油糧種子）及び第 23 類（大豆ミール等）についてはバルカー（ばら積み貨物船）、それ以外の品目についてはコンテナ船によって輸送されているものとした。

一方、輸出国内における輸送経路と手段は極めて多段階かつ多様である。例えば穀物や大豆については、アメリカでは農場から近隣のエレベータまではトラック、エレベータから輸出港までは船舶（バージ）や鉄道によって輸送されているのが一般的であり、他方、ブラジルにおいてはほとんどの経路をトラック輸送に依っている。このように多様な輸出国内の輸送手段を特定することは不可能であるため、ここではトラック及び海運により輸送されるものが半々であるものと仮定した。また、輸出国内における輸送に係る排出係数については、国土交通省 [4] 16 ページの日本の数値（営業用普通トラック及び内航海運）で代替した。

これらの仮定の下で計算した結果、日本の食料輸入に伴う二酸化炭素排出量は 16.9 百万 t と試算された（表 II-1-4 【B】 欄）。これは、先に述べた国内の食料輸送に伴う二酸化炭素排出量の倍近い水準に相当する（註 7）。

なお、実際の二酸化炭素排出量は船舶やトラックの大きさ、速度、積載率等により異なるが、本試算はそれらを捨象して一定の係数を機械的に当てはめて行ったものであり、もとよりおおむねの傾向を把握できたに過ぎない。しかしながら、日本の国内における食料輸送経路（これには輸入食料の国内輸送分も含まれる。）が、いわゆる多頻度小口配送という言葉に象徴されるように複雑で錯綜しているのに対し、今回計測

した輸入食料の輸送経路は直線的な前提となっていること、実際には航空輸送されているものもあるが全て環境負荷の小さな船舶によって輸送されるものと仮定していること、冷蔵や保管に伴うエネルギー消費は考慮していないこと等を考え合わせると、日本の大量かつ長距離の食料輸入は、輸送面で環境に対し相当程度の負荷を与えている事実は確認されたと言えよう。

(5) 結論と今後の課題

本節で明らかとなった輸入食料のフード・マイレージの現状は以下の通りである。

日本は、1年間に約 5,800 万トンの食料を平均 1 万 5 千キロの距離を輸送して輸入しており、それを掛け合わせたフード・マイレージの大きさは約 9,000 億 t・km となる。これに対し韓国、アメリカは 3 割強、西欧諸国では 1～2 割の水準である。人口 1 人当たりでみると日本の数値は約 7,000t・km であり、韓国（9 割強）を除く各国は日本の 1～4 割台の水準に過ぎない。このように日本の数値は突出しており、さらに特定の品目や輸入相手国に偏っているなど、長距離輸送を経た大量の輸入食料に依存している日本の食料供給構造の特異な状況が明らかとなった。

このような日本の食料供給構造の姿は、冒頭で述べたように、経済の高度成長の過程等において、食生活パターンの大きな変化に対応して食料供給の大きな部分を安価な輸入品に次第に依存するようになった結果である。相対的に高コストとならざるを得ない飼料用穀物等の国内生産を放棄し安価な輸入品に依存したことは、経済効率性の観点から見れば合理的な選択であったといえよう。まとまった量を一度に輸送すれば単位数量当たりのコストは安く済むのであるから、輸送距離の長さは問題ではなかったのである。また、この選択は、資源に乏しい日本が経済成長をしていくためには原料を輸入しそれを加工して輸出することが必要であるといういわゆる加工貿易立国の立場からも正当化されるものであったし、さらには、特に 1980 年代以降顕著となった日本の巨額の貿易黒字に対する国際的な批判という背景もあった。

しかしながら、本節の分析により、日本が行っている大量の輸入食料の長距離輸送が地球環境に対して大きな負荷を与えている実態が明らかとなった。地球環境問題への対応が焦眉の課題となっている現在、今後の日本のあるべき食料政策を検討していくに当たっては、狭い意味での経済合理性という観点に留まることなく、その地球環境への負荷という外部不経済を考慮に入れた上での政策判断が不可欠と考える。確か

に、京都議定書においては輸出入に伴い排出される温室効果ガスは削減義務の対象とはなっていないものの、食料に限らず大量の物資を輸入することによって世界有数の経済規模と所得水準を実現している日本としては、今後の政策決定や経済運営に当たり、大量の輸入物資の輸送に伴う負荷という点に十分な意識を払っていく義務があるのではないかと。

先に述べたように日本の食料輸入量は約 5,800 万トンであるが、実は日本の貨物輸入量は全体で 7 億 8,800 万トン [7] で、食料のウェイトは 7 % に過ぎないのである。このような事情を踏まえると、フード・マイレージの計測だけでは不十分で、原材料等を含むあらゆる物資のマイレージを計測することも必要と思われる（註 8）。

本節で提示したフード・マイレージという指標が、このような各方面における議論の材料の 1 つとなれば幸いと考えている。しかしながら、本節での分析には、日本国内における輸送の観点が含まれていない。二酸化炭素排出量の試算結果にあるように、輸入の過程における排出量もさることながら、国内における食料輸送に伴う排出量もかなりの量であることは明らかである。したがって、現在の、多頻度小口配送という言葉に象徴される複雑で錯綜している国内輸送体系を前提とする限り、仮に食料の輸入を減少させて国内自給率を向上させたとしても、環境負荷の総和が減少するとは必ずしも断言できないのである。

今後、食料輸送に係る環境負荷の低減方策を検討していく場合には、食料の輸入の過程のみならず、国内における輸送（これには輸入食料の国内輸送分も含まれる。）の過程にも着目し、モーダルシフトの推進等を通じてその環境負荷を低減していくための取組が不可欠であろう（註 9）。

そのためには、国内の輸送経路と距離を特定するには相当の技術的困難さを有するものの、フード・マイレージという指標に国内輸送分も含まれるように改良していくことが、次章以降に残された課題である。

現在、食品の品質や安全性に対する関心・懸念が大きく高まるなか、多くの消費者は安心感を得るために生産者との「顔の見える関係」を求め、いわゆる「地産地消」の取組が全国各地で大きく盛り上がっている。今後、これら消費者のニーズに応え「食」と「農」の距離を縮小するとともに、同時に食料の輸送に伴う環境負荷を低減するなど、望ましい食料政策のあり方を検討して行くに当たっては、輸入食料のみならず国産農水産物を含めた食料全体のフード・マイレージを計測し、広く各方面における議

論の材料として提供し、その具体的な削減方策を検討していくことが有効な手段となるものと考えられる。

(註 1) 計測方法について、拙稿 [1] と本稿との主な変更点は以下の通りである。

- ① 対象年を 2000 年から 2001 年に更新。
- ② 食料の範囲について、HS 品目表 2 桁ベースから 4 桁ベースによる把握に変更。
- ③ 輸入相手国を上位 15 カ国・地域から全ての国・地域に変更（わが国の場合 226 国・地域）。
- ④ 輸送距離を首都間の直線距離から海上輸送距離等に変更。

これらの変更に伴い、わが国の場合で、品目及び輸入相手国のカバレッジの拡大から輸入量が約 1.1 倍に増加したことに加え、輸送距離が平均で約 1.6 倍へと大きく伸びたため、フード・マイレージの総量は、見かけ、「試算」の約 1.8 倍の水準へと大きく増加した。これは、以上のような技術的な計測方法の変更に伴うものであるが、別途、フード・マイレージの時系列的な計測・比較も有意義なものと考えられ、今後の課題としたい。なお、本稿の計測も本文中で述べているように多くの仮定の下での数値であるが、より実態に近づいたものと考えている。

(註 2) 2 地点間の直線距離（いわゆる大圏距離）の計算については、地球を半径 6,371km の真円と仮定し、両地点の緯度及び経度から球面三角法の公式を用いて計算した。

なお、主要輸出港の経緯度は [2] p.181～192 ページの「測定基点」、首都の経緯度は [8] によっており、これらに掲載されていない海外領等の経緯度については手元の世界地図（国際地学協会『最新世界地帳』。図法は円錐図法又はランベルト正積方位図法による。）から概ねの数値を読みとって計算した。

(註 3) 国土交通省 [5] 図表 4 によると、2000 年度のわが国国内における総貨物輸送量は 5,780 億 t・km である。

(註 4) 国土交通省 [4] p.63 によると、2000 年度における国内の輸送機関によるエネルギー消費量は全体で 4,232 千 TJ（テラジュール=1 兆ジュール）で、うち貨物部門は 1,515TJ と 35.8%を占めている。仮に二酸化炭素発生量の割合がこの構成比に等

しいとすると、貨物部門からの二酸化炭素排出量は約 92 百万 t と試算される。

(註 5) 国土交通省 [5] の「表 I-2-10 品類品目・代表機関別流動量」から食料の範囲を「農水産品」(羊毛、綿花を除く。)と「軽工業品」のうち「砂糖」、「その他の食料工業品」及び「飲料」として算出すると、国内貨物流動量のうち食料のシェアは 9.9% となる。

(註 6) 国土交通省 [4] 図表 4 と上記 (註 5) の食料のシェアから求めたものである。

(註 7) 国内輸送量に対して輸送量では 16 倍に相当する食料輸入が二酸化炭素排出量では 2 倍程度となるのは、輸送機関によって二酸化炭素排出係数(原単位)に大きな差があるためである。国土交通省 [4] p.16 によると、内航船舶の二酸化炭素排出係数は $11\text{g}\cdot\text{c}/\text{t}\cdot\text{km}$ (二酸化炭素換算では $40\text{g}\cdot\text{CO}_2/\text{t}\cdot\text{km}$) であり、これを 1 とすると、営業用普通トラックは 4.5、営業用小型トラックは 20.5、鉄道は 0.5、航空は 36.2 等となっている。

国内の貨物輸送については環境負荷の大きい自動車によるものが 54% を占めているのに対し、外航船舶の二酸化炭素排出係数は内航船舶よりさらに低い。

この事実は、食料輸送に係る環境負荷の低減のためには、輸入食料の国際輸送の過程だけではなく、国内輸送(これには輸入食料の国内輸送分も含まれる。)の過程における環境負荷の低減も重要な課題であることを示している。

(註 8) 輸入品の輸送に係る環境負荷の問題を議論する場合には、7% のウェイトに過ぎない食料のみを取り上げるのでは不十分という議論もあろう。しかしながら、食料については原油や鉄鉱石等の原材料には無い固有の事情がある。その 1 つは、食料の多くは原油等と違い技術的に国内生産が不可能というわけではないということ、2 つには、食料には他の財には希薄な安全性という要素が極めて重要であるということである。

(註 9) モーダルシフトとは、物流の環境負荷を減らすため、トラック等による輸送から、より効率的な大量輸送機関である鉄道、海運への転換を図ることである。

2 最近の輸入食料のフード・マイレージ及び長期的な状況

(1) 課題設定の背景

フード・マイレージとは、食料の輸送量に輸送距離を掛け合わせた指標で、単に食料の海外依存度を表す自給率とは異なり、輸送距離を含めた食料の輸入構造を表すものである。また、これに二酸化炭素排出係数を乗ずることにより、食料輸送に伴う環境負荷の大きさを把握することができる。

本指標は、1990年代にイギリスのNGOによって提唱されたフードマイルズ (Food Miles) を参考としたもので、第1章3で整理したように様々な先行研究等がある一方、フード・マイレージには、より二酸化炭素排出が多い生産段階における環境負荷が考慮されていないため、これだけで環境問題を議論することは問題が大きいとの指摘もある。

日本の輸入食料のフード・マイレージは農林水産政策研究所において計測されたのが最初で、大量の輸入食料を長距離輸送する過程で相当量の二酸化炭素を排出していることを明らかにした(前節参照)。また、本指標を用い、具体的な食材や献立に即して、地産地消(輸送に伴う環境負荷低減)の効果を定量的に把握したケーススタディもある(次章参照)。

しかしながら、農林水産政策研究所における日本の輸入食料のフード・マイレージの計測は、ほぼ10年前の2001年という1時点におけるもので、時系列的な状況は明らかとされておらず、また、最近における世界の食料需給構造の変化が日本の食料輸入にも大きな影響を及ぼしていることが予想されるが、この状況も反映されていない。

このため、本節においては、まず最新時点(2010年)における日本の輸入食料のフード・マイレージを計測して2001年値との比較を行い、その変化の詳細について考察を行う。

次に、主要品目のフード・マイレージについて時系列で計測を行い、その長期的な状況と背景について考察する。

(2) 最近におけるフード・マイレージの状況

① 計測方法と結果の概要

フード・マイレージの計測式は、前節と同様、以下による。

$$\left[\begin{array}{l} \text{フード・マイレージ} = \sum \sum (Q_{j,k} \times D_j) \\ \text{ただし、} \\ Q_{j,k} = \text{輸入相手国（輸出国）} j \text{からの食料 } k \text{の輸入量} \\ D_j = \text{輸入相手国（輸出国）} j \text{から当該国（輸入国）までの輸送距離} \end{array} \right]$$

具体的には、財務省「貿易統計」を基に輸入相手国（地域）毎の輸入量を求め、これに、すべて海上輸送される等と仮定した各国（地域）からの輸送距離を乗じて累積して求めた。

その結果、2010年における日本の輸入食料のフード・マイレージは8,669億t・km（トン・キロメートル）と、2001年から3.7%減少した（表Ⅱ-2-1）。これを輸入量と平均輸送距離に分割してみると、輸入量は4.0%減少したのに対し平均輸送距離は逆に0.3%長くなっている。

なお、輸入量の減少は、最近における穀物等の国際価格高騰の状況を反映したものとみられ、輸入額は逆に増加している（註1）。

表Ⅱ-2-1 輸入食料のフード・マイレージの比較

（日本は2010年及び2001年、諸外国は2001年）

（単位：百万t・km）

品目（類）	日本(2010)	(2001)					
		日 本	韓 国	アメリカ	イギリス	フランス	ドイツ
畜産物（1,2,4類）	36,168	37,013	7,956	19,707	7,343	3,251	6,963
水産物（3類）	24,365	34,502	6,921	15,453	1,914	2,858	3,308
野菜・果実（7,8,20類）	44,953	51,679	9,480	103,234	52,871	16,654	30,921
穀物等（10,11,19類）	477,182	479,328	174,831	28,595	15,404	5,825	4,668
油糧種子（12類）	161,475	189,570	39,654	10,422	13,409	10,391	42,237
砂糖類（17類）	13,623	16,782	26,585	12,906	20,687	4,141	1,989
コーヒー、茶、ココア（9,18類）	10,035	9,753	1,547	24,538	5,586	5,548	13,576
飲料（22類）	28,054	17,621	3,578	36,211	10,853	3,838	4,899
大豆ミール等（23類）	48,837	42,497	36,965	6,002	36,903	44,587	36,935
その他	22,240	21,463	9,651	38,751	23,016	7,314	26,254
合 計	866,932	900,208	317,169	295,821	187,986	104,407	171,751
参考 輸入量（千t）	56,123	58,469	24,847	45,979	42,734	29,004	46,439
平均輸送距離（km）	15,447	15,396	12,765	6,434	4,399	3,600	3,871

註：「類」とは貿易統計品目表（HS）の2桁分類を指す。

② 品目別、国別の状況

国別にみると、2001～2010 年の間のフード・マイレージ減少に最も寄与度が大きいのはアメリカで、逆にブラジルやアルゼンチンは増加している。

また、品目別に減少の寄与度が最も大きいのは油糧種子（12 類）で、特にアメリカからの大豆の輸入量が大きく減少している（表Ⅱ・2・2）。これは、中国など新興国による大豆輸入が急増していることを反映したものとみられる。一方、インド、中国からの大豆ミールの輸入が増加している。

穀物（10 類）は全体としてはほぼ横ばいであるが、南アフリカからの飼料用とうもろこし、カナダからの小麦の輸入が大きく減少する一方、アルゼンチンやウクライナからの飼料用とうもろこし輸入が大きく増加する等、輸入相手国がシフトしている状況がみられる。また、肉類の輸入量は全体として横ばいであるが、アメリカからの牛肉輸入が大きく減少する一方でブラジルからの鶏肉輸入が大きく増加しており、BSE、高病原性鳥インフルエンザといった家畜伝染病の影響がみられる。

さらに、ブラジルからの飲料輸入が増加しているが、これはエタノールで、国内におけるバイオ燃料に対する需要増加が背景にある（註 2）。

このように、最近の日本の輸入食料のフード・マイレージ変化の背景には、新興国等の需要急増等の世界の食料需給構造の変化等の様々な事情があり、その中で、より遠隔の輸入相手国にシフトしつつある状況がうかがえる。

表Ⅱ-2-2 寄与度が大きい輸入相手国と品目（2001～2010年）

（単位：％）

	計	肉類 (2類)	水産物 (3類)	穀物 (10類)	油糧種子 (12類)	砂糖類 (17類)	飲料 (22類)	大豆・油等 (23類)
計	-3.70	-0.02	-1.12	0.19	-3.12	-0.35	1.16	0.70
ブラジル	2.13	0.71	0.00	0.57	-0.36	0.22	1.06	-0.05
アルゼンチン	1.80	0.00	-0.03	1.81	-0.06	0.00	-0.06	0.06
インド	0.87	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.88
ウクライナ	0.79	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00
中国	-0.15	-0.07	-0.08	-0.14	-0.06	0.00	-0.04	0.20
カナダ	-1.19	0.02	-0.01	-1.00	0.25	0.00	0.00	-0.26
南アフリカ	-1.54	0.00	-0.01	-1.33	-0.01	-0.18	0.00	0.02
アメリカ	-3.93	-0.57	-0.21	0.12	-2.62	-0.05	0.00	0.19
その他	-2.47	-0.12	-0.78	-0.69	-0.24	-0.33	0.21	-0.35

註：「類」とは貿易統計品目表（HS）の2桁分類を指す。

（3）長期的にみた輸入食料のフード・マイレージの状況

① 対象品目と計測方法

次に、主な品目について、日本の輸入食料のフード・マイレージの長期的状況について概観する。

取り上げた品目は、小麦、とうもろこし、大豆及び菜種である。これらは、いずれも経済の高度成長と所得水準の向上に起因する食生活の変化（畜産物及び油脂消費の拡大）に伴って大量に輸入されるようになった品目で、輸入依存度が高く、農林水産省「食料需給表」によると、2009年度における自給率（概算値）は小麦11%、とうもろこし0%、大豆6%となっている（註3）。

また、これら4品目で最近における日本の輸入食料のフード・マイレージの約6割を占めていることから、これら4品目の状況を把握することにより、日本の輸入食料全体の状況を概観することが可能と考えられる。

フード・マイレージの計測方法は前節と同様で、これら4品目について、1950、60、70、80、90、2000及び2010年の財務省「貿易統計」を用いて輸入相手国別の輸入量を把握し、それに当該国からの輸送距離を掛け合わせて累積することによって、フード・マイレージを求めた。

表Ⅱ-2-3 主要4品目の輸入量の推移

(単位：千t)

年	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
小麦	1,535	2,678	4,685	5,682	5,474	5,854	5,476
とうもろこし	19	1,354	6,018	12,830	16,008	16,111	16,188
大豆	228	1,128	3,244	4,401	4,681	4,829	3,456
菜種	—	551	336	1,059	1,916	2,193	2,344
合計	1,782	5,711	14,282	23,971	28,079	28,987	27,464

② 計測結果

最初にこれら4品目合計の輸入量の推移を概観すると、戦後の混乱期を脱した1960年の輸入量は571万tであったのが2010年には2,746万tと、4.8倍へと大幅に増大している(表Ⅱ-2-3)。品目別の寄与度はとうもろこしが260%と最も大きい。

次にこれら4品目のフード・マイレージの推移をみると、1960年には小麦486億t・km、とうもろこし198億t・km、大豆205億t・km、菜種70億t・kmと合計で958億t・kmであった(表Ⅱ-2-4)。これが2010年には小麦931億t・km、とうもろこし3,087億t・km、大豆673億t・km、菜種466億t・kmの合計で5,157億t・kmと、438%と大きく増大している。

品目別の内訳(寄与度)をみると、とうもろこしが301%と最も大きく、この間のこれら4品目の増加分の69%(寄与率)がとうもろこしである。輸入が増大したとうもろこしのほとんどは飼料用のもので、経済の高度成長の過程で日本における畜産物に対する需要が急増したことを反映している。次いで寄与度が大きいのが大豆の49%で、小麦47%、菜種41%となっている。

輸入相手国別にみると、アメリカの寄与率が79%を占めており、4品目のいずれでも大きい。前節で2001年と2010年を比較した際には、アメリカからの輸入食料のフード・マイレージは減少しているものの、経済の高度成長等の過程でアメリカへの依存度が大きく高まった状況がみられ、現在もその構造は基本的に変わっていない。また、平均輸送距離はほぼ一貫して伸びている。

表Ⅱ-2-4 主要4品目のフード・マイレージの推移

		(単位：百万t・km)						
年		1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
フ ー ド ・ マ イ レ ー ジ	中国	376	16	874	310	3,307	865	215
	タイ	0	2,012	3,005	1,292	4	1	3
	カナダ	2,887	30,322	31,777	50,682	70,316	73,078	74,013
	アメリカ	17,908	43,763	184,598	357,812	381,532	414,850	374,430
	ブラジル	0	270	3,402	822	20,314	17,808	28,870
	アルゼンチン	4,598	9,725	10,172	364	1,937	6,881	20,078
	南アフリカ	0	4,307	6,348	15,461	18,509	2,167	232
	オーストラリア	2,064	2,572	7,720	8,290	8,531	13,563	10,816
	その他	393	2,852	1,121	126	567	1,867	7,012
	合 計	28,226	95,838	249,016	435,159	505,016	531,080	515,669
参考 輸入量 (千t)		1,782	5,711	14,282	23,971	28,079	28,987	27,464
平均輸送距離(km)		15,840	16,781	17,436	18,153	17,986	18,321	18,776

(4) 結論

本節では、2001年の計測値しかなかった日本の輸入食料のフード・マイレージについて、最新の2010年の数値を計測するとともに、小麦、とうもろこし、大豆及び菜種の4品目のフード・マイレージについて、長期的に計測を行った。

本節で明らかとなったことの1点目は、最近の新興国等の需要急増など世界の食料需給構造の変化が、日本の輸入食料のフード・マイレージに影響を与えていることである。例えば、中国による大豆輸入の急増により、日本のアメリカからの大豆輸入が減少する一方、中国・インドからの大豆ミール輸入が増加している状況がみられる。また、2001年から2010年にかけてフード・マイレージ自体は3.7%減少したものの、その減少幅はわずかなものに留まるとともに、平均輸送距離は逆に伸びており、輸入相手国がより遠隔地にシフトしつつある状況がうかがえる。

2点目は、高度経済成長と所得の増大に伴って食生活パターンが大きく変化し、畜産物や油脂を大量に消費するようになったことを反映して、とうもろこしや大豆等のフード・マイレージが大幅に増大するとともに、平均輸送距離もほぼ一貫して伸びていることである。

以上のように、日本においては、経済の高度成長等の過程で長距離輸送された大量の輸入食料に大きく依存するような食料供給構造が形成されてきたことが明らかとなっ

た。そして現在、世界の食料需給が不安定化しつつある中で、改めて食料の安定供給のための方策を検討していくことが必要であり、フード・マイレージという指標は、そのための一助となることが期待される。

(註 1) 農林水産省「農林水産物輸出入概況」によると、2010 年の農林水産物の輸入額は前年に比べ 6.8%増加している。

(註 2) エタノールは工業用のものも多いが、食料との代替性があるため、計測の対象に含めている。

(註 3) 農林水産省「食料需給表」では、菜種は「その他の豆類」に一括して計上されている。

3 小括

2001 年における日本の輸入食料のフード・マイレージは約 9 千億トン・キロメートルと試算され、これは、韓国・アメリカの 3 倍以上等と突出している状況が明らかとなった。また、品目別にはとうもろこし等の穀物と大豆等の油糧種子の 2 品目が全体の 7 割を占めていること、輸入相手国別にはアメリカ等特定の国に偏っている等の特徴が明らかとなった。また、大量の輸入食料を長距離輸送する過程で排出されている二酸化炭素の量は年間約 1700 万トンと推計され、相当程度の環境負荷を地球環境に対して与えていることも明らかとなった。

一方、最近年である 2010 年における日本の輸入食料のフード・マイレージを計算すると、2001 年に比べて 3.7%減少していることが明らかとなったが、これは穀物価格高騰の影響で輸入量が 4.0%減少（輸入額は 6.8%増加）したことが主たる要因であり、平均輸送距離は逆に 0.3%延びている。また、新興国の需要急増など、最近の世界の穀物需給の変化の状況が反映されていることがうかがえる。さらに、主要 4 品目（小麦、とうもろこし、大豆及び菜種）のフード・マイレージを長期的にみると、食生活の変化等を反映して大きく増加している状況がみられる。

以上のように、日本においては、経済の高度成長等の過程で長距離輸送された大量の輸入食料に大きく依存する食料供給構造が形成されているが、現在、世界の食料需給が不安定化しつつある中で、改めて食料の安定供給のための方策を検討していくことが必要であると考えられ、フード・マイレージという指標は、その検討のための一助となることが期待される。

第Ⅲ章 フード・マイレージ指標を用いた地産地消の効果計測

1 学校給食における地産地消の取組の効果計測

(1) 課題設定の背景

食料の輸送量に輸送距離を乗じて求められる「フード・マイレージ」は、食料輸送が環境に与える負荷を定量的に把握すること等を目的に開発された指標である。第Ⅱ章 1 では、日本の輸入食料全体に係るフード・マイレージの計測を行ったが、国産農産物あるいは輸入食料の国内輸送面については、課題として残されていた。

一方、近年、多くの地域においては、いわゆる「地産地消」の取組が盛んとなっており、これらは食料輸送に係る環境負荷低減という観点からも有効とされているが、その具体的かつ定量的な計測はほとんど行われていない。

本節の目的は、埼玉県下のある中学校の学校給食をケーススタディとして取り上げ、国内輸送を含むフード・マイレージを計測するとともに、当該校で取り組まれている地産地消の取組の効果について、食料輸送に係る環境負荷低減という観点から定量的に明らかとすることである。

(2) 地産地消と学校給食

① 地産地消の取組の隆盛とその背景

「地産地消」の明確な定義はないが、一般的には、地域で生産された産物をその地域で消費するという取組を指している。

近年、多くの地域においてこの取組が盛んとなっているが、この背景には、消費者の間に食の安全性に対する不安感が高まっているという事情がある。2001 年 9 月、国内における初の BSE（牛海綿状脳症）の発生が確認されて以降、輸入野菜からの残留農薬等の検出、国内における無登録農薬の使用、高病原性鳥インフルエンザの発生等の事件が相次いだ。また、多くの企業や協同組合において食品を偽装していた事実が次々と判明したこともあり、消費者は食に対して大きな不安感を有するようになったのである。

これら個々の事件・事故の直接的な原因はそれぞれにあるが、食に対する不安感の高まりに共通する背景として、食卓（食）と食料生産の現場（農）との間の距離が拡大しているという事情がある。消費者の多くはこの距離の大きさに気づき、自

分たちの口に入る食料を生産している人の顔が見えなくなっていることに不安を感じているのである。地産地消は、この食と農の間の距離を縮め、食に対する安心感を得ようとする運動と位置づけることができよう。

この点については、国の食料政策においても明確に意識されるようになっている。2003年6月に農林水産省が公表した「食の安全・安心のための政策大綱」(註1)においては、政策の展開方向の一つである「産地と消費者の信頼を深めるための取組」の例として、「身近なところで生産者自らが、安全な農産物などを責任と自信をもって消費者に提供し、消費者も身近に生産の過程などを知ることができる『地産地消』を推進」すること等により、「顔の見える関係づくり」を進めることが掲げられている。

また、野菜については、これまでは「指定産地制度」等を通じて首都圏など大消費地への安定供給を図ることを主な目的として実施されてきた結果、産地の大型化・遠隔地化と全国的な広域流通が進展してきた。しかし、最近では、野菜の供給政策においても食の安心の観点から地産地消に一定の役割が与えられるようになっている(註2)。

さらに、2005年に閣議決定された「食料・農業・農村基本計画」においては、「3.食料自給率向上のために重点的に取り組むべき事項」の最初に「分かりやすく実践的な『食育』と『地産地消』の全国展開」という項目が設けられ、「地域の消費者ニーズに即応した農業生産と、生産された農産物を地域で消費しようとする活動を通じて、農業者と消費者を結び付ける地産地消の取組を推進する」旨がうたわれている(註3)。

地方公共団体においても、地産地消推進のための様々な施策が実施されている。例えば岩手県では、多くは首都圏等に出荷されている県産農産物に対する県民ニーズの高まりを踏まえ、2001年6月、知事を会長とし生産者団体、流通加工団体、消費者団体等からなる「岩手地産地消推進機構」が設置され、「いわて食財の日」の設定、学校給食における県産農林水産物の利用拡大等を県民運動として展開している。

また、神奈川県においては、地産地消を「今まで忘れかけていた生産者と消費者の新しい関係を育てていく第一歩」と位置づけ、2002年度から行政と関係団体が一体となり「地産地消ネットワーク推進事業」が実施されており、ホームページ開設による関連情報の集約・提供、フォーラム開催など団体間の情報交流と相互連携の

推進等に取り組んでいる。

② 学校教育における地産地消の扱い

学校教育においても、近年、「生きる力」をはぐくみ健康教育を充実するという観点から、学校給食等を通じた食に関する指導が強化されてきており、この中で地産地消についても触れられることが多くなっている。

例えば、2002年に文部科学省が作成・公表した小学生用の食生活学習教材には、「地域に伝わる料理を大切にしよう」という項目の中で地産地消が取り上げられている（註4）。

また、2004年度から実施されている「学校を中心とした食育推進事業」は、各都道府県1地域を指定し、小・中学校が中心となって地元の生産者、流通業者等の協力を得て行う食に関する指導の充実を図る取組を推進するもので、学校給食への地元産野菜の活用や農業体験学習等のモデル的な取組が全国各地で行われている。

さらに、2004年には学校教育法の改正により食に関する指導と学校給食の管理を一体として行う「栄養教諭」制度が創設され、今後、学校における食に関する指導が充実されることとなった。

（3）埼玉県新座市立第二中学校の学校給食の現状

① 地域の概要

先にみたように、食料政策面や学校教育の場で地産地消が注目されるとともに、様々な取組が実施されているが、これら地産地消の取組は、食料の輸送に係る環境負荷を低減するという観点からも有効とされているものの、その具体的かつ定量的な計測はほとんど行われていなかった。

以下においては、フード・マイレージ指標を用い、輸送に係る環境負荷低減という観点からみた地産地消の効果について、具体的なケースに則して定量的に明らかにする。

今回データを提供頂いたのは、埼玉県新座市立第二中学校である。

埼玉県においても、様々な段階において地産地消の取組が行われている。2003年3月には埼玉県農林部に地産地消推進室が設置され、消費者や生産者、加工・流通・販売業者など幅広い関係者からなる「いつでもどこでも埼玉産ネットワーク」づく

り、農薬や化学肥料を半減させる「有機 100 倍運動」の推進、「県産農産物提供モデル店」の設置等が行われている。また、(財)埼玉県学校給食会が中心となって学校給食への県産農産物の供給に熱心に取り組んでおり、例えば埼玉県における学校給食用米飯には全て県内産米が使用されている。さらに同会では、県内産農畜産物を使用した米粉パンや麺類、冷凍野菜、フランクフルト等を製造し提供している。

新座市は埼玉県の南西部、都心 20km 圏内に位置する人口約 15 万人の市で、複数の私鉄と J R 線が走る典型的な東京のベッドタウンとして都市化が進んでいる一方、現在も農地面積が市域の約 20%を占めているなど、農地(畑)や平地林が比較的豊富に残されている地域でもある。新座市においては、2001 年度から「学校ふるさと構想支援事業」を実施しており、この一環として、地域及び関係機関の協力の下、全ての小学校及び一部中学校に「学校教育農園」が設置され、児童生徒の農作業体験活動等が行われている。

新座市立第二中学校は、3 学年計で生徒数 767 人と地域においては比較的規模の大きな中学校である。市の北部に位置し、おおむね住宅地や事業所に囲まれているが近隣には農地も残されている。隣接する東野小学校には学校教育農園も設置されている。

新座市における学校給食は全て自校方式(一部、調理は民間委託)であり、献立は各校の栄養士が独自に作成している。各校の栄養士は、安全で新鮮な地元野菜等を給食に取り入れるため、15 年ほど前から地元の農家に対して直接働きかけを行ってきた。当初、農家からは、学校給食は規格等が面倒、毎日の配送が大変といった意見も出されたが、学校給食の意義や目的についてねばり強く理解を求めた結果、現在では、ほぼ全ての学校で地元農家や直売組合との契約を通じ地元産野菜が学校給食の食材として供給されている。

② 学校給食の食材使用量と産地

今回入手できた学校給食のデータは、2004 年 5 月(17 日間)分の食材毎の使用量と産地である。

食材の使用量は全体で 7,642kg であり、種類別にみると、最も多いのは鶏卵・乳類で 2,554kg(うち牛乳 2,467kg)で、次いで穀類 1,381kg(うち精白米 571kg)、野菜 1,016kg 等となっている(表Ⅲ-1-1)。これらのうち牛乳と精白米は全て埼玉県

産であり、野菜についても約半分は埼玉県産である。

食材使用量を産地別にみると、先に述べた牛乳、精白米、野菜など埼玉県産のものが 4,139kg と過半を占めている一方、輸入品の割合は 1 %強に過ぎない。

表Ⅲ-1-1 学校給食の食材使用量（2004 年 5 月）

(単位:kg、%)				
		種類別	使用量	構成比
食 材 別		穀類	1,381.3	18.1
		芋、でん粉	385.0	5.0
		砂糖及び甘味類	60.0	0.8
		豆類	177.9	2.3
		野菜類	1,016.4	13.3
		果実類	277.3	3.6
		魚介類	235.5	3.1
		肉類	684.9	9.0
		鶏卵・乳類	2,554.1	33.4
		油脂類	532.5	7.0
		調味料類 他	267.4	3.5
		その他	69.4	0.9
産 地 別	国 産	北海道	98.6	1.3
		東北	735.9	9.6
		埼玉	4,138.6	54.2
		その他関東	1,306.2	17.1
		北陸・東海・近畿	218.8	2.9
		中国・四国	209.8	2.7
		九州・沖縄	700.5	9.2
		その他国内	140.9	1.8
	輸 入	中国	25.1	0.3
		デンマーク	13.0	0.2
		イタリア	16.9	0.2
		アメリカ	13.0	0.2
		豪州	8.1	0.1
		NZ	15.3	0.2
		その他海外	0.9	0.0
合 計		7,641.7	100.0	

(4) 学校給食のフード・マイレージと地産地消の効果の計測

① 計測方法

フード・マイレージは、食材毎の使用量にその食材の産地からの輸送距離を乗じて累積することにより求められる。なお、前章は輸入食料についてのみの計測であり、国産品あるいは輸入食料の国内輸送に係るフード・マイレージの計測はこれが初めての試みである。

食材毎の使用量及び産地については、同中学校から提供されたデータをそのまま用いている。なお、先行研究と同様、産地については原料の原産地までは考慮せず製品としての産地としている。例えば、この月には中華麺が 385 g 使用されており、原料の小麦粉はオーストラリア産が 7 割、国産が 3 割となっているが、全て県内で製麺されたものと仮定し産地は埼玉県としている。

計測に当たって最も技術的に困難なことは、輸入品の場合と同様、輸送経路及び距離の特定である。国産品についても、当然ながら個々の食材の産地及び輸送経路は様々であり、それらを逐一特定することは現実問題として不可能である。このため、今回は以下のような仮定の下に計測を行うこととした。

まず国産品については、入手できたデータの産地は原則として都道府県単位であるため、輸送距離は当該品目の産地である都道府県の都道府県庁所在地から同中学校までの輸送距離とした。輸送手段についても現実には非常に多様であると考えられるが、ここでは全てトラック輸送されているものと仮定し、輸送距離は道路輸送距離とした（註 5）。

産地から同中学校までの道路輸送距離の計測には、インクリメント P 株式会社がインターネット上で提供している地図検索サービス「MapFan Web」の「ルート Map」を利用した。これは、出発地と目的地の座標を地図上で指定すると、その間の道路輸送経路と距離を算出するソフトである。

この場合、留意が必要なのは、現実には食料の多くは産地から最終消費地まで直線的に運ばれるわけではなく、集荷や荷さばきのための施設（集出荷施設、市場、配送施設等）を経由することが一般的であることである。このため、今回求められた距離は、実際の輸送距離よりも過小となっているものと想像される。

次に、輸入品の輸送距離は以下のような仮定により計測した。まず、輸出国から

日本までの輸送距離については、第Ⅱ章 1 で用いた数値をそのまま援用している。すなわち、輸出国の国内輸送距離は当該国の首都から輸出港までの直線距離、輸出港から日本の輸入港（東京港）までは船舶による海上輸送距離とし、この合計が輸出国から日本までの輸送距離となる。さらに今回は、この距離に「るーと Map」で求めた東京港から同中学校までの道路輸送距離を追加した。

② 計測結果

同中学校の 2004 年 5 月における学校給食のフード・マイレージは、約 3,001t・km と計測された（表Ⅲ-1-2）。

その構成を食材別にみると、最も大きいのは肉類で 1,100t・km、次いでいも・でんぷんの 431t・km 等となっている。前者については宮崎県産豚肉、デンマーク産ベーコン等が、後者については長崎県産ジャガイモが大きなウェイトを占めている。

次に産地別の構成をみると、九州・沖縄が 939t・km、次いで東北が 326t・km と大きくなっている。前者については宮崎県産豚肉や長崎県産ジャガイモ、後者については岩手県産鶏肉等が大きい。

また、イタリア（オリーブオイル）やデンマーク、アメリカ（いずれもベーコン、ハム）など、輸入品に係るフード・マイレージが全体の 4 割弱を占めている。

表Ⅲ-1-2 学校給食のフード・マイレージ（2004年5月）

(単位:t・km、%)				
		種 類	フード・マイレージ	構成比
食 材 別		穀類	249.8	8.3
		芋、でん粉	431.1	14.4
		砂糖及び甘味類	15.3	0.5
		豆類	13.5	0.4
		野菜類	187.1	6.2
		果実類	184.1	6.1
		魚介類	99.2	3.3
		肉類	1,100.0	36.7
		鶏卵・乳類	260.5	8.7
		油脂類	345.3	11.5
		調味料類 他	92.7	3.1
		その他	22.0	0.7
産 地 別	国 産	北海道	111.5	3.7
		東北	325.5	10.8
		埼玉	41.1	1.4
		その他関東	114.2	3.8
		北陸・東海・近畿	90.0	3.0
		中国・四国	165.3	5.5
		九州・沖縄	938.7	31.3
		その他国内	88.2	2.9
	輸 入	中国	76.5	2.5
		デンマーク	287.8	9.6
		イタリア	291.7	9.7
		アメリカ	242.8	8.1
		豪州	67.7	2.3
		NZ	145.4	4.8
		その他海外	14.1	0.5
		合 計		3000.6

表Ⅲ-1-3 は、食材別、産地別の食材使用量とフード・マイレージの構成比を、それぞれ比較したものである。フード・マイレージを使用量と比較してみると、食材別では肉類が、産地別では、九州・沖縄や海外産地（輸入品）が際立って大きくなっていることがわかる。

表Ⅲ-1-3 (1) 学校給食の食材使用量とフード・マイレージ（食材別構成比）

(単位:%)		
種 類	使用量	フード・マイレージ
穀 類	18.1	8.3
芋、でん粉	5.0	14.4
砂糖及び甘味類	0.8	0.5
豆 類	2.3	0.4
野菜類	13.3	6.2
果実類	3.6	6.1
魚介類	3.1	3.3
肉 類	9.0	36.7
鶏卵・乳類	33.4	8.7
油脂類	7.0	11.5
調味料類 他	3.5	3.1
その他	0.9	0.7
合 計	100.0	100.0

表Ⅲ-1-3 (2) 学校給食の食材使用量とフード・マイレージ（産地別構成比）

(単位:%)			
産 地		使用量	フード・マイレージ
国 産	北海道	1.3	3.7
	東 北	9.6	10.8
	埼 玉	54.2	1.4
	その他関東	17.1	3.8
	北陸・東海・近畿	2.9	3.0
	中国・四国	2.7	5.5
	九州・沖縄	9.2	31.3
	その他国内	1.8	2.9
	合 計	100.0	100.0
輸 入	中 国	0.3	2.5
	デンマーク	0.2	9.6
	イタリア	0.2	9.7
	アメリカ	0.2	8.1
	オーストラリア	0.1	2.3
	ニュージーランド	0.2	4.8
	その他海外	0.0	0.5
合 計		100.0	100.0

③ 地産地消の効果計測の試み

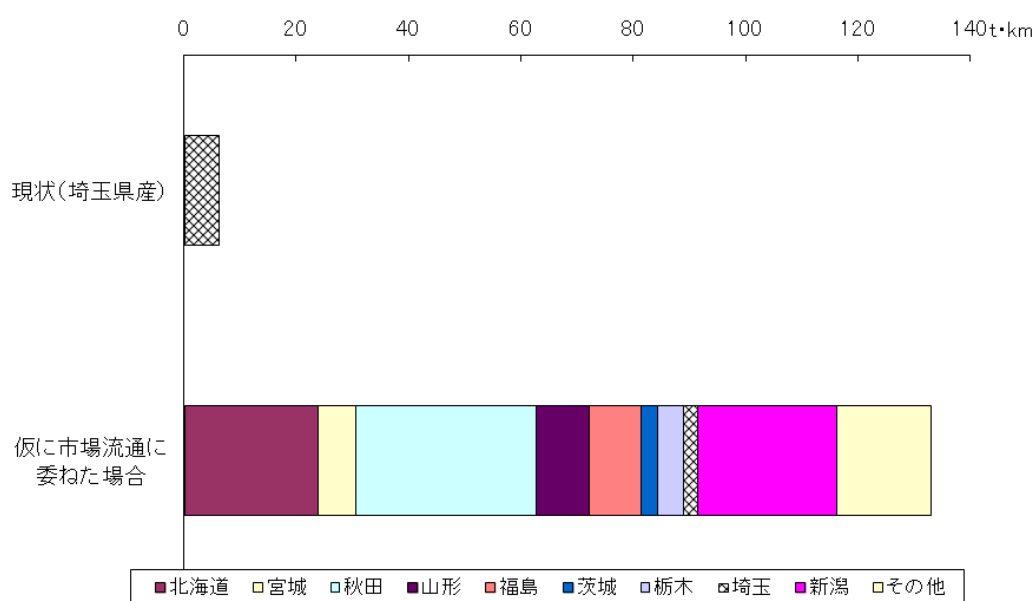
同中学校におけるフード・マイレージは、先に述べたような地産地消の取組により相当程度縮小されている。

ア 米

まず、精白米については、同中学校では全量埼玉県産米を使用している。そのため、穀類全体に占める精白米の割合は、使用量（重量）ベースでは41%を占めるにも関わらずフード・マイレージでは2%強に過ぎない。

地産地消の取組の効果を具体的に計測するため、現状（埼玉県産を100%使用）と、仮に市場流通に委ねて調達（埼玉県下において実際に流通している米の産地別構成割合に即して調達）した場合のフード・マイレージとの比較を試みた。県内需要量と生産量から推計すると米の県内自給率はおおむね40%程度と考えられ、残りの60%についての産地別の流通割合は、関東農政局業務用資料から新潟県産14%、秋田県産9%、栃木県産7%等と推定された。

これらの数値を基に、仮に市場流通に委ねて調達した場合のフード・マイレージを計測すると133t・kmとなる。しかしながら、現実には地産地消の取組により6t・kmと、わずか5%弱の水準に縮小されている（図Ⅲ-1-1）。



図Ⅲ-1-1 学校給食の米のフード・マイレージ（産地別、地産地消の効果）

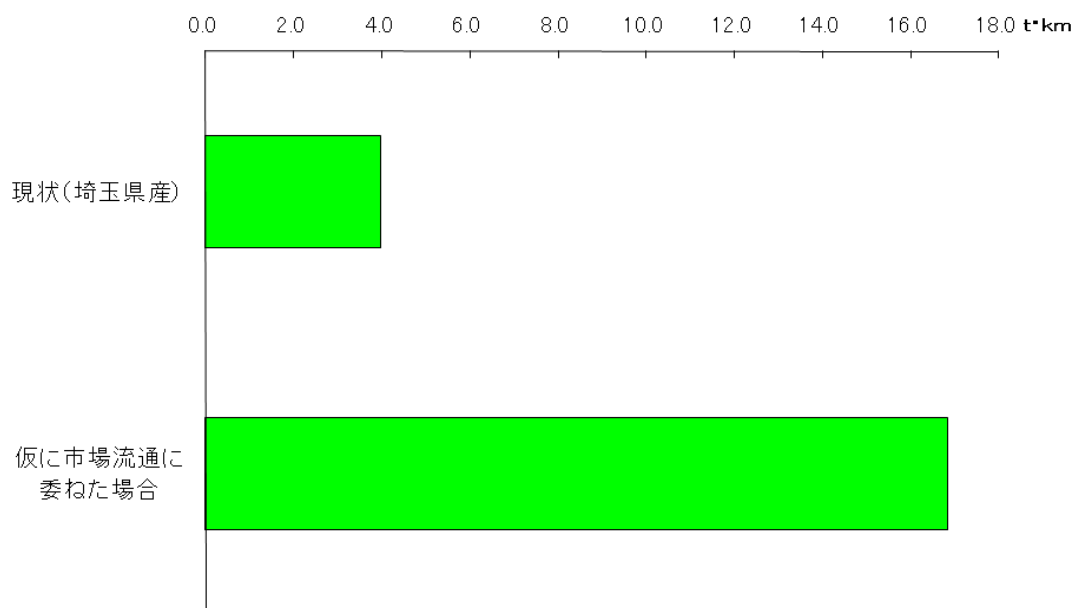
イ 野菜

野菜についても、調達はなるべく地元の業者を優先しているほか、近隣の農業生産者から構成される直売組合との契約等により地元産の野菜を積極的に給食に取り入れている。

同中学校の学校給食において使用されている埼玉県産（直売所からの調達分を含む。）の野菜は、キャベツ、小松菜、ホウレン草など 511kg で、野菜全体（1,016kg）の 50%強を占めている。

これら野菜について、米と同様、仮に市場流通に委ねて調達した場合のフード・マイレージを計測し現状と比較してみた。産地別の野菜の流通量については、埼玉流通情報協会が公表している「青果物の産地別市場動向」のうち、さいたま市青果市場の品目・産地別の数量のデータ（2004年5月分）を用いた。例えばキャベツについては千葉県産が、ホウレン草では岩手県産が大きな割合を占めている。

これら野菜を仮に市場流通に委ねて調達した場合のフード・マイレージを計測すると 17t・km となるが、現実には地産地消の取組により 4t・km と、24%の水準に縮小されているのである（図Ⅲ-1-2）。



図Ⅲ-1-2 学校給食の野菜のフード・マイレージ（地産地消の効果）

(5) 結論と明らかとなった課題

以上の結果から、米と野菜について地産地消の取組により削減されたフード・マイレージは合計で 140t・km となる。これは、当該月のフード・マイレージ全体の 5%弱に相当する。

これに営業用普通トラックの二酸化炭素排出係数(180g/t・km: 1 t の貨物を 1km 輸送する際に排出される二酸化炭素の量)を乗じると 5 月の 1 ヶ月で約 25kg となり、これを単純に 12 倍すると年間で約 300kg (生徒 1 人当たり 0.4kg) と推計される。これが、地産地消の取組により削減された二酸化炭素の量に相当する。

この数字の大きさ自体を一概に評価することは困難である。ちなみに、日本国内において食料輸送に伴い排出される二酸化炭素の量は国民 1 人当たり年間で約 71kg と推計されるが、これと単純に比較すると、この学校給食における地産地消の取組により削減された排出量は 1 %にも満たない(註 6)。

しかしながら、地球温暖化が全人類的な問題と認識され、温暖化ガスの排出量の削減が焦眉の課題となっている現在、地産地消という身近な場での取組を一層推進していくことは大きな意義があるものと考えられ、そのためにフード・マイレージ指標を効果的に活用していく方策を検討することが今後の課題である。

(註 1) 農林水産省の政策大綱 [1] は、食品安全基本法の施行、内閣府食品安全委員会の発足等、国民の健康の保護を最優先とした政府全体の新しい食品安全行政に的確に対応するための指針として、農林水産省が制定・公表したものである。

(註 2) 農林水産省 [2] によれば、当面の政策の対応方向として、「地域で生産された地場野菜を(中略)地域内で消費することは、消費者と生産者との『顔の見える関係』を構築し、また『安全・安心』等の要請に応えるもの」であるとし、『地産地消』の取組を推進すべき」(p.14)としている。

(註 3) 「食料・農業・農村基本計画」[3] においては、「第 3 食料、農業及び農村に関し総合的かつ計画的に講ずべき施策」の一つとして「(4) 地産地消の推進」が取り上げられており、「地域の農業者と消費者を結び付ける地産地消を、地域の主体的な取

組として推進する。これにより、消費者が、生産者と「顔が見え、話ができる」関係で地域の農産物・食品を購入する機会を提供するとともに、地域の農業と関連産業の活性化を図る」とされている。

(註 4) 文部科学省 [4] には「地域に伝わる料理を大切にしよう」という項目の中で「郷土（生まれ育った土地）でとれる産物にはどんなものがあるでしょうか」という問いかけがある。

(註 5) 国土交通省 [5] の「品類品目・代表輸送機関別流動量」（3 日間調査）を基にした推計では食料の輸送量は **273 万トン** であり、輸送機関別にみるとトラックが **89.9%** とほとんどを占めている。

(註 6) 表Ⅱ-1-4 によると、国内における食料輸送に伴う二酸化炭素排出量は 9 百万トンと推計され、これを国民 1 人当たりになると約 **70kg** となる。

2 食育への「フード・マイレージ」概念の適用の効果

ー 『食と農』体験塾』についてのケーススタディー

(1) 課題設定の背景

食料の輸送量に輸送距離を乗じることにより求められる「フード・マイレージ」は、食料輸送が環境に与える負荷を定量的に把握すること等を目的として開発された指標である。

2005年7月に「食育基本法」が施行されるなど、現在、食育に対する関心が大きく高まっている。食育の内容は非常に幅広いものであるが、食生活改善等の身近な分野に比べ、地球環境への負荷との関連までの意識は必ずしも高くはない。

本節では、熊本県下における先進的な食育の取組に即してフード・マイレージを計測するとともに、その結果を地域において食育に取り組んでいる者に説明することによる意識変化の状況を把握することを通じ、フード・マイレージ概念の食育への適用の効果を明らかにする。

(2) 食育の取組の活発化とその背景

① 食育基本法の施行と食育の取組

近年、食育の必要性に対する認識が高まるとともに、様々な食育の取組が盛んとなっている。

食育の定義、範囲等については必ずしも統一的なものはない。2005年7月に施行された「食育基本法」においては、食育を「生きる上での基本であって、知育、徳育及び体育の基礎となるべきもの」（前文）であり、「様々な経験を通じて『食』に関する知識と『食』を選択する力を習得し、健全な食生活を実践することができる人間を育てること」と規定している。

また、食育が必要となっている背景として、本法では、「国民の食生活においては、栄養の偏り、不規則な食事、肥満や生活習慣病の増加、過度の痩(そう)身志向などの問題に加え、新たな『食』の安全上の問題や、『食』の海外への依存の問題」（前文）が生じているなか、「国民が生涯にわたって健全な心身を培い、豊かな人間性をはぐくむための食育を推進することが緊要な課題となっている」（第1条）としている。

本法では、国における食育の推進体制も規定している。すなわち、内閣総理大臣を会長とする「食育推進会議」を内閣府に設置し、2006 年、同会議において「食育推進基本計画」が策定されたところである。

しかしながら、食育とは国あるいは行政だけで推進できるものではない。本法にもあるとおり、食育の推進のためには多様な関係者が連携・協力しながら、まさに国民運動として取り組んでいくことが不可欠である。現に多くの地域では、民間を中心とする様々な主体が幅広い内容の食育活動を担っている。例えば、食生活改善推進員による栄養改善等の取組は長い歴史を持つものであるし、学校給食を中心とする小中学校における取組や消費者団体が主催する自主的な勉強会等も盛んに行われている。また、一般企業やNPOも様々な取組を行っている。さらに、多くの農業者や農業団体も、農作業体験等を通じ子どもや消費者に農業の実態等について理解を促進するといった取組が盛んに行われており、(3)で紹介する『食と農』体験塾」(熊本県宇城市)はその先進的な事例の1つである。

② 食料政策等における食育の位置づけ

国の食料・農業・農村政策においても食育は重要な位置づけが与えられている。

2005 年 3 月、「食料・農業・農村基本計画」(以下、「基本計画」という)が閣議決定された(註 1)。

この基本計画の柱となっているのが食料自給率の数値目標である。前基本計画では 2010 年度の総合食料自給率(供給熱量ベース)の目標を 45%と設定したが、実際には横ばいで推移するに留まったため、今回の見直しに当たっては、食料消費面及び農業生産面で食料自給率目標を達成できなかった要因について検証がなされている。このうち食料消費面では、健全な食生活を推進するために 2000 年に策定された「食生活指針」の普及・定着に向けた取組が国民の食生活の見直しの具体的な行動に結び付かず、その結果、国内で自給可能な米の消費量の大幅な減少が続くと同時に、飼料や油糧種子の多くを輸入に依存する肉類、油脂類の消費量が増加傾向で推移したためと整理されている。

これらの検証結果を踏まえ、2005 年策定の基本計画においては、2015 年度における供給熱量ベースの総合食料自給率の目標を 45%と設定するとともに、この目標実現のために食料消費面及び農業生産面で「重点的に取り組むべき事項」を明らか

にしている。そして食料消費面については、「消費者、食品産業の事業者その他の関係者が、健全な食生活の在り方や農産物・食品に関する正確で十分な情報を得た上で、より積極的に食生活の見直し等に取り組んでいくことが重要」とし、そのための施策の第1として「分かりやすく実践的な『食育』と『地産地消』の全国展開」の項目が掲げられた（註2）。

このように、近年における日本人の食生活パターンの大きな変化は、栄養バランスの崩れによる生活習慣病の増加、食料自給率の低下といった問題を生じさせており、これらの解決のために食育が重要視されるようになってきているのである。しかしながら、第Ⅱ章1で明らかになったとおり、大量の輸入食料の長距離輸送はその過程で大量の二酸化炭素を排出するなど地球環境に負荷を与えている点にも着目すべきと考えられるが、現在の食育に関連する議論の中では、地球環境との関係までの問題意識は明確とはなっていない。

（3）『食と農』体験塾」の取組とフード・マイレージ

熊本県宇城市三角町は宇土半島の突端部に位置し、その先には天草諸島が連なる風光明媚な地である。ここで農業を営む宮田研蔵氏は、現在の社会情勢や子どもたちの健康問題を見て、生産者として生産現場と消費者の垣根を低くして食育を共通の課題として捉えることの必要性を感じ、1999年、自宅のみかん園に『食と農』体験塾を開塾した。パン等を焼く石釜や体験活動が行われるログハウスは宮田氏の手作りによる。

体験塾では、地元産小麦粉を使用したパン・ピザ作り、薪による塩作り、炭焼き、みかんのジャム・ジュース作り、ぼかし肥料作りなど様々なメニューがあり、これらの体験を通じ、子どもや消費者に農業や食の大切さを伝える活動が行われている。2004年には親子連れなど約2000名の参加者があり、また、2004年度には「地域に根ざした食育コンクール」特別賞を受賞している（註3）。

この宮田氏が行っている地元産小麦粉を使用したパンやピザ作りの取組に関連しフード・マイレージを計測した。小麦粉（及び原料の小麦）のフード・マイレージを計測し、それを仮に輸入小麦を使用した場合と比較したものである。以下に述べる試算の全体像を示したものが図Ⅲ-2-1である。

【現状：地元産】

	計	体験塾 （宇城市）	製粉所 （大津町）	産地 （城南町）
輸送距離 [輸送手段]	109 km	70 km [トラック]	39 km [トラック]	
フード・マイルージ ¹⁾	88 t・km	49 t・km	39 t・km	
CO2排出量	16 kg	9 kg	7 kg	

【仮に輸入小麦を使った場合】

	計	体験塾 （宇城市）	卸小売 （熊本市）	製粉工場 （熊本市）	輸入港 （福岡市）	輸出港 （オーストラリア）	産地 （オレゴン州）
輸送距離 [輸送手段]	11,277 km	42 km [トラック]	3 km [トラック]	116 km [トラック]	8,949 km [船舶]	2168 km [鉄道]	
フード・マイルージ ¹⁾	11,426 t・km	29 t・km	2 t・km	117 t・km	9,079 t・km	2199 t・km	
CO2排出量	162 kg	5 kg	0 kg	21 kg	87 kg	48 kg	

註： 1) 体験塾における小麦粉の年間使用量は700kg程度である。
 2) 小麦から小麦粉の歩留まりは69%とした。

図Ⅲ-2-1 小麦（粉）700kg の輸送に伴う二酸化炭素排出量
 ー体験塾（熊本県宇城市）の地産地消と食育の取組ー

現在、体験塾で用いられている小麦は、宇土半島のつけ根にある城南町の農家との契約等を通じ栽培されたもので、品種はニシノカオリ、ミナミノカオリである（註4）。宮田氏は、この小麦を熊本市の東にある大津町の製粉所で小麦粉に加工した後、塾に運び、パンやピザの手作り体験に用いている。輸送手段はトラックで、小麦の産地から体験塾までの輸送距離は109kmである（註5）。体験塾で1年間に使用される小麦粉の量は約700kgであるから、輸送距離にこの輸送量を掛け合わせたフード・マイルージは約88t・km（トン・キロメートル）となる。なお、産地から製粉所までは小麦の形態で輸送されるため歩留まりを考慮してある（註6）。

さて、この同じ体験活動を輸入小麦を用いて行った場合はどうなるであろうか。フード・マイルージ計測のためには輸送ルートの特定が必要であるが、もとより輸入小麦の輸送ルートを全て特定することは不可能であるため、本稿では以下のように単純化した。

2004年における日本の小麦輸入量は5,490千トンで、うちアメリカからの輸入が56%と過半を占めている（註7）。このため、仮に体験塾で輸入小麦を使用する場合はアメリカ産を利用するものとし、その輸送ルートは以下のように仮定した。

まず、アメリカ国内における産地であるが、実際に日本向けに輸出されている小麦の州別生産量は特定できない。このため、本稿では日本向け小麦はミシシッピ川以西の 22 州で生産されている冬小麦及び春小麦とし、その州別の生産量の構成比が日本向け輸出小麦の産地別生産量の構成比に等しいものと仮定した。アメリカ農務省の統計によると、2004 年のミシシッピ川以西 22 州における春小麦及び冬小麦の生産量は 1,760 百万ブッシェルで、州別にはカンザス州（シェア 19%）、ノースダコタ州（同 14%）等が多い（註 8）。

日本向け小麦は全てオレゴン州のポートランドから輸出されるものと仮定した。アメリカ国内における産地から輸出港までの小麦輸送は主として鉄道によっているが、鉄道の路線距離に関するデータが入手できなかったため、本稿では各州の州都からポートランドまでの道路の路線距離で代替した（註 9）。そして米国内の産地から輸出港までの平均輸送距離は、各州の州都からポートランドまでの距離を州毎の生産量の割合により加重平均し、2,168km と仮定した。

ポートランドから輸出されたアメリカ産小麦は、バルカーと呼ばれるばら積み運搬船で海上輸送され、熊本県下で使用されるものは博多港に水揚げされるものと仮定した。この間の海上輸送距離は約 8,949km である（註 10）。臨海部のサイロに一時貯蔵された小麦は、九州自動車道を通って熊本市内の製粉工場に輸送され、ここで製粉された後、同市内の卸・小売業者を経て体験塾に輸送される。博多港から体験塾までの輸送距離は約 161km である。

以上のような仮定の下では、仮に輸入小麦を使用した場合の小麦（粉）の輸送距離は合計で 11,277km となり、地元産小麦の場合の輸送距離の約 103 倍となる。また、700kg の小麦粉のフード・マイレージは 11,426 t・km となり、地元産小麦の場合に比べ約 130 倍となる。なお、輸送距離以上に倍率が大きくなるのは小麦の形態での輸送距離が長いためである。

次に、この 2 つのケースにおける輸送に伴う二酸化炭素の排出量を試算する。二酸化炭素排出量は、フード・マイレージに二酸化炭素排出係数（1 kg の荷物を 1 km 輸送した際に排出される二酸化炭素の量）を掛け合わせて求めた（註 11）。なお、実際の二酸化炭素の排出量は、トラックや船舶など輸送機関の大きさ、速度、積載率等によって大きく異なるため、ここでの試算は概ねの傾向を把握できたに過ぎないことに留意が必要である。

さて、現在、体験塾で使用している地元産小麦は全てトラックにより輸送されているため、フード・マイレージにトラックの排出係数を掛け合わせると二酸化炭素排出量は約 16kg となる。これに対し、仮に輸入小麦を使用した場合は、アメリカ国内の輸送については鉄道、輸出国から輸入港までは船舶（バルカー）、輸入港から製粉工場等を経由し体験塾まではトラックにより輸送されていると仮定し、輸送段階毎のフード・マイレージにそれぞれの排出係数を掛け合わせて合計すると、排出される二酸化炭素の総量は約 162kg となった。つまり、仮に輸入小麦を使用すれば、地元産小麦を使用している現状に比べ約 10 倍の二酸化炭素を輸送の過程で排出するという結果となった。なお、輸送距離やフード・マイレージに比べ二酸化炭素排出量の倍率が小さいのは、アメリカ国内及び最も長い距離の海上輸送の部分が、比較的二酸化炭素排出係数が小さい鉄道及び船舶によっているためである（註 12）。

（４）食育推進ボランティアに対するアンケート調査結果

以上の結果について、実際に地域において食育に取り組んでいるリーダーの方達に説明することにより、地球環境問題等に対する意識がどのように変化するかについて把握するため、アンケート調査を実施した。

図Ⅲ-2-2 は、食生活改善推進員等として、熊本県下において食育活動に取り組んでいる方々（食育推進ボランティア）を対象とした研修会におけるアンケート調査結果である（註 13）。

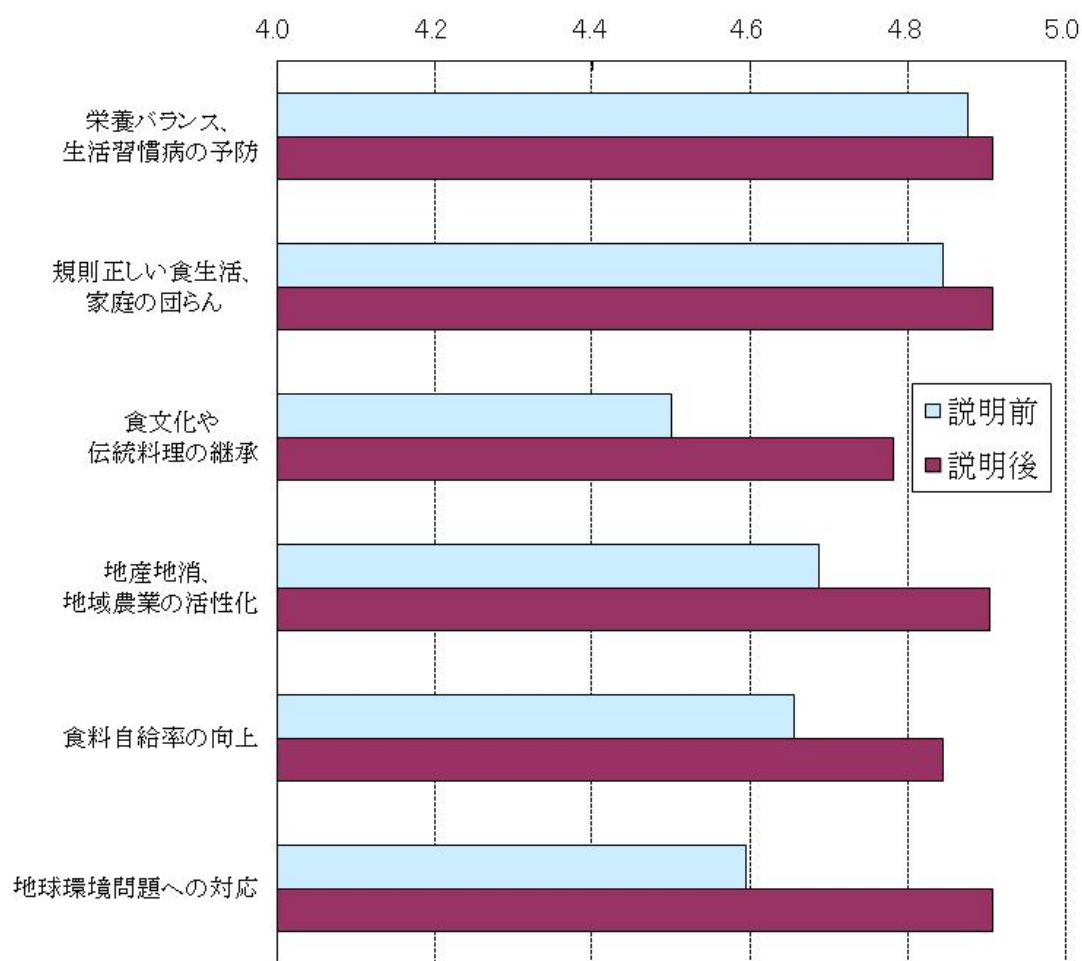
研修会では、冒頭にまず参加者の現在の意識を把握するため、食育の重要性（食育との関連性）について 1～5 のポイント付けを行ってもらった。その結果をみると「栄養バランス、生活習慣病の予防」、「規則正しい食生活、家庭の団らん」といった身近な項目については平均で 4.8 を上回る高いポイントであったが、「地球環境問題への対応」は 4.5 台と相対的に低いポイントに留まっていた。

その後の研修会においては、食育に関する一般的な状況（食育基本法、食事バランスガイド、食料・農業・農村基本計画）と併せ、上記の体験塾における取組の試算結果を含め、地産地消の取組の環境負荷低減効果について、フード・マイレージを引用しつつ説明を行った。

そして研修の最後に、再度同様のアンケート（1～5 のポイント付け）を行った。その結果をみると、いずれの項目についてもポイントが高まった中で、特に「地球環境

問題への対応」は大きく上昇し、「栄養バランス、生活習慣病の予防」等と同様、平均で 4.9 を上回る高いポイントとなった。

以上のように、日頃から地域におけるリーダーとして食育活動に実際に携わっている食育推進ボランティアであっても、通常は食生活と環境との関わりについての意識は高くはないが、フード・マイレージを活用して説明することによって、自らの食が地球環境問題と関わっているという意識が高まった状況がうかがえる。



註: 1) 2005年11月29日に開催された熊本県「食育ボランティアリーダー研修会」参加者を対象としたアンケート結果で、有効回答者数は32である。なお、参加者は食生活改善推進員、栄養士会等である。
 2) それぞれの項目毎に、「食育は、どの程度、重要と考えますか。(どの程度、関連があると考えますか。)」との問に対し、1(それほど重要でない・関連は小)～5(非常に重要・関連は大)の5段階評価結果の平均値である。

図Ⅲ-2-2 食育の重要性（食育との関連性）の程度

(5) 結論と今後の課題

地元産の農産物を利用する食育の取組は各地で盛んとなっているが、地球環境問題まで意識した取組は少ない。

しかしながら、このケーススタディにより、食育の取組において地元産の農産物を利用することは、輸送に伴う環境負荷を大きく低減する効果があることが明らかとなった。このことを、食育活動の中で併せて子ども達に伝えることは、毎日の食生活における食材の選択が、全人类的な課題である地球温暖化問題の解決への一助となることについての理解を増進させることにつながるものと期待される。この面で、フード・マイレージ指標を食育活動に適用することは、有効であると考えられる。

ただし、食料の生産から流通、消費に至るフードシステムにおいて排出される二酸化炭素は、輸送の過程で排出されるものに留まるわけではない。したがって、食育活動の中で、より環境負荷の小さな食生活のあり方等を伝えていくためには、食料の生産面、消費面等を含めたフードシステム全体に対する目配り（旬産旬消、なるべく食べ残しをしない等の取組の重要性を併せて伝えていくこと）が必要である。

(註 1) 食料・農業・農村基本計画は、「食料・農業・農村基本法」(1999 年)に基づき、今後の施策推進の指針として 2000 年 3 月に初めて閣議決定され、2005 年 3 月、5 年毎に見直すという法の規定に基づき最初の改訂がなされたものである。

(註 2) 具体的には「食生活指針を具体的な行動に結びつけるものとして適正な食事の摂取量を分かりやすく示したフードガイド (仮称)」の策定や活用を行うこととされており、これを受けて 2005 年 6 月、厚生労働省及び農林水産省は「食事バランスガイド」を策定した。

(註 3) 「地域に根ざした食育コンクール」は、農林水産省の提唱により 2003 年度から 2009 年度の間実施されたもので、宮田研蔵氏は 2004 年度に特別賞（審査委員会奨励賞、農林漁業分野）を受賞している。

(註 4) ニシノカオリはロールパン等に適する初の暖地向けの硬質小麦として 1999 年に、

ミナミノカオリは更に生地特性や製パン適性が優れた品種として 2003 年に、いずれも（独）九州沖縄農業研究センターにおいて開発育成されたものである。地域における食育推進のためには、これら技術開発の重要性についても注目する必要があるだろう。

（註 5）国内の輸送距離の計測には、前節と同様、インクリメント P 株式会社がインターネット上で提供している地図検索サービス「MapFan Web」の「るーと Map」を利用した。

（註 6）小麦から小麦粉への歩留りは 69%とした。これは、農林水産省 [1] のアメリカ産輸入小麦 4 品種の製粉歩留りを検査対象数量で加重平均した数値である。

（註 7）農林水産省 [2]による。

（註 8）アメリカ農務省ウェブサイトによる。

（註 9）アメリカ国内の道路輸送距離の計測には、Yahoo! がインターネット上で提供しているサービスを利用した。（<http://maps.yahoo.com/dd>）

（註 10）海上保安庁 [3] により、ポートランドから途中寄港せずアリューシャン列島南方、豊後水道南口の鶴御崎沖を経由して博多港に至る航路の距離を求めた。

（註 11）二酸化炭素排出係数は表Ⅳ-1-1 参照。

（註 12）この計測結果をみると、輸送に伴う環境負荷低減のためには、輸送距離の短縮のみならず、輸送手段をより環境負荷の小さな輸送機関である鉄道、海運に移行していくこと（モーダルシフト）の重要性がうかがわれる。

（註 13）農林水産省においては、都道府県を通じて地域において自主的に食育活動に取り組む「食育推進ボランティア」の活動を支援する事業を実施しており、この研修会はその一環として行われたものである。

3 伝統野菜等を用いた献立の環境負荷低減効果の計測

(1) 課題設定の背景

フード・マイレージとは、食料の輸送量に輸送距離を掛け合わせた指標で、単に食料の海外依存度を表す自給率とは異なり、どの程度の量の食料がどの程度の距離を運ばれてきているかを表すものである。また、これに二酸化炭素排出係数を乗ずることにより、食料の輸送に伴う環境負荷の大きさを把握することができる。

近年、多くの直売所が開設されるなど地産地消の取組がますます盛んとなっている。この背景には、新鮮で安心感のある食品の入手、大規模市場流通には馴染まない少量多品種の生産であっても現金収入が得られる等、消費者及び生産者双方のメリットがあるが、地産地消の取組は、これらに加え、食料の輸送距離が短縮されることを通じて輸送に伴う環境負荷を低減するという点でも有意義な面があると言える。この効果については、フード・マイレージ指標を活用することにより定量的に把握することができるが、前節までは個別の食材に着目した分析に留まっていた。本節では、複数の食材から構成される具体的な献立に即して、フード・マイレージと輸送に伴う二酸化炭素排出量を計測するとともに、地元の食材を使用することによる環境負荷低減効果の計測を行う。

さらに、現在、いわゆる伝統野菜など伝統的な作物を復活・普及させようという取組が各地で活発にみられるようになっている。伝統作物とは、その土地で古くから作られてきたもので、採種を繰り返していく中で、その土地の気候や風土に適合した種として固定化されてきたものであり、地域の食文化とも密接に関連していた。

しかしながら、これら伝統作物は不揃いになりやすく規格化が困難であり、また、栽培や収穫に手間がかかる等の理由から、流通の広域化が進む中で規格化された大量生産が求められるようになる中で次第に生産量が減少し、あるいはほとんど栽培されなくなっていたのが、近年、各地で地産地消が盛んになる中で、再び注目が集まっているものである。これら伝統作物の復活・普及の取組は、地産地消の典型であるのみならず、地域の歴史や風土、食文化について再認識しようとする意図とも結びついた取組と位置づけることができよう。

これらの状況を踏まえ、本稿においては、地産地消が輸送に伴う環境負荷低減にどの程度の効果を及ぼすかについて、伝統野菜を含む地元産の食材を用いた具体的な献立

に即して定量的に計測を行う（註1）。

（2）伝統野菜を用いた献立のフード・マイレージ等の計測

① 計測の対象とした献立

計測の対象とした献立は、2008年1月、金沢市在住のフードライター・つぐまたかこ氏が監修し、自ら調理して頂いた「ネオ和食」で、「能登豚の野菜巻き」、「源助大根のふろふき」、「しいたけと春菊の味噌汁」及び「せりご飯」からなる。使用されている主な食材の使用量（4人分）及び産地は表Ⅲ-3-1のとおりである。

表Ⅲ-3-1 「ネオ和食」の主な食材と使用量・産地

献立	主な食材	使用量 g	産地	輸送距離 km
能登豚の 野菜巻き	豚肉	200	石川県かほく市	21.6
	能登白ねぎ	70	石川県七尾市	70.0
	小坂れんこん	30	金沢市小坂	4.8
	にんじん	40	石川県小松市	33.1
源助大根の ふろふき	源助大根	400	金沢市安原	8.6
しいたけと春菊 の	しいたけ	40	石川県小松市	33.1
	金沢春菊	30	金沢市三馬	5.7
せりご飯	せり	30	金沢市諸江	5.4
	ごはん(米)	100	石川県白山市	11.4
計		940		

この献立には、伝統野菜である加賀野菜等が豊富に使用されている。例えば、小坂れんこんは、金沢市の小坂地区を中心に藩政時代から栽培されているもので、粘りが強く加賀料理には欠かせない食材である。金沢春菊は、やはり藩政時代から金沢市三馬地区等で栽培されており、くせのない独特の香りとやわらかさが特徴である。源助大根は、昭和初期に金沢市の篤農家が導入・選抜したもので、煮物用大根の代表的な品種である。

また、能登地方の特産野菜である能登白ねぎは、葉の白い部分を太く長くするため丹念に土寄せを行って栽培されているもので、辛味がなくほのかに甘いという特徴がある。能登豚とは、衛生対策、飼料の改善、共同仕入れ等に取り組む能登地域の生産者グループによる統一ブランドの豚肉である。なお、畜産物のフード・マイレージの計算においては飼料まで遡って計算した事例もあるが、本稿においては飼料

のフード・マイレージは考慮していない。

② フード・マイレージと輸送に伴う二酸化炭素排出量の計測－ケース 1－

この献立のフード・マイレージは、表Ⅲ-3-1 にある食材毎の使用量に産地からの輸送距離を乗じることにより求められる。

輸送距離は、インクリメント P 社がウェブ上で公開している「Mapfan Web」(C)を使用して計測した。例えば源助大根は、産地である金沢市安原から消費地（金沢歌劇座）までの距離は 8.6km で、トラックにより道路輸送されるものと仮定している（実際には集出荷施設や卸売市場を経由するなど、多様な輸送経路がある）。

この源助大根のフード・マイレージは、輸送量 (0.4kg) × 輸送距離 (8.6km) = 3.4 kg・km となる。同様に全ての食材について計算し足し上げたものが、この「ネオ和食」全体のフード・マイレージ (16.9kg・km) になる（表Ⅲ-3-2 のケース 1）。

さらに、輸送に伴う二酸化炭素排出量は、フード・マイレージに二酸化炭素排出係数（1t の貨物を 1km 輸送した際に排出される二酸化炭素の量）（註 2）を乗じることにより求めることができる。ここでは全てトラックにより輸送されていると仮定しているため、トラックの二酸化炭素排出係数を乗じて 3.0g となる。

表Ⅲ-3-2 ケース 1～3 の比較

（フード・マイレージと二酸化炭素排出量の計測結果）

主な食材 使用量 g	ケース 1 〔 地産地消 〕				ケース 2 〔 国産食材を選んで調達した場合 〕				ケース 3 〔 輸入品を含めて調達した場合 〕			
	産地	輸送 距離 km	フード・ マイレージ* kg・km	CO2 排出量 g	産地	輸送 距離 km	フード・ マイレージ* kg・km	CO2 排出量 g	産地	輸送 距離 km	フード・ マイレージ* kg・km	CO2 排出量 g
豚肉 200	かほく市	21.6	4.3	0.8	かほく市	21.6	4.3	0.8	アメリカ	19,422.4	3,884.5	79.5
ねぎ 70	七尾市	70.0	4.9	0.9	埼玉	466.1	32.6	5.9	埼玉	466.1	32.6	5.9
れんこん 30	金沢市小坂	4.8	0.1	0.0	金沢市小坂	4.8	0.1	0.0	金沢市小坂	4.8	0.1	0.0
にんじん 40	小松市	33.1	1.3	0.2	愛知	234.0	9.4	1.7	中国	2,877.7	115.1	7.5
大根 400	金沢市安原	8.6	3.4	0.6	徳島	436.9	174.8	31.4	徳島	436.9	174.8	31.4
しいたけ 40	小松市	33.1	1.3	0.2	小松市	33.1	1.3	0.2	中国	2,877.7	115.1	7.5
春菊 30	金沢市三馬	5.7	0.2	0.0	岐阜	210.9	6.3	1.1	岐阜	210.9	6.3	1.1
せり 30	金沢市諸江	5.4	0.2	0.0	金沢市諸江	5.4	0.2	0.0	金沢市諸江	5.4	0.2	0.0
米 100	白山市	11.4	1.1	0.2	白山市	11.4	1.1	0.2	白山市	11.4	1.1	0.2
計 940			16.9	3.0			230.2	41.4			4,329.9	133.2
ケース1=1			1.0	1.0			13.6	13.6			255.8	43.8

(3) 地産地消の効果計測

① 市場で国産食材を調達した場合－ケース 2－

次に、地産地消が食材輸送に伴う環境負荷をどの程度低減する効果があるかを定量的に把握するため、仮に、上記の献立と同じ種類の食材を市場流通に委ねて調達した場合のフード・マイレージ及び二酸化炭素排出量を計測する。

表Ⅲ-3-2 のケース 2 は、地元産にこだわらず、市場に委ねて国産食材を選んで調達した場合である。ここでは、2008 年 1 月において金沢中央卸売市場に最も入荷量の多かった都道府県産の食材を使用するものと仮定した。金沢市中央卸売市場年報 [1] によると、当該月に最も入荷量が多い産地は、ねぎは埼玉、にんじんは愛知、大根は徳島、春菊は岐阜となっている。金沢市においては、冬季の積雪等の気象条件を反映し、地元産野菜のシェアは必ずしも高くない。したがって、特に産地を意識せずに金沢市内のスーパー等でこれら野菜を購入すると、他県産である可能性が高いのである。

輸送はトラックにより行われるものと仮定し、距離は同様に「Mapfan Web」(C)により求めた。その結果、食材使用量は変わらないものの、輸送距離は、例えば大根であればケース 1 の 8.6km から 437km へと大幅に伸びることとなる。

ケース 2 のフード・マイレージは、ケース 1 と同様に食材毎の使用量に輸送距離を掛け合わせ、累積すると 230kg・km となる。また、二酸化炭素排出量は、同様にトラックの二酸化炭素排出係数を掛け合わせて 41g と計測される。

これらの数字は、いずれもケース 1 に比べて約 14 倍の水準となっている。言い換えれば、同じ献立でも地元産の食材（地産地消）を意識することにより、市場に委ねて国内産の食材を使用した場合に比べ、フード・マイレージ及び二酸化炭素排出量ともに約 14 分の 1 に縮小されることとなる。これが、輸送に伴う環境負荷低減の面での地産地消の効果である。

② 市場で輸入品も含めて食材を調達した場合－ケース 3－

次は、市場で輸入食材を含めて調達した場合（表Ⅲ-3-2 のケース 3）である。ここでは、全国平均でおおむねカロリーベース自給率 70%以下の食材については、最も輸入量の多い国からの輸入食材を使用するものと仮定し、例えば豚肉についてはアメリカから、にんじん、しいたけについては中国からの輸入食材を使用するものと

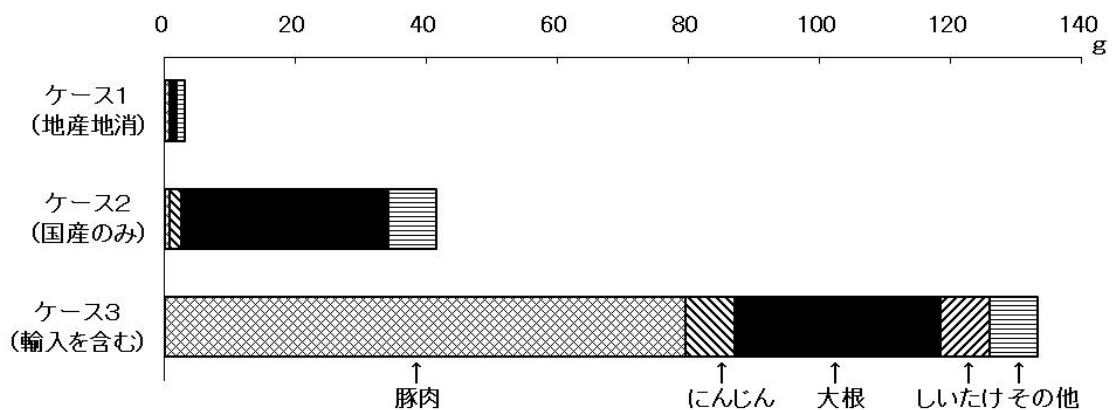
仮定した。

さて、輸入食材の産地、輸送経路、輸送手段、輸送距離は極めて多様であり、それを特定することは事実上不可能である。このため、ここでは以下のような仮定の下で計算することとした。例えばアメリカ産食材の場合、まずアメリカ国内の輸送は、産地（首都で代替）から輸出港であるニューオーリンズまで、トラックと内航海運半々で輸送されるものと仮定し、輸送距離は直線距離と仮定した（1,559 km）。輸出港から大阪港まではコンテナ船で輸送（17,544km）され、その後、大阪港から金沢市まではトラック輸送（319km）されるものとした。その結果、輸送距離は合計で 19,422 km となる。

これら距離にケース 1、2 と同じ食材使用量に乗じて累積したフード・マイレージは 4,330kg・km、二酸化炭素排出量は 133g と計測された。

ケース 1 に比べると、フード・マイレージは約 256 倍、二酸化炭素排出量は約 44 倍の水準となっている。フード・マイレージに比べて二酸化炭素排出量の倍率が小さいのは、最も長い距離に当たる海上輸送の部分が、排出係数が小さな船舶によるものと仮定しているためである。

また、これらを図示したものが図Ⅲ-3-1 である。



図Ⅲ-3-1 輸送に伴う二酸化炭素排出量の比較（地産地消の効果）

（４）結論と今後の課題

同じ献立であれば、それがどこの産地の食材を用いたものであっても、外見はほとんど同じであり、栄養成分も大きくは異ならないであろう。しかしながら、フード・マイレージ指標を活用して分析を行うと、外見は同じであっても食材の輸送に伴う二酸化炭素排出量には大きな差ができることが明らかとなった。すなわち、計測結果によると、地元産の食材を使用することによって、同じ献立であっても輸入食材等を用いた場合と比べてフード・マイレージは約 256 分の 1、二酸化炭素排出量は約 44 分の 1 に縮小されている。

特に伝統野菜等の伝統的な作物を食材として使用することは、輸送に伴う環境負荷の低減だけではなく、その地域の歴史や風土、食文化を見直すきっかけともなることが期待される。このような面も考慮しつつ、今後、フード・マイレージ指標を活用していくことが重要と考えられる。

（註 1）本稿は、2009 年 2 月に金沢市の金沢歌劇座で開催された北陸農政局主催「伝統野菜サミット」における筆者の報告を基にしている。

（註 2）二酸化炭素排出係数は、表Ⅳ-1-1 参照。

4 小括

近年、地産地消の取組が盛んとなっているが、その背景には、消費者にとっては新鮮で安心感のある食品が入手できること、生産者にとっては少量多品種の生産であっても現金収入が得られること等、消費者及び生産者双方のメリットがある。さらに、地産地消の取組は、フード・マイレージを削減し、食料の輸送に伴う環境負荷を低減するという面でもメリットがあるが、このことについては、一般的には十分に意識されているとは言い難い。

本章では、ケーススタディとして、学校給食、食育の取組、伝統野菜等を用いた献立に関連する地産地消の取組を取り上げ、フード・マイレージ指標を用いて環境負荷低減効果の定量的把握を行った。

その結果、埼玉県の中学校における学校給食では埼玉県産米を 100%使用しているが、このフード・マイレージを計測すると、仮に市場流通に委ねて米を調達（埼玉県下において実際に流通している米の産地別構成割合に即して調達）した場合に比べて 5%弱の水準に削減されていることが明らかとなった。

また、熊本県の『『食と農』体験塾』における地元産小麦を使用した取組に関するケーススタディにおいては、仮にアメリカ産小麦を使用した場合と比べ、フード・マイレージは約 130 分の 1、輸送に伴う二酸化炭素排出量は約 10 分の 1 に削減されていることが明らかとなった。

さらに、伝統野菜など地元県産食材を使用した献立に関するケーススタディでは、仮に市場流通に委ねて他県産食材を使用した場合と比べてフード・マイレージ、二酸化炭素排出量ともに約 14 分の 1、同様に輸入食材等を使用した場合と比べてフード・マイレージは約 256 分の 1、二酸化炭素排出量は約 44 分の 1 に削減されていることが明らかとなった。

以上のように、地産地消の取組は、フード・マイレージの削減を通じ、食料の輸送に伴う環境負荷を相当程度低減する効果があることが解明された。

第IV章 結論と今後の課題

1 解明された事実

(1) フード・マイレージをめぐる状況

日本は、経済の高度成長の過程等において食料供給の大きな部分を輸入に依存するようになり、地球規模の資源・環境に様々な影響・負荷を与えている。食料の輸送そのものが環境に与える負荷に着目した指標が、イギリスから始まったフードマイルズ運動を参考としたフード・マイレージである。

第I章3でレビューしたとおり、海外においては、イギリスのフードマイルズ運動を始めとして、食料輸送に伴う環境負荷を意識した様々な運動が他国にも広がるとともに、LCA分析を含む関連する様々な研究が行われている一方、食料輸出国の研究者からは、輸送段階のみを考慮するフードマイルズ指標の限界が指摘されている。

日本国内においても、同様に食料輸送に伴う環境負荷の観点に着目した研究が蓄積されており、特に消費者教育等の視点からフード・マイレージ指標の有用性を確認する研究も行われている。一方、生協等による「フードマイレージ・プロジェクト」等の運動が行われているが、その浸透は限定的なものに留まっている。さらに、海外と同様、フード・マイレージの指標としての限界を指摘する論調もある。

これらフード・マイレージ指標の限界に関しては(3)において考察する。

(2) 輸入食料のフード・マイレージと地産地消の効果

第II章では、2001年における主要国の輸入食料のフード・マイレージを計測したところ、日本の輸入食料のフード・マイレージは約9千億トン・キロメートルと試算され、これは、韓国・アメリカの3倍以上に相当するなど突出している状況が明らかとなった。さらに、大量の輸入食料の長距離輸送の過程（輸入の過程のみ）で排出されている二酸化炭素の量は約1700万トンと推計され、相当程度の環境負荷を地球環境に対して与えていることも明らかとなった。また、2010年においては日本の輸入食料のフード・マイレージは、穀物の国際価格高騰を受けて2001年に比べ3.7%減少しているが、平均輸送距離は逆に0.3%延びている最近の状況が明らかになるとともに、輸入食料のフード・マイレージの長期的な推移に関しては、主な輸入品である4品目（小麦、とうもろこし、大豆及び菜種）について計測したところ、食生活の変化等を

反映して大きく増加している状況が明らかとなった。

第Ⅲ章では、学校給食、食育の取組、伝統野菜等を用いた献立に関連した地産地消の取組をケーススタディとして取り上げ、フード・マイレージ指標を用いて、地産地消の取組が有する環境負荷低減効果の定量的把握を行った。その結果、いずれのケースにおいても、地産地消の取組により、フード・マイレージ及び輸送に伴う二酸化炭素排出量が数十分の1から数百分の1の水準にまで削減されることが明らかとなった。

以上のように、輸入食料のフード・マイレージを計測することによって、長距離輸送された大量の輸入食料に大きく依存しているという日本の食料供給構造の特徴及び現在の食生活が地球規模の資源や環境に相当程度の負荷を与えている事実が明らかになる一方、地産地消の取組は、フード・マイレージの削減を通じ、食料の輸送に伴う環境負荷を相当程度低減する効果があることが解明された。

(3) フード・マイレージの指標としての限界

一方、フード・マイレージについては、フードシステムが環境に及ぼす負荷を把握する指標としては、第Ⅰ章3における既存研究のレビュー等の結果、以下のような限界があることが明らかとなった。

① 輸送機関による二酸化炭素排出係数の違い

一つは、二酸化炭素排出係数が輸送機関によって大きく異なることである。前章までの計測にも用いてきたものであるが、改めて輸送機関別にみた二酸化炭素排出係数を整理すると、表Ⅳ-1-1のとおりである。

表Ⅳ-1-1 輸送機関別にみた二酸化炭素排出係数の比較

	g-CO ₂ /t・km
	1トンの貨物を1km輸送する際に 排出する二酸化炭素の量
営業用普通トラック	179.8
鉄道	22
内航海運	40.4
外航船舶（バルカー）	9.6
外航船舶（コンテナ）	20.7
航空	1460.7

出典：外航船舶についてはシップ・アンド・オーシャン財団 [1]、
その他は国土交通省 [2] による。

このように、現在、日本国内における食料輸送の大半を担っているトラックの二酸化炭素排出係数は、鉄道の約 8 倍と非常に大きい。つまり、輸送に伴う環境負荷を低減させるためには、なるべく近くのを消費するという地産地消よりも、二酸化炭素排出係数が小さな輸送機関に転換（モーダルシフト）する方が、直接的な効果は大きい。

この関連で農産物直売所について付言しておく。直売所は、生産者にとっては大規模市場流通に馴染まない少量・多品種、あるいは規格が不揃いの農産物でも出荷でき現金収入の機会が得られること、消費者にとっては新鮮で比較的安価で、かつラベルに生産者の名前が印刷されている等「顔の見える」安心感を得られるという双方のメリットがあることから、近年、各地で増加傾向にある。さらには、フード・マイレージの考え方からは、地産地消は一般的に輸送に伴う環境負荷も小さいというメリットもあることが明らかとなった。しかしながら、仮に消費者が「道の駅」等にある直売所に自家用車で買い物に行くと、その際の野菜等の輸送に伴う環境負荷は、非常に大きなものとなることに留意が必要である。

② 輸送の過程に限定

もう一つは、フード・マイレージは輸送の過程に限定された指標であることである。食料は、生産から流通、加工、包装、消費、廃棄の全ての過程（ライフサイクル）で二酸化炭素を排出している。つまり、地元で生産された食料であっても、仮にそれがハウスで加温したり化学肥料や化学合成農薬を多投したりして生産された場合は、海外で粗放的に生産された食料を環境負荷の小さな船舶で輸入した場合よりも、ライフサイクル全体でみた二酸化炭素排出量は結果として大きくなることもあり得る。

このことについては、第 I 章 3 でレビューしたいくつかの LCA 分析による成果から、生産段階におけるエネルギー消費（二酸化炭素排出量）が輸送段階に比べて相対的に大きいことが明らかとされている。

それでは、食品のライフサイクル全体を通じた二酸化炭素排出量のうち、輸送段階のシェアはどの程度であろうか。表 IV-1-2 は、第 I 章 3 でレビューした中から、食品のライフサイクル全体における二酸化炭素排出量に占める輸送段階のシェアを計測している主な研究成果について抜粋し整理したものである。

これによると、計測の対象や手法によって差があるものの、概ね 10～20%程度となっている場合が多い。これらの研究成果からは、食料のライフサイクルを通じて排出される二酸化炭素量の内、輸送段階で排出される量は全体の 1～2 割程度であるものとみられる。したがって、いくら地元産のものであっても輸送に係る二酸化炭素排出量が小さくとも、ハウスでの加温や化学肥料・農薬を多投して栽培した場合には、遠隔地から輸送されてきた輸入品等よりも、全体としての二酸化炭素排出量は大きくなる可能性がある。このことから「地産地消は環境にやさしい」とするような単純な命題が常に成立するわけではないことは明らかである。

しかしながら、ライフサイクル全体の中での 1～2 割というシェアは決して無視できるほどの小ささではなく、なるべく環境負荷の小さなフードシステムを構築していくという観点からは、輸送段階における取組も不可欠であることを示している。

以上のように、フード・マイレージという指標は 2 つの大きな限界を有しているものの、その点について誤解がないように十分に丁寧に説明していくことを前提とすれば、指標そのものの有用性が否定されるものではないものと考えられる。

表IV-1-2 食料のライフサイクルにおける輸送段階での二酸化炭素排出量のシェア

出典	輸送段階のシェア	備考（計測対象等）
Weber et al. [12]	11%	アメリカの家庭における食料消費に係る温室効果ガス排出量
Heller et al. [14]	14%	アメリカの食料供給に係るライフサイクル・エネルギー
Saunders et al. [15]	8.8%	ニュージーランドで生産した乳製品をイギリスに輸出する場合の二酸化炭素排出量
吉川ら [35]	30%	日本国内における野菜の生産・輸送時における二酸化炭素排出量
吉川ら [36]	15.5%	国産青果物の国内消費に伴う二酸化炭素排出量
椎名ら [38]	10.9%（雨よけ） 3.7%（温室）	国内産生鮮トマトの生産流通を通じた二酸化炭素排出量（いずれも移出）

註：出典は第 I 章の参考文献参照。

2 フード・マイレージの有用性

(1) 環境問題に対する消費者意識の高まりと課題

最近、消費者の間で環境問題に対する意識が高まっている。

内閣府 [1] によると、地球温暖化、オゾン層の破壊、熱帯林の減少等の地球環境問題について「関心がある」と答えた者の割合は 92%と大多数で、「関心がない」とする者の割合(7%)を大きく上回っており、時系列でみても「関心がある」とする者の割合は 1998 年の 82%からほぼ一貫して増加している。

また、内閣府 [2] によると、地球温暖化防止のため「日常生活において積極的に取り組む」とする者が 24%、「できる部分があれば取り組む」とする者が 74%と、合計すると 98%と日本の消費者のほとんどは地球温暖化防止のための活動に取り組む意志を有している。

環境問題に関わる消費者の意識の高まりは食生活の面でもみられる。農林水産省 [3] によると、地球環境問題を解決するために消費者が普段の食料品の買い物や食生活上で行っている取組としては、「使い残さないように量を考えて農産物や食品を買う」が 60%、「地元産の農産物や食品を買う」が 57%、「化学肥料・農薬等による環境負荷軽減に配慮した農産物や食品を買う」が 33%、「旬の農産物を買う」が 32%等となっている。

このような地球環境問題に対する消費者の高い意識と関心を、買い物等の具体的な行動に結びつけていくことが必要である。

そのための重要なツールの一つがマークや表示である。同調査（農林水産省 [3]）によると、食料・農業分野における環境の負荷軽減に関するマーク等に関する消費者の認知度については、有機 JAS マークは「マークの意味を知っている」が 60%と相当程度高くなっているものの、このマークは、環境への負荷軽減というよりは直接的には安全性や安心の拠り所として認知されているものと思われる。より直接的に環境の負荷軽減を示すマークであるエコファーマーマーク、カーボンフットプリントマーク、生きものマーク、水産エコラベルについては、「マークの意味を知っている」がそれぞれ 1~3 割程度に留まっている一方、「知らない」が 5~8 割を占めているなど、これらに対する消費者の認知度は高いとはいえない。なお、同調査によると、フード・マイレージに関しては「言葉の意味を知っている」が 42.5%となっており、これらの中では比較的認知度は高い。

以上の調査結果から、消費者のほとんどが地球温暖化防止のために「できる部分があれば取り組む」等としているにも関わらず、環境の負荷軽減に関するマークに対する認知度は低いなど、地球環境問題に対する消費者の高い意識を汲み上げ、具体的な行動を促すための仕組みや取組は不十分であることが明らかとなった。

このような状況を踏まえ、以下、フード・マイレージの有用性（活用可能性）について考察する。

（２）食育の視点から見たフード・マイレージの有用性

第Ⅲ章 2 におけるケーススタディにおいては、地元産小麦粉を使用したパン作り等の地産地消の取組が、フード・マイレージの削減を通じ、食料の輸送に伴う環境負荷を相当程度低減する効果があることについて、食育推進ボランティアの方達に対するアンケート調査を行った。

その結果、食生活改善推進員等として日頃から地域におけるリーダーとして食育活動に実際に携わっている食育推進ボランティアであっても、通常は食生活と環境との関わりについての意識は比較的高くはないことが明らかになると同時に、フード・マイレージを活用して説明することによって、食生活のあり方が地球環境問題とも関わっていることに対する理解が高まったという事実が認められる。

このアンケート結果からも、身近な毎日の食生活が全人類的な課題である地球環境問題とも関わっているという事実に気づくきっかけとして、フード・マイレージを活用することは有用と考えられる。このことは、第Ⅰ章 3 のレビューにおいて、消費者教育等の視点からフード・マイレージを取り上げた研究成果においても明らかにされているところである。

日本は、高度経済成長の過程の中で、コールドチェーン等の輸送技術の発展とも相まって、食生活の欧米化、外部化及び簡便化と、食品流通の広域化が急速に進み、効率的なフードシステムが構築されてきた。その一方で「食と農の間の距離」が拡大し、消費者の多くは、自分たちの食べものが、どこでどのように、誰によって生産されているかについて見えにくくなり、食に対する大きな不安感にもつながった。

フード・マイレージは、まず、消費者がその食品の産地や来歴を意識するきっかけになるという面において有益である。消費者が農業生産や食品流通の実態についての知識を得ようとすることは、生産者との間で「顔の見える関係」を構築することにな

り、ひいては食に対する信頼と安心感の回復にも繋がるものと期待される。

また、毎日の食生活における食材の多くが遠隔地から運ばれ、大量の食料の長距離輸送が輸送に伴う環境負荷の増大をもたらしているという事実を知ることは、自らの毎日の身近な食生活が、全人類的な課題でもある地球環境問題とも関連しているということに気付くことにもなる。

その上で、輸送に伴う環境負荷の大きさは輸送手段によって大きく異なること、そもそもフード・マイレージは、食品のライフサイクルのごく一部である輸送の部分しか考慮していないといった指標としての限界を理解することとなれば、環境負荷の小さな食生活の実現のためには、地産地消に心がけるだけではなく、旬産旬消（生産段階における環境負荷が小さな旬の食材をなるべく選ぶこと）や、なるべく食べ残しはしない（廃棄またはリサイクル段階での環境負荷を低減する）といった行動に繋がっていくことが期待される。

なお、LCA やカーボンフットプリントについては、その概念や計算方法が複雑で、一般消費者等にとっては直ちに理解し難い面があるのに対し、フード・マイレージは分かりやすく誰にでも簡単に計算でき、具体的な行動（地産地消）に結びつけやすいという大きなメリットがある。

今後の望ましい食料消費とそれを支える農業を実現していくためには、消費者一人ひとりが自らの食生活について主体的に判断し行動していくことが必要であり、そのような文脈の中で、フード・マイレージという指標は、自らの食生活と農業や地球環境問題との関係について「気づく」ためのツールとして活用されることが期待される。ただし、食育等の場面においてフード・マイレージを活用する場合には、その限界についても同時に丁寧に説明していくことが必要である。

3 食料政策への適用可能性と今後の課題

フード・マイレージは食料の輸送に関する指標であるが、食料の物流システムの効率化のためには、望ましいサプライチェーンの構築等を通じて、いかに物流コストを削減していくかが重要となる。しかしながら、物流効率化に関する従来の検討においては、物流コストとは燃料費等の狭義のコストのみを捉えていた場合が多い。今後、物流システムの効率化を検討していくためには、狭義の物流コストだけではなく、環境コストを視野に入れていく必要があると考えられ、このような面から、フード・マイレージは、LCA 分析の手法とともに、有益な貢献ができることが見込まれる。

一方、現在、世界の食料需給は不安定化しつつある。その背景には、需要面では途上国を中心とした人口の増加、中国、インド等の新興国（かつ人口超大国）の経済発展と所得の向上、それに伴う畜産物や油脂消費の増加、バイオ燃料に対する需要の増加といった要因がある。一方、供給面では、気候変動等に伴う豊凶、水資源の制約の顕在化と砂漠化の進行、単収の伸び悩み等の要因がある。このような需要、供給両面における構造的な要因から、今後、世界の食料需給は、不安定化しつつ、逼迫基調で推移していくことが予想される。さらに、国内農業の現状をみると、農業労働力の減少と高齢化、美羽作放棄地の増加など、食料の供給基盤は脆弱化が進んでいる。

このため、食料供給の大きな部分を海外に依存している日本としては、欧米で“Local food”に対する関心が高まっている状況も参考にしつつ、改めて食料の安定供給のための方策を検討していくことが喫緊の課題となっている。

なお、少子高齢化の進行により国内市場の規模縮小が懸念される中、日本の農林水産業の新たな市場開拓のための輸出拡大が議論されているが、このことについては、輸送に伴う環境負荷が増大する可能性があるという面から捉えると望ましいとは言えないものの、日本の農林水産物貿易が他国に見られないような極端な輸入超過というバランスを欠いている現状を踏まえて評価する必要があるだろう。一方、近年、大幅に食料輸入を増加させているアジアの新興国等にとっては、日本の経験は示唆に富む部分があるものと考えられる。

2010 年 3 月に閣議決定された新たな「食料・農業・農村基本計画」[1]においては、2020 年度の総合食料自給率を供給熱量ベースで 50%、生産額ベースで 70%まで引き上げるとの目標が設定されているが、その達成のためには国民全体の理解を得ることと具体的行動が前提であり、そのために、国民に対し内外の食料事情等について分かりやすく情報提供していくことが重要とされている。また、2011 年 10 月に決定された「我が国の食と農林

漁業の再生のための基本方針・行動計画」(食と農林漁業の再生実現会議)[2]においても、国民の理解、国民的議論の必要性が強調されている。

以上のように、今後の望ましい食料消費とそれを支える農業を実現していくための食料政策の企画・立案に当たっては、国民合意のもとで進めていくことが不可欠であり、その面でフード・マイレージという指標は、限定的ながら一定の役割を果たすことが期待される。ただし、その場合、地産地消が環境負荷低減に単純に結び付く等の誤解を与えることのないよう、併せて丁寧な説明を行っていく必要がある。

さらに、これまで専ら地球環境問題との関係の文脈で取り上げられてきたフード・マイレージであるが、第Ⅰ章でみたように、1990年代のイギリスで始まったフードマイルズ運動は、もともと食料の長距離輸送の危険性として、二酸化炭素の排出面だけではなく、大気汚染、騒音、交通渋滞等の広い意味での環境面、イギリス国内の小規模生産者の保護、動物福祉、健康面、さらには開発途上国の食料安全保障の問題まで、幅広い経済的・社会的課題を視野に含めたものであった。このことを改めて想起することは、今後の持続可能なフードシステムのあり方を検討していく上でも有益と考えられる。

特に第Ⅲ章3で取り上げた伝統作物は、地域の歴史や風土、食文化といった価値と結び付いたものであり、フード・マイレージが小さい食生活は、これらの価値を相対的に大きく反映したものと捉えることも可能と考えられる。一般に比較優位論は自由貿易の場合に利潤が最大化されるとしているが、今後の食料政策の検討に当たっては、効率性のみならず、これら文化面等の非経済的価値についても考慮していくことが重要である。

今後のフード・マイレージに係る研究や普及においては、輸送に伴う二酸化炭素排出量だけではなく、これらのより幅広い視野を持つことが必要であろう。

引用・参考文献

第 I 章 1

- [1] 高橋正郎 (2002), 「フードシステム学の理論と体系」, 農林統計協会, pp.5-6

第 I 章 2

- [1] United Nations (2011), “World Population Prospects, the 2010 Revision”
- [2] 農林水産省 (2008), 「平成 19 年度 食料・農業・農村白書」, p.80
- [3] 農林水産省 (2012), 「農林水産基本データ集」 (2012 年 1 月 1 日現在)
- [4] 環境省 (2010), 「平成 22 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書」第 4 章第 1 節
- [5] IPCC (2008), “Climate Change 2007: Synthesis Report, Summary for Policymakers”
- [6] 沖大幹 (2002), 「世界の水危機、日本の水問題」, 東京大学生産技術研究所
- [7] NPO 法人エコロジカル・フットプリント・ジャパン ウェブサイト
<http://www.ecofoot.jp/>
- [8] 独立行政法人 農業環境技術研究所 (2009), 「食料生産・消費に伴う環境への窒素流出と水質汚染の変化を推定するモデルについて」
- [9] 環境省 (2011), 「2009 年度 (平成 21 年度) の温室効果ガス排出量 (確定値)」
- [10] 藤原敬(2002), 「ウッドマイルズ (木材総輸送距離) と地域材利用住宅」『木材情報』
2002 年 8 月号, pp.6-10

第 I 章 3

- [1] Paxton, A (1994), "The Food Miles Report: The danger of long distance food transport", The SAFE Alliance
- [2] Whitelegg (1995), “Driven to shop – transport intensity and the environment”, The SAFE Alliance
- [3] SAFE Alliance (1996), “Food miles action pack –a guide to thinking globally & eating locally”, The SAFE Alliance
- [4] Sustain (1999), “Food miles – Still on the road to ruin?” , Sustain
- [5] Sustain (2001), “Eating Oil – Food in a Changing Climate?” , Sustain
- [6] Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK (2005), “The Validity of

- Food Miles as an Indicator of Sustainable Development: Final report” , DEFRA
- [7] 野崎壺子 (2007), 「高まるフードマイレージへの関心と支持ー流通・外食業界の取り組みが本格化」, 農林経済, 2007.12.13, pp.8-11
- [8] Natural Resources Defense Council (2007), “Food miles: How far your food travels has serious consequences for your health and the climate”, NRDC
- [9] Lang, T., Barling, D., Caraher, M. (2005), "Food Policy – Integrating Health, Environment & Society", Oxford Univ.
- [10] Pretty, J. N., Ball, A. S., Lang, T., Morison, J. I. L., "Farm costs and food miles: An assessment of the full cost of the UK weekly food basket", Food Policy 30 (2005) , pp.1-19
- [11] Pirog, P., "Calculating food miles for a multiple ingredient food product", Iowa State Univ., March 2005
- [12] Weber, C. L. and Matthews, H. S. (2008), "Food-miles and the Relative Climate Impacts of Food Choices in the United States", Environmental Science and Technology, Accepted Mar.2008
- [13] Hill, H. (2008), “Food Miles : Background and Marketing”, National Sustainable Agriculture Information Service
- [14] Heller, M. C., Keoleian, G. A. (2010), “Life Cycle-Based Sustainability Indicators for Assessment of the U.S. Food System”, Center for Sustainable Systems, University of Michigan
- [15] Sounders, C., Barber, A., Taylor, G. (2006), "Food Miles – Comparative Energy / Emissions Performance of New Zealand's Agriculture Industry", Lincoln Univ., July 2006
- [16] Hogan, L and Thorpe, S., (2009) "Issues in food miles and carbon labeling" ABARE research report 09.18, Australian Bureau of Agriculture and Research Economics
- [17] Macgregor, J. and Vorley, B., (2006), "Fair Miles? Weighing environmental and social impacts of fresh produce exports from Sub-Saharan Africa to the UK", International Institute for Environment and Development, London
- [18] Paxton 著、谷口葉子訳 (2001), 「フードマイルズ・レポート：食料の長距離輸送の危険性」, 『神戸大学農業経済』 34, pp.55-62

- [19] 谷口葉子、長谷川浩(2002),「フードマイルズ試算とその意義ー地産地消の促進を目指してー」,『有機農業研究年報』Vol.2, pp.130-141
- [20] 中田哲也『『フード・マイレージ』の試算について』,『農林水産政策研究所レビュー』No.2, 2001.12, pp.44-50
- [21] 中田哲也「食料の総輸入量・距離（フード・マイレージ）とその環境に及ぼす負荷に関する考察」,『農林水産政策研究』No.5, 2003, pp.45-69（註:第Ⅱ章1所収）
- [22] 根本（鎮目）志保子（2003）,「フードマイルズにみる『消費の質（生活の質及び環境への影響）』の変化」,環境経済・政策学会 2003 年大会発表,
- [23] 根本志保子（2006）,「フードマイルズにみる生鮮野菜消費と環境負荷の変化」,生活経済学研究 22・23, 2006-03-01, pp.225-235
- [24] 稲葉弘道（2007）,「青果物のバーチャル市場と最適フードマイレージの試算」,千葉大学経済研究,第21巻第4号, pp.17-39
- [25] 藤本高志、瀬間章広（2008）,「飼料の海外依存と搾乳牛・肉用牛の環境負荷ーフードマイレージ・CO2 排出・窒素輸入・土地需要の定量分析ー」,2008 年度日本経済学会論文集, pp.294-299
- [26] 瀬尾佳美（2010）,「日本の畜産業とフードマイレージについて:ひとつの試算」,『青山国際政経論集』82, pp.181-190
- [27] 今橋朋樹、狩野秀之、前田幸嗣（2008）,「フード・マイレージの空間均衡分析」『九州農学芸誌』第63巻第2号, pp.241-250
- [28] 谷口忠義（2010）,「大正期における東京市の「薪炭マイルズ」の推計」,『新潟青陵大学短期大学部研究報告』40（2010）, pp.67-79
- [29] 神山久美（2010）,「消費者市民の育成を目指した授業デザイン--フード・マイレージに関するニュース番組を教材として」『消費生活研究』12(1), pp.16-28
- [30] 中山節子、堀尾真理（2010）,「家庭科における食生活と世界とのつながりを考える授業実践」,『千葉大学教育学部研究紀要』58, pp.89-94
- [31] 開発教育協会（2010）,「フードマイレージーどこからくる？私たちの食べ物」,開発教育協会
- [32] 上岡美保（2010）,「食生活と食育ー農と環境へのアプローチ」,農林統計出版
- [33] 宮脇直人、上西浩史、相良泰行（2005）,「日本の食料自給率および食生活構造が二酸化炭素排出量に及ぼす影響」,『日本食品化学工学会誌』52-6, pp.257-265

- [34] 西園大実、茂木裕美 (2007),「野菜の生産・流通における環境負荷の LCA 的考察」,『群馬大学教育学部紀要, 芸術・技術・体育・生活科学編』 第 42 巻, pp.145-157
- [35] 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』 vol.34, pp.245-252
- [36] 吉川直樹、天野耕二、島田幸司 (2007),「日本の青果物消費に伴う環境負荷とその削減ポテンシャルに関する研究」,『環境システム研究論文集』 vol.35, pp.499-509
- [37] 吉川直樹、天野耕二、島田幸司 (2009),「輸入食料・飼料の環境負荷を考慮した産業関連表による CO2 排出原単位の作成」,第 4 回日本 LCA 学会研究発表資料
- [38] 椎名武夫、ロイ・ポリトシュ、根井大介、中村宣貴、岡留博司 (2007),「日本国内で消費される生鮮トマトの LCI」,日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集, pp.104-105
- [39] 椎名武夫 (2008),「フードサプライチェーンにおける CO2 排出量削減ーフードマイレージからライフサイクルアセスメントへ」,『フレッシュフードシステム』 vol.37, No.3, pp.55-59
- [40] 農林水産省 (2011),「平成 22 年度 食料・農業・農村白書」, pp.31-34
- [41] 環境省 (2006),「平成 18 年版 環境白書」, 総説 1 第 2 章 第 1 節 1
- [42] 大地を守る会「フードマイレージ・キャンペーン」ウェブサイト
<http://www.food-mileage.com/>
- [43] 大野由紀恵、上田昌文 (2009),「CO2 低減へフード、ウォーターマイレージ」『地球環境』, 2009.6, pp.20-23
- [44] 大地を守る会、パルシステム生活協同組合連合会、生活クラブ事業連合生活協同組合連合会、生活協同組合連合会グリーンコープ連合、(株)バイオマーケット「フードマイレージ・プロジェクト」ウェブサイト
<http://www.food-mileage-project.com/main.html>
- [45] パルシステム (2010),「フードマイレージ・プロジェクト 180 万世帯で CO2 3 万 8,491t を削減」, 2010.12 プレスリリース

第Ⅱ章 1

- [1] 中田哲也「『フード・マイレージ』の試算について」,『農林水産政策研究所レビュー』 No.2, 2001.12, pp.44-50
- [2] 海上保安庁 (1995),「距離表」

- [3] 環境省 (2002), 「2000 年度(平成 12 年度)の温室効果ガスの排出量について」, 2002.7
- [4] 国土交通省 (2002), 「交通関係エネルギー要覧 平成 13・14 年度版」, p.16
- [5] 国土交通省 (2002), 「第 7 回全国貨物純流動調査 (物流センサス) 結果」
- [6] シップ・アンド・オーシャン財団 (2001), 「平成 12 年度 船舶からの温室効果ガス (CO2 等) の排出削減に関する調査研究報告書」, p.92
- [7] 国土交通省 (2001), 「平成 12 年度における交通の動向」 2001
- [8] 二宮書店 (2002), 「データブック オブ ザ ワールド 2001 年版」

第Ⅲ章 1

- [1] 農林水産省 (2003), 「食の安全・安心のための政策大綱」, pp.15-16
- [2] 農林水産省 (2005), 「野菜政策の基本的方向－『野菜政策に関する研究会』報告書－」, p.14
- [3] 「食料・農業・農村基本計画」 (2005 年閣議決定), p.20, pp.37-38
- [4] 文部科学省 (2002), 「食生活学習教材 (小学生用) 食生活を考えよう－体も心も元気な毎日のために－」
- [5] 国土交通省 (2002), 「第 7 回全国貨物純流動調査 (物流センサス) 結果」

第Ⅲ章 2

- [1] 農林水産省 (2005), 「平成 17 年度外国産麦類検査実績の産地 (型) 銘柄別、検査項目別平均値」
- [2] 農林水産省 (2005), 「農林水産物輸出入概況 (2004 年)」
- [3] 海上保安庁 (1995), 「距離表」

第Ⅲ章 3

- [1] 金沢市中央卸売市場 (2008), 「金沢市中央卸売市場年報」

第Ⅳ章 1

- [1] シップ・アンド・オーシャン財団 (2001), 「平成 12 年度 船舶からの温室効果ガス (CO2 等) の排出削減に関する調査研究報告書」, p.92
- [2] 国土交通省 (2002), 「交通関係エネルギー要覧 平成 13・14 年度版」, p.16

第Ⅳ章 2

- [1] 内閣府 (2007), 「地球温暖化に関する世論調査」
- [2] 内閣府 (2009), 「平成 20 年度国民生活モニター調査・第 1 部 環境に配慮した日常生活に関する国民の意識・行動調査」
- [3] 農林水産省 (2011), 「平成 22 年度農林水産情報交流ネットワーク事業全国調査 食料・農業・農村及び水産資源の持続的利用に関する意識・意向調査」

第Ⅳ章 3

- [1] 「食料・農業・農村基本計画」 (2010 年 3 月、閣議決定)
- [2] 食と農林漁業の再生実現会議 (2011), 「我が国の食と農林漁業の再生のための基本方針・行動計画」

SUMMARY

Research on the possibility to apply food mileage to the food policy

Tetsuya NAKATA

I The purpose of research, and the review of the existing research

1 The Purpose of Research

In the process of economic growth, due to the changing pattern of Japanese eating habits from rice in principle to some other products such as livestock products and oil and fats, which increased import of the grain for feed or oil seeds greatly.

As a result, the food self-sufficiency ratio of Japan fell greatly. And "the distance between plate and plow" was expanded. In these circumstances consumers have become more concerned about the quality and the safety of food.

Furthermore, the importance of global environmental problems is widely recognized in recent years. Since a lot of food import to Japan has imposed considerable load or impact on the global environment, quantitative analysis of the load is needed.

The objective of this paper is to study on the index of "the total quantity and transportation distance of food (food mileage)" which grasps the quantity and transportation distance of food comprehensively and quantitatively under the above awareness of the issues.

First, after reviewing the existing researches, this paper measures the food mileage of Japan's imported food, and compares with that of foreign countries, which shows how much the long distance transportation of imported food has impose load to the global environment. Then, the "local supply and local consumption (Chisan-Chisho)" is quantitatively evaluated by using a food mileage index, in order to analyze how much the negative impact on the environment will be reduced. And after reviewing consumers' consciousness to the environmental problems and implementing some case

studies of relevant movements utilizing food mileage conducted by a co-op, possibility to apply this concept to Japan's food policies are to be examined.

Term of food mileage is coined by Takashi Shinohara, former Director of Policy Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. (Now he is a member of the House of Representatives, who guided the author in Research Institute.)

2 Reviews of Existing Researches

Food mileage refers to Britain's "food-miles" movement.

When introducing this concept to Japan for the first time, the Policy Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries decided to use the original term of "food mileage", since it was the index multiplying weight and distance.

After the 1990s, a British nongovernmental body called "Sustain" has taken the lead, and food-miles movement has been developed.

Food-miles campaign is a civic movement with an eye on reducing the load on the environment through consuming more food produced in the area concerned, being conscious of the "food miles" which are the indices multiplying weight of food and transportation distance. It is a pioneering effort in the world where attention was paid to the load on the environment caused by transportation of food, and then it is very suggestive and thoughtful for Japan, one of the largest food importers in the world.

About food miles, "Sustain" has released some reports in the 1990s, and also some papers were published by Professor Tim Lang (Professor of the London municipal university) who has taken the theoretical lead in this movement. Then, in several countries including in Britain, food miles movement has spread and this movement connected food to the environmental problems.

On the other hand, some researchers such as in New Zealand pointed out that the concept of food miles was questionable because the impact on the environment in a process of production is not taken into consideration. Also in Japan, there are some arguments about the limitations of food mileage, mainly from a viewpoint of LCA, which has simply treated as a tool for the local supply and consumption (Chisan-Chisho) or the improvement in a self-sufficiency rate.

However, when considering relation by food consumption and its impacts on the environment, a food mileage is not a meaningless index because in various kinds of LCA analysis shows that the environmental impact in a process of transportation has accounted for 10-20% of the total process.

Attention is given to "Food mileage project", based on the "food mileage campaign" which "Daich-wo-mamoru-kai", the door-to-door delivery entrepreneur of an organic food, etc., has carried out since 2005. And then "Seikatsu-Club Consumers' Co-operative Union", "Green Consumers' Co-operative Union" and "The Pal System Consumers Cooperative Union" participated in the campaign. This project was initiated by the four organizations in September 2009. This project involves about 2 million members, who belong to the participating organizations above.

II Food mileage of Japanese imported food

1 Calculation of Food Mileage of Imported Food and Comparison with Foreign Countries

The formula to calculate food mileage is so simple that anyone can do easily, which multiplies quantity and transportation distance of food.

One of the unique characters of the index of food mileage is including the concept of the transportation distance which is not included in the food self-sufficiency ratio.

Transportation distance is strongly related to food security. Moreover, it also becomes a tool which calculates virtually "the distance between plate and plow", one of the biggest consumers' concerns about food safety.

Furthermore, the load on the environment, when the food is transported, can be calculated by multiplying food mileage and a carbon-dioxide-emission coefficient (quantity of the carbon dioxide emitted when 1 ton of cargo is transported 1 km).

The Policy Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries calculated the food mileage of the imported food of six countries; Japan, Korea, the United States, Britain, France and Germany in 2001 (calendar year).

The calculation formula of food mileage is as follows:

$$\left(\begin{array}{l} \text{Food mileage} = \sum \sum (Q_{j, k} \times D_j) \\ \text{Notes;} \\ Q_{j, k} = \text{the quantity of import of the food } k \text{ from export country } j \\ D_j = \text{transportation distance from export country } j \end{array} \right)$$

The data used for calculation of the quantity of import are the Ministry of Finance "foreign trade statistics" about Japan, and the database of the American private corporation were used for calculation of foreign countries.

Scope of "food" is defined based on a HS4 basis of the item table of HS treaty (International Convention on the Harmonized Commodity Description and Coding System), which is generally used by foreign trade statistics.

Grain for feed, such as corn, and oil seeds (pressed in Japan and consumed as oil), such as a soybean, are included in the food.

Transportation distance was calculated on the assumption that it is conveyed by vessels, except for the case of import from the country and area in the same continent, and being transported from the main ports of an exporting country to the port near the capital of an importing country.

As a result of calculation, the quantity of food import of Japan in 2001 is about 58 million tons on the whole, and the total amount of food mileage became about 900 billion t-km.

On the other hand, the food mileage of Korea and the United States has showed around 300 billion t-km, the level of a little more than 30 percent of Japan. The food mileages of West European countries are still smaller, and are only a level of about 10-20 percent of Japan. Moreover, grain such as corn, and oil seeds such as a soybean, account for more than 70 percent of food mileage of Japan by item.

As for per capita food mileage, Korea is a level of about 90 percent of Japan, since population is about 40 percent of Japan. On the other hand, U.S. per capita food mileage is only a level of about 10 percent of Japan, because its population is about 2.2 times as many as Japan.

When food mileage is divided into the total volume of import and average

transportation distance, while volume of each Western country except France is 70 - 80 percent of Japan, average transportation distance is as low as 20 - 40 percent of Japan. The feature of food import of Japan is characterized as long distance of transportation rather than large quantity.

The carbon-dioxide emissions caused by Japan's food import were calculated 17 million tons by multiplying the food mileage of imported food and a carbon-dioxide-emission coefficient. This amount is equivalent to the level close to twice of the amount of the domestic food transportation.

Although the actual amount of emission could differ with the size of a vessel or a track, speed, loading rates, etc., the fact was recognized that Japan's food import imposes considerable impacts on the environment due to transportation (large volume and long-distance).

2 The latest situation and long-term trend of food mileage of imported food

The result of calculation of Japan's food mileage in 2010, using the same calculation formula and data source, showed 866,900 million t-km, and decreased by 3.7% from 2001.

Looking into the quantity of import and average transport distance, the quantity decreased by 4.0% and average distance increased by 0.3%. It is presumed that the reduction in the volume of import is reflected by soaring international food price in recent years, and import value has increased conversely.

As compared with 2001, decrease in food mileage from the U.S. is the biggest in 2010, and that from both Brazil and Argentina increased. By item, the contribution to the reduction in oilseeds is the largest, especially, the volume of soybean import from the U.S. greatly decreased. This is presumed that import of soybean from the U.S. to newly emerging countries such as China increased drastically. On the other hand, import of soybean meal from India and China to Japan has increased.

Moreover, the exporting countries of meat to Japan have changed due to livestock infectious diseases and increasing ethanol import from Brazil.

It is thought that change of the food supply-demand structure in the world, such as

rapid increase in demand in the newly emerging countries etc., serves as a background to such change in the latest food mileage of Japan.

Next, if reviewing the long-term trend of the main imported products (wheat, corn, soybean and rapeseed), the volume of these import increased sharply to 27,460,000 t (4.8 times) in 2010 from 5,710,000 t in 1960 just after the postwar confusion. By commodity, the contribution of the corn is the largest and mostly for feed. By exporting country, the U.S. contribution accounted for 79%. Furthermore average transportation distance is continuously extended, which means Japan imports more food from countries further away from it.

III Evaluation of effectiveness of “the local supply and local consumption (Chisan-Chisho)” using food mileage index

1 School Lunch

In recent years, efforts of “the local supply and local consumption (Chisan-Chisho)” are observed in many areas.

Although these efforts are regarded as movements for obtaining security for food by shortening “the distance between plate and plow”, quantitative analysis of the effect is rarely conducted.

Moreover, in school education, from a viewpoint of fostering “the power of living” and promoting education for health, instruction on food is strengthened in school lunch etc. and the notion of “the local supply and local consumption (Chisan-Chisho)” is also taken up more often in this occasion in recent years.

Niiza city, located 20 km away from center-of-Tokyo, is a typical bedroom suburb in the southwest part of Saitama Prefecture, with a population of about 150,000. The food mileage of the school lunch of the Dai-2 junior high school of Niiza city was calculated, using the data in May 2004 (for 17 days) of the volume and distance from the place of production. As a result, food mileage was calculated about 3,001 t·km.

By item meat is the largest as 1,100 t·km, and the next is a potato and starch (431 t·km), and the pork from Miyazaki and the chicken from Iwate are large in domestic products, and among imported food bacon from Denmark is large.

As for rice, locally grown rice is exclusively used and food mileage is calculated 6 t·km in this school.

Next, in order to measure the effect of “the local supply and local consumption (Chisan-Chisho)” concretely, under the condition that foods were supplied in the free market (supply along with the composition rate classified by place of production of the rice which is actually circulating), food mileage was calculated 133 t·km, and these efforts reduced the food mileage to a little less than 5%.

2 Food Education

In the "food and agriculture experience cram school" in Misum-cho, Uki city, Kumamoto Prefecture, from the viewpoint of food education (Shokuiku), a work-study program is conducted to make bread, pizza, etc. using the locally harvested flour.

The total volume of the flour used in this cram school is about 700 kg in a year, the transportation distance of the locally harvested wheat is 110 km, and food mileage is calculated 83 t·km. If the wheat is imported, the transportation distance would be about 11,300 km and 103 times, and food mileage will be about 11,400 t·km and 130 times. When using the locally harvested flour, the quantity of the carbon dioxide emitted by transportation is 16 kg, and when using imported wheat it is estimated at 162 kg and 10.2 times.

Although these activities are taken place in various places, this work-study program conducted in this cram school is unique and precious for making people more conscious about relation between eating habits and the global environment issues.

3 Traditional Vegetables

In recent years, many activities to revitalize and disseminate traditional vegetables are seen in various areas. These efforts are regarded as typical activities of “the local supply and local consumption (Chisan-Chisho)” connected with the history and gastronomic culture of the area.

In this section, food mileage was calculated based on the menu. The menu named "Neo Japanese-style food (Neo-Washoku)" by a food coordinator Ms. Takako Tsuguma

consists of "the Noto-pork rolled by vegetables", "the well boiled Gensuke Japanese radish", "the miso soup of shiitake mushroom and garland chrysanthemum", and "the rice boiled with Seri". And all the food materials are produced in Ishikawa Prefecture, such as Kaga vegetables (traditional vegetables around Kanazawa city). The food mileage of this whole menu is calculated by multiplying the quantity used by item and the transportation distance from a place of production for every food material.

Result of the calculation shows that food mileage became 16.9 kg-km and the quantity of the carbon dioxide emitted by transportation were measured 3.0 g (case 1).

Next, about the same menu, the food mileage and the carbon-dioxide emissions of the case2 (it is assumed that domestic foods are chosen not only in the product from local but in a free market in Japan) and case3 (it is assumed that imported materials are used if their self-sufficiency rates are not more than 70%) were calculated. Results of the case 2 and 3 show 230 kg-km and 41 g, and 4,330 kg-km and 133 g respectively. Carbon-dioxide emissions in the cases 1 (Chisan-Chisho) is 1/14 of the case 2 (the foods from the outside of the prefecture are used), and is 1/44 of the case 3 (imports are used).

IV Discussion

Although food mileage is a clear and informative index, there are following limitations raised by various kinds of researches.

One is that a carbon-dioxide-emission coefficient largely differs depending on a means of transportation. According to the data of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, the carbon-dioxide-emission coefficient of the track, responsible for most of the food transportation in Japan, is about eight times as high as railroad. Therefore in order to reduce the load to the environment caused by transportation, it is more effective to depend more on transport having smaller impact on the environment (modal shift) than eating local foods.

Another point is that food mileage is the index focusing on the transportation. Carbon dioxide is emitted in the whole life cycle of food, from production, processing, packing, consumption to disposal. In other words, if the food is locally produced in a heated green house, or using much chemical fertilizer and agricultural chemicals, the whole load to

the environment could be larger than the food produced extensively overseas and imported by ship.

Although certain limitations and problems are pointed out, by learning on the concept of food mileage, people can recognize the fact that their daily eating habits are closely connected to the global environment problems. And if this concept leads to action for eating more seasonal food (Shunsan-Shunsho), and for minimizing food wastes, we can make eating habits less impact on the environment as a whole.

Since supply and demand for food in the world is becoming unstable, it is necessary to work on the policy for the stable food supply. Food mileage is expected to be one of the useful tools for establishing the food policy based on the consensus of the people.

初出一覧

初出論文等は以下のとおりである。なお、取りまとめに当たり、適宜、重複する部分の整理、記述の追加・補足等を行っている。

第Ⅰ章 1, 2

「フード・マイレージ—あなたの食が地球を変える」, 2007.9, 日本評論社

第Ⅰ章 3, 4 書き下ろし

第Ⅱ章 1

「食料の総輸入量・距離（フード・マイレージ）とその環境に及ぼす負荷に関する考察」, 『農林水産政策研究』 No.5, 2003, pp. 45-69

第Ⅱ章 2

「日本の輸入食料のフード・マイレージの変化とその背景—フード・マイレージからみた食料輸入構造の変化に関する考察—」, 『フードシステム研究』第 18 巻 3 号, 2011, pp.287-290

第Ⅲ章 1

「「フード・マイレージ」を用いた地産地消の効果計測の試み—学校給食の事例から—」, 『フードシステム研究』第 12 巻 1 号, 2005, pp. 2-10

第Ⅲ章 2

「フード・マイレージ—あなたの食が地球を変える」, 2007.9, 日本評論社

第Ⅲ章 3

「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—伝統野菜等を用いた献立を事例として—」, 『フードシステム研究』第 17 巻 3 号, 2010, pp. 250-253

第Ⅳ章 書き下ろし