

平成 26 年度 修士論文

地域の地産地消政策を実現する
輸送システムに関する基礎的研究
～新潟県佐渡市を事例として～

**Fundamental Research On Delivery System
Implementing A Local Production For Local Consumption Policy
—In The Case Of Sado-City, Niigata —**

首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 観光科学域

12842403 大島光洋

指導教員 清水哲夫

地域の地産地消政策を実現する輸送システムに関する基礎的研究

～新潟県佐渡市を事例として～

昨今、学校給食や病院給食を通じた食育や、地の食材を使った観光客向けの食事提供を通じた地域観光の魅力向上を目的とした農産物の地産地消が各地で取り組まれている。その一例として、本研究が対象とする佐渡市では、行政が中心となって地域の農作物を集荷して学校給食センターに輸送する庭先集荷事業が行われており、規格外産品を廃棄せずに活用できる長所があるものの、その広範な展開は困難であると言わざるを得ない。地域で地産地消を広範に展開するためには、地域の多様な生産者からの生産物情報と、ホスピタリティ産業や一般家庭等の消費者の需要情報を的確にマッチングすることが求められるが、現時点ではそれを技術的に支援する仕組みが欠如している。

現在佐渡市において、地産地消を推進するための ICT ベースの需給マッチングシステムの開発が進められており、島内に広範に分布する生産者と消費者を巻き込んだ地産地消政策の展開が視野に入っている。しかしこのときに必要となるのが、季節ごとに異なる多様な農産物を取り扱い、多数の生産者と消費者の組み合わせの輸送に対応する輸送システムを導入することである。また、地産地消政策の進展により、将来的には一般家庭が生産に参画したり、生産者が生産物を需要に応じて臨機応変に変化させたりする可能性があり、このような需給パターンの変化に対応するために中長期的視野に立った輸送システムの仕様を考えておく必要がある

したがって、本研究の目的は、作物・地区ごとの地産地消割合を向上させるための、既存の地域内輸送システム（宅配便、路線バス）、また青果物輸送専用システムの輸送状況に応じた最適利用を提案することである。品目・地区ごとの輸送割合を最適にするために、総輸送コストを最小にした場合の供給限界、各地域への配分量を、そして生産者の総収益を線形計画法の計算手法を用いて求めていく。

分析プロセスとして、①地域内を 5 つの地区（ゾーン）に区分けし、各地区内・間の生産地と消費地（施設）の距離、各輸送システムの輸送単価、輸送作物種類、そして品目・地区ごとの需要量を設定する基本データ整備、②入手、成形したデータを用いて線形計画法に倣って、総輸送コスト最小化分析の実行、③鮮度変化による価格下落関数の設定と品目ごとの生産コスト関数の設定、そして品目ごとの輸送コスト最小値をもとに、総収益最大化分析の実行という順序で分析を進めた。

本研究では、佐渡市の季節野菜として、ほうれん草（春）、トマト（夏）、長ネギ（秋）、白菜（冬）を対象に、相川、佐和田、小木、金井、両津の 5 地区での教育施設、医療施設、宿泊施設、一般住民を需要対象とした生産・輸送を分析することとした。佐渡市役所や行政による公開データを加工して需要量を設定した。

次に、総輸送コスト分析では、地区内生産野菜は、地区内の需要者に優先的に運ぶゾーン内輸送と、生産余剰分と需要不足分のマッチングをゾーン間で行うゾーン間輸送を各々最小化分析し、総輸送コストを求めた。その結果、収穫量をすべて出荷量とみなした場合、全品目で地産地消割合を 100%にする結果になり、当該地域の地産地消割合の向上可能性があることがわかった。

そして、総収益分析では、作物の鮮度変化関数をもとに構築した指数関数型の価格下落関数を与え、また単位面積あたりの需要量に対する生産費を固定費と変動費の 1 次関数型の生産コスト関数で与えた。その結果、単位重量当たりでは、白菜の収益性も小さいが、ほうれん草の収益性が高かった。トマトは単価が高いが、生産コストが大きいためそこまで大きな収益をもたらすことができなかったと考える。ほうれん草はその逆であり、安定した収益性をもたらせると考える。また、地区別では、単位作付面積当たりでは、佐和田地区の収益性が大きく、相川地区の収益が小さかった。これは、生産者による作物供給量と、消費者による需要量の差が他の地区よりも小さいため、この結果になったと考える。さらに、公共系・ホスピタリティ系施設の地区内自給自足は高い結果であったが、一般住民にまでは供給量が追いつかない地区が多かった。このことから、集約型農業構造によるほうれん草のような収益性の高い作物を地区住民が生産者側に立つことが望ましいと言える。

これまでの結果を踏まえて、空間的な広がりを想定した輸送システムの提案を、鮮度変化と輸送単価変化の 2 パターンの状況で考察する。まず、輸送距離の拡大に応じて、鮮度変化率が一次関数型に変化することで、①白菜はすべてバス輸送、②長ネギは 15.8km、ほうれん草は 22.2km、トマトは 33.5km 圏内ならばバス輸送を、圏外ならば宅配便か専用システムの利用を提案する。次に、1 日の輸送限界を考慮した状況で考察すると、①宅配便は 5 個/2kg 以下の作物を 10km 以上の輸送可能性が大きく、②専用システムは 5 個/2kg 以上の作物を 10km 圏内の輸送可能性が大きい。以上をまとめると、①バスは全ての作物の近・中距離圏内輸送に、②宅配便は遠距離少量輸送に、③専用システムは近距離大量輸送に最適であることがわかった。

Fundamental Research On Delivery System Implementing A Local Production For Local Consumption Policy —In The Case Of Sado-City, Niigata —

In recent years, food education and through the school lunch and hospital food, those of agricultural products for the purpose of charm improvement of regional tourism through the meal provided for tourists using the land of food is local production local consumption are addressed in various locations. As an example, in the Sado that the present study is intended, government becomes the center has been conducted garden collection business to transport to school lunch center to pick up the crops of the region, without discarding the non-standard products although there are advantages that can take advantage of, say and its wide range of deployment is difficult. To expand the local production and consumption widely in area, the product information from a variety of producers of the region, it is required to accurately match the demand information consumer, such as the hospitality industry and households, at present there is a lack of a mechanism to support it technically.

In the current Sado, local production for local and is advanced development of ICT-based supply and demand matching system to promote consumption and widely deployed of producers and local production for local consumption policies involving consumer distributed on the island is in the field of view has entered. However, this is becoming necessary when the handle a variety of agricultural products for different seasons, it is to introduce the transport system corresponding to the transport of the combination of consumers and many producers. In addition, the development of local production for local consumption policy, there is a possibility that the general home or participate in production in the future, is the producer or to change flexibly according the product in demand, such supply and demand patterns it is necessary to consider the specifications of the transport system, which stood in the medium- and long-term view in order to respond to changes

Therefore, the purpose of this study, in order to improve the local production for local consumption rate of each crop-district, the existing area transportation system (courier service, bus), also optimal use in accordance with the transport situation of fruit and vegetables transport dedicated system and is to propose. In order to optimize the transport rate of each item-district supply limit in the case where the total transportation costs to a minimum, the allocation amount for each region, and the total revenue producers using the calculation method of the linear programming will seek.

As an analytical process, ① sectioned in the area into five districts (zone), the

distance of the consumption areas (facilities) and the production area between the - each district, transportation unit price, transport crops each type of transport system and item-district, basic data maintenance to set the demand of each, ② available, so as to follow in the molded data using linear programming, execution of the total transport cost minimization analysis, production of each setting and the item discounts function by ③ freshness change setting of the cost function, and on the basis of the transport cost minimum value of each item, and proceeded to analysis in the order of execution of the total revenue maximization analysis.

In this study, as Sado seasonal vegetables, spinach (spring), tomato (summer), onions (autumn), to target the Chinese cabbage (winter), Aikawa, Sawada, Ogi, Kanai, and education facilities in five districts of Ryotsu, medical facilities, accommodation, the general population it was decided to analyze the production and transport was demand subject. You set the amount of demand by processing the data published by Sado city hall and government.

Next, in the total transportation cost analysis, the district in the production vegetables, minimum and zones within the transport carrying preferentially to consumers in the district, the zone between the transport to perform the matching of production surplus and demand shortfall between zones each the analyzed of, to determine the total transportation cost. As a result, when it is regarded as all yield shipments, which results in that the local production and consumption rate of 100% in all materials, it was found that there is increased potential for local production and consumption rate in the region.

Then, in total revenue analysis, given the price decline function of exponential type was constructed based on the freshness change function of the crop, also fixed and variable costs of production costs for the demand per unit area and the primary function type of I was given by the production cost function. As a result, the per unit weight, but Chinese cabbage profitability is also small, profitability of spinach was high. Tomato has a high price, it is considered to have been unable to provide significant revenue far for production cost is large. Spinach is a vice versa, I think stable profitability. Also, in another district, in the per unit acreage, profitability of Sawada district is large, was small revenue of Aikawa district. This is, I think and crop supply amount of the producers, because the difference between the demand by the consumer is smaller than the other district, and became this result. In addition, public system, but district within the self-sufficiency of hospitality-based facility was high result, until the general population the amount of supply there were many districts that do not keep up. Therefore, profitable crops district residents such as spinach by intensive agricultural

structure it can be said that it is desirable to stand in the production side.

Based on previous results, the proposed transport system that assumes spatial spread, are discussed in the context of two patterns freshness changes and transport unit price changes. First, depending on the expansion of the transport distance, by freshness rate of change is to change the primary function type, all ① Chinese cabbage bus transport, ② onions is 15.8km, spinach 22.2km, tomatoes bus transportation if 33.5km distance a, we propose the use of courier or dedicated system if out of range. Then, 10km Considering in the situation that takes into account the transport limit of the 1st, ① courier five / 2kg or less of the 10km or more of a large transport potential crop, ② dedicated system is a five / 2kg or more of the crop large transport potential of distance. To summarize the above, ① bus to the near-medium-range distance transport of all crops, ② courier to long distance transport small amount, ③ dedicated system was found to be optimal in the short-distance mass transit.

目次

| | | |
|-------|------------------------------|----|
| 1 章 | 序論 | 1 |
| 1.1 | 研究の背景 | 1 |
| 1.2 | 既存研究 | 1 |
| 1.3 | 研究目的 | 4 |
| 2 章 | 佐渡市における地産地消政策 | 5 |
| 2.1 | 佐渡市における地産地消政策 | 5 |
| 2.1.1 | 公共施設（教育施設・医療施設） | 7 |
| 2.1.2 | ホスピタリティ施設（宿泊施設） | 8 |
| 2.1.3 | 一般住民 | 9 |
| 2.2 | 佐渡市における輸送システムの展開 | 11 |
| 2.2.1 | 宅配便（ヤマト運輸） | 11 |
| 2.2.2 | 路線バス（新潟交通佐渡） | 12 |
| 2.2.3 | 庭先集荷事業 | 13 |
| 2.4 | 地産地消推進するための輸送システムイメージ | 14 |
| 3 章 | 輸送システムの総収益最大化分析 | 16 |
| 3.1 | 線形計画法と分析手順 | 16 |
| 3.1.1 | 線形計画法 | 16 |
| 3.1.2 | 分析手順 | 16 |
| 3.2 | 基本データセットの設定 | 18 |
| 3.2.1 | ゾーン内・間の施設重心と輸送距離の設定 | 18 |
| 3.2.2 | 輸送システムの輸送単価設定 | 20 |
| 3.2.3 | 輸送作物の設定 | 21 |
| 3.2.4 | 地域内施設の需要量設定 | 21 |
| 3.3 | 総輸送コスト最小化分析 | 25 |
| 3.3.1 | 輸送量マトリックス作成のための条件式の設定 | 25 |
| 3.3.2 | ゾーン内輸送コスト最小化分析 | 27 |
| 3.3.3 | ゾーン間輸送コスト最小化分析 | 28 |
| 3.3.4 | 総輸送コスト最小化分析結果及び地域・品目ごとの輸送量設定 | 30 |
| 3.4 | 総収益最大化分析 | 36 |
| 3.4.1 | 総収益最大化の設定 | 36 |
| 3.4.2 | 鮮度変化による価格下落関数を用いた売上高の算出 | 37 |

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 3.4.3 | 生産コスト関数を用いた総生産コストの算出 | 42 |
| 3.4.4 | 総収益最大化算出 | 43 |
| 3.5 | 状況に応じた最適な輸送システム提案 | 46 |
| 3.5.1 | 鮮度劣化を考慮に入れた輸送システム提案 | 46 |
| 3.5.2 | 輸送単価と輸送限界を考慮に入れた輸送システム提案 | 47 |
| 3.5.3 | 輸送システムのまとめ | 49 |
| 4 章 | 結論 | 50 |
| 4.1 | 結論 | 50 |
| 4.2 | 今後の課題 | 52 |
| | 参考文献 | 53 |

付録

- ・資料
- ・謝辞

図表一覧

| | |
|--|----|
| 図 2.1 土地利用および農地分布、年類別作付面積(野菜) | 5 |
| 図 2.2 システム開発チームのフライヤー | 6 |
| 図 2.3 学校給食施設佐渡産使用割合(H23 年度) | 7 |
| 図 2.4 保育園給食施設別佐渡産使用割合 | 7 |
| 図 2.5 施設別佐渡産使用割合の推移 | 8 |
| 図 2.6 佐渡産の食材利用意識 | 9 |
| 図 2.7 食材購入機会 | 10 |
| 図 2.8 直売所を利用する理由 | 10 |
| 表 2.1 各営業所からの輸送 | 11 |
| 図 2.9 調査対象区間の年齢構成(2013 年 9 月 3 日調査時) | 12 |
| 図 2.10 ルート別乗客の年齢構造 | 13 |
| 図 2.11 地産地消推進のための基本シナリオイメージ | 14 |
| 図 2.12 地産地消実現輸送システムの参加者拡大イメージ | 15 |
| 図 3.1 分析フロー図 | 17 |
| 図 3.2 佐渡島と佐渡島内ゾーン簡易区分図 | 18 |
| 図 3.2 佐渡島と佐渡島内ゾーン簡易区分図 | 19 |
| 表 3.1 ゾーン内施設重心と輸送距離(km) | 19 |
| 表 3.2 ゾーン内施設重心と輸送距離(km) | 20 |
| 表 3.3 佐渡市における季節の代表作物と収穫・消費量 | 21 |
| 図 3.4 施設の地区別需要量設定フロー図 | 22 |
| 表 3.4 教育施設の地区別需要量(kg) | 22 |
| 表 3.5 医療施設の地区別需要量(kg) | 23 |
| 表 3.6 宿泊施設の地区別需要量(kg) | 23 |
| 表 3.7 一般利用者の地区別需要量(t) | 24 |
| 図 3.5 地区別品目需要量(t) | 24 |
| 図 3.6 輸送量配分のイメージ図 | 25 |
| 図 3.7 ゾーン内/間輸送イメージ | 25 |
| 表 3.8 輸送量マトリックス | 26 |
| 図 3.8 ゾーン内輸送量マトリックスの例(両津地区内のほうれん草輸送) | 27 |
| 表 3.9 宅配便利用の品目ごとのゾーン内輸送コスト(円) | 28 |
| 図 3.9 Excel2010 のソルバーのパラメータ設定 | 29 |
| 図 3.10 ゾーン間輸送量マトリックス例(両津地区のほうれん草輸送) | 29 |
| 表 3.10 宅配便利用の品目ごとのゾーン間輸送コスト(円) | 30 |
| 表 3.11 宅配便を利用の地区・品目ごとの総輸送コスト(円) | 30 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 表 3.12 宅配便利用の品目ごとの輸送コスト(円) | 30 |
| 図 3.11 ほうれん草の地産地消構造(t) | 31 |
| 図 3.12 ほうれん草の地区内外産の使用(t) | 31 |
| 図 3.13 トマトの地産地消構造(t) | 32 |
| 図 3.14 トマトの地区内外産の使用(t) | 33 |
| 図 3.15 長ネギの地産地消構造(t) | 33 |
| 図 3.16 長ネギの地区内外産の使用(t) | 34 |
| 図 3.17 白菜の地産地消構造(t) | 34 |
| 図 3.18 白菜の地区内外産の使用(t) | 35 |
| 表 3.13 品目・輸送手段ごとの総輸送コスト | 35 |
| 図 3.19 指数関数型鮮度劣化曲線 | 37 |
| 表 3.14 品目ごとの最適貯蔵条件一覧表 | 38 |
| 表 3.15 品目ごとの鮮度関数と鮮度状態、日数 | 38 |
| 図 3.20 品目ごとの鮮度変化 | 39 |
| 表 3.16 品目ごとの初期値と各速度定数 | 40 |
| 図 3.21 鮮度劣化速度定数と価格下落速度定数の関係 | 40 |
| 図 3.22 品目ごとの価格変化 | 41 |
| 図 3.23 1日当たりの品目ごとの価格変化 | 41 |
| 表 3.17 1日当たりの品目ごとの価格下落率 | 42 |
| 表 3.18 価格下落関数を利用した売上高(千円) | 42 |
| 図 3.24 価格下落関数を利用した売上高(千円) | 42 |
| 表 3.19 品目ごとの生産コスト関数 | 43 |
| 表 3.20 品目ごとの売上高と生産コスト(千円) | 44 |
| 表 3.21 宅配便の輸送コストと総収益【千円】 | 45 |
| 図 3.25 宅配便の品目ごとの総収益(千円) | 45 |
| 図 3.26 宅配便の品目ごとの総収益(千円) | 46 |
| 図 3.27 高速度のときの鮮度劣化落差 | 47 |
| 図 3.28 高速度のときの鮮度劣化落差 | 48 |
| 図 3.29 出荷箱と輸送距離分布(10個×10km) | 48 |
| 図 4.1 供給限界と配分量 | 50 |
| 図 4.2 品目ごとの総収益値 | 51 |

1 章 序論

1.1 研究の背景

昨今、学校給食や病院給食を通じた食育や、地の食材を使った観光客向けの食事提供を通じた地域観光の魅力向上を目的とした農産物の地産地消が各地で取り組まれている。しかし、農林水産省の「食品流通段階別価格形成調査・青果物経費調査(H24 年度)」では、集出荷経費(青果物 100kg 当たり)が総流通経費の 37.0%を占めており、生産者の受取収入は全体の 68.1%に対して、大きい割合を占めている。地産地消を促進し、持続可能な展開を考える上で、集出荷に係る経費を抑え、生産者の受取収入を大きくする発想が必要であり、本研究では、地域の持続可能な地産地消政策を実現するために集出荷に係る輸送システムの在り方について研究を行う。

1.2 既存研究

本研究では、地産地消を推進するための最適な輸送システムに関する研究には、生産コストや輸送コストなどの費用分析を行うことで、複数ある輸送手段の適用条件を明らかにする方針である。

地産地消に関わる費用分析の一つとして、柴崎ら(2004)は、大学生協京都事業連合会を事例に、地産地消を導入することによる輸送燃焼消費量の変化や価格の変化、そして飲食店の地産地消導入による業務の変化を AHP(階層化意思決定法)により分析をした。その結果、地産地消の取り組みは、食材の仕入れ価格を安く抑えられるという利点を生みつつも、条件をクリアしない限り輸送燃料消費量は減少せず、業務等の負担も増加する課題が残されているため、地産地消が普及しづらいことが明らかになった。改善するためには、生産者構成を、個人農家から生産者グループへ変更することが必要な可能性があると指摘している。このことから、地の青果物に対する輸送燃料費のような輸送コストや、それ以外にも集出荷経費等、生産者から消費者へ輸送するまでにさまざまな流通コストが発生することが地産地所の弊害の一つになりえると考えられる。

こうした青果物物流システムについては、集出荷コストを抑え、なおかつ環

環境負荷を小さくする研究もあり、尾崎(2000)は、環境負荷の低くかつ低コストの青果物物流システムの実現のために、作業効率化を目的とした調査・分析を実施している。特に流通マージンに着目してレタス、だいこん、ぶとう、にんじんの集出荷にかかる時間とコストを算出し、「通いコンテナ」という反復利用が可能なコンテナが青果物流通の効率化に寄与することを明らかにし、その展開条件を提案した。総費用を最小化し、生産者の受取収入の最大化を目標するとともに、作業時間の最小化・環境負荷の最小化まで分析項目に入れることは、小規模農家による小口輸送ではあまり効果がなく、原則大規模農家による輸送システムが想定される。それでも、地産地消を進めるためには、総輸送コストの最小化を設定するとともに、総収益の最大化を考慮する必要がある。その過程で、流通マージンのみならず、青果物の鮮度を維持する保存・保冷費も抑えることも検討する必要がある。河元ら(2006)は、水産物の鮮度劣化、とりわけK値という魚類の鮮度を数値化する指標に着目し、K値による水産物の輸送時間の短縮効果を定量的に評価した。この評価によって、輸送機関の運賃と鮮度劣化の関係を分析し、最適な水産物輸送を提案している。このように、鮮度と価格が相関関係にあるという前提のもと計算を進めていくことで、総収益値に起因する変数であると言える。

以上より、地産地消を進める上で最適な輸送システムを提案するために、総輸送費用の最小化と、鮮度劣化を踏まえた青果物の維持・保冷費の最小化を算定し、総収益最大化を目的関数とした分析を通して、状況最適の輸送手段を選択する意思決定材料を設定する。

そして、青果物の輸送手段について、本研究では、新規の交通手段の出現を想定するのではなく、さらなる利用状況の向上を図るために既存の輸送手段の適用を考えた。公共交通の物流分野への進出については、徳永ら(1994、1994、1996)が、北海道と岩手県で当時運行していた宅配バスについて、その事業成立の可能性と持続性を調査・分析してきた。その成立モデルを構築し、さらにそのサービス向上のためにサブセンターの出店検討をすべきとして、そのモデル構築から自社トラックを用いる場合よりコストが小さくなることを示した。しかし、ここで扱っているバスは運行距離が40kmから113kmの長距離バスを対象にモデル構築を行っているため、本研究の対象地である佐渡市の路線バ

スにはそのままモデルを当てはめることは難しい。一方で、浜田ら(2003)は地下鉄を利用した物流システムの可能性を1日あたりのサービスレベルで評価しており、集配作業における車両駐車時間を考慮すると、都心部の交通流の円滑化は大きいという示唆を得た。しかし、既存インフラの利用にあたっては、一定以上の輸送量の確保が必要であることを指摘している。本研究において、総輸送費用を算出する際に、対象地区がICTによる需給のマッチング技術の利用に努めていることに鑑み、需給マッチングができていない状態を仮想的に想定し、ゾーン内で生産された作物は、優先的にゾーン内の消費者に配送することを考え、地産地消を理想状態で推進するための条件設定を行う。

また、公共交通だけでなく、既存の宅配便システムも活用することを検討しており、特に青果物の集出荷輸送については、古池ら(1989)がAIDA(Analysis of Interconnected Decision Areas)という複雑な計画問題の意思決定手法を用いてトラックのルート選択最適解を求めた。この最適解は、コスト最小化を目的にルート選択のプログラムをかけ、旬ごとのにルート変化するコストと、年間を通じたルート使用コストはそれほど大きなコスト変動が起きないことを明らかにした。したがって、季節ごとの旬の作物を扱う場合、取扱配送量は他の季節よりも多く、総収益も大きくなるが、輸送コストは通年で一律であるとみなしてよいと言える。

さらに、宅配便のような貨物混載車ではなく、青果物専用車を参加者が共同で配送することも多く、盛田ら(2004)は、北海道の網走地方における小ロット輸送の高コスト化が農家や消費者の産地直送参加を消極的にしていることを指摘した上で、産地直送農家の意識構造から物流の共同化輸送の可能性を明らかにした研究もある。共同化への参加意識構造より、参加に積極的な農家は年間出荷数が少なく、1回あたりのコストを減らしたいと考えている層であり、実施の条件としてシステムの信頼性で、特に運営体制と自宅まで取りに来る条件を重要視していることが明らかになった。

以上のより、これまで地産地消を促進するために集出荷費用に直接に係る輸送手段と、生産者の受取収入や地産青果物に対する消費者の購買意欲等の総収益に注目した試算が、今後地産地消政策を実現するにあたり、一つの意思決定素材になると考える。

1.3 研究目的

本研究の目的は、集出荷に係るコスト、とりわけ輸送コストを小さくし、生産者収益を向上する総収益最大化をとることで、作物・地区ごとに持続可能な地産地消状況を確立するために、既存の地域内輸送システム（宅配便、路線バス）、また青果物輸送専用システムの輸送状況に応じた最適利用を提案することである。その際、以下の3点を明らかにすることである。

- ①総輸送コストを最小にした場合の供給限界、各地域への配分量を明らかにすること。
- ②生産者の総収益を線形計画法の計算手法を用いて求めていくこと。
- ③①②を用いて、3種類の輸送手段の最適な利用状況を提案すること。

2 章 佐渡市における地産地消政策

2.1 佐渡市における地産地消の課題と政策

佐渡市地産地消推進計画(平成 22 年 3 月)によると、島内の地産地消を促進させるために、6 つの基本方針を定めた。それは、①消費者ニーズに対応した農林水産物の生産振興、②生産者と消費者を結ぶ交流並びに啓発促進、③店舗・直売所等における佐渡産農林水産物の利用促進、④学校・福祉施設等における佐渡産農林水産物の利用促進、⑤6 次産業による地場産業の推進、⑥食育の推進と伝統料理の継承を上げている。佐渡産野菜の島内市場流通率が 6% (平成 20 年度) と低く、平成 26 年度までに 12%を目標値に定めている。

しかし、図 2.1 より、佐渡市における農地の偏りが顕著で、特に南西部に偏っていることがわかる。そのため、そもそも島内に主要な野菜生産地がほとんどないことに加えて、とりわけ居住地区産の野菜へのアクセスがしやすい地区としづらい地区に大きな差が生じていること、栽培者の減少や高齢化、そして自家消費を前提とした少量多品目生産が中心となっていることが要因として地産地消割合が低いとされる。

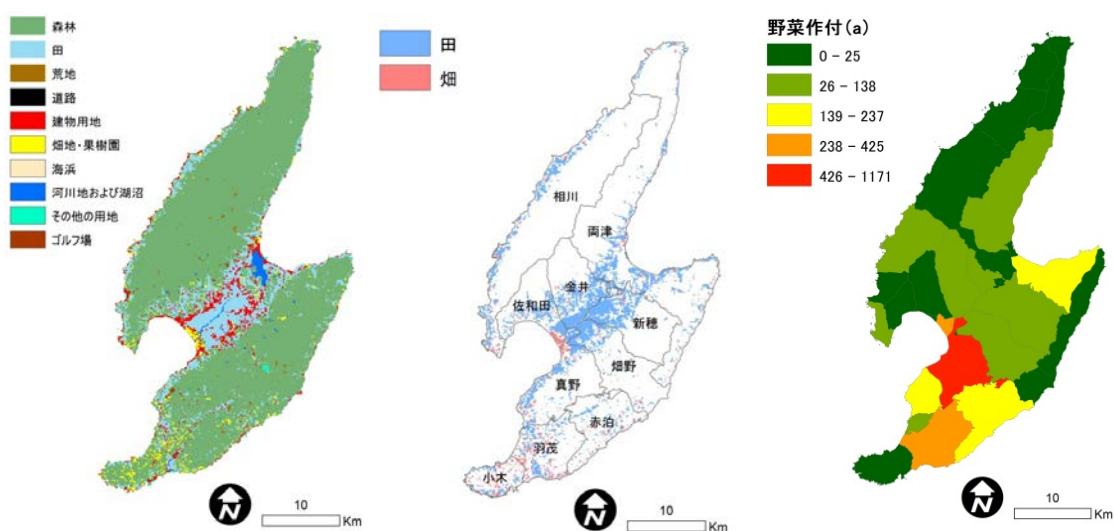


図 2.1 土地利用および農地分布、年類別作付面積(野菜)

2.1.1 公共施設(教育施設・医療施設)

佐渡市地産地消促進 HP によると、佐渡産野菜の島内産使用率が平成 20 年度の実績で 16.6%であり、平成 26 年度に 20%を目標値としている。各施設の佐渡産使用割合を図 2.3~2.5 に示す。

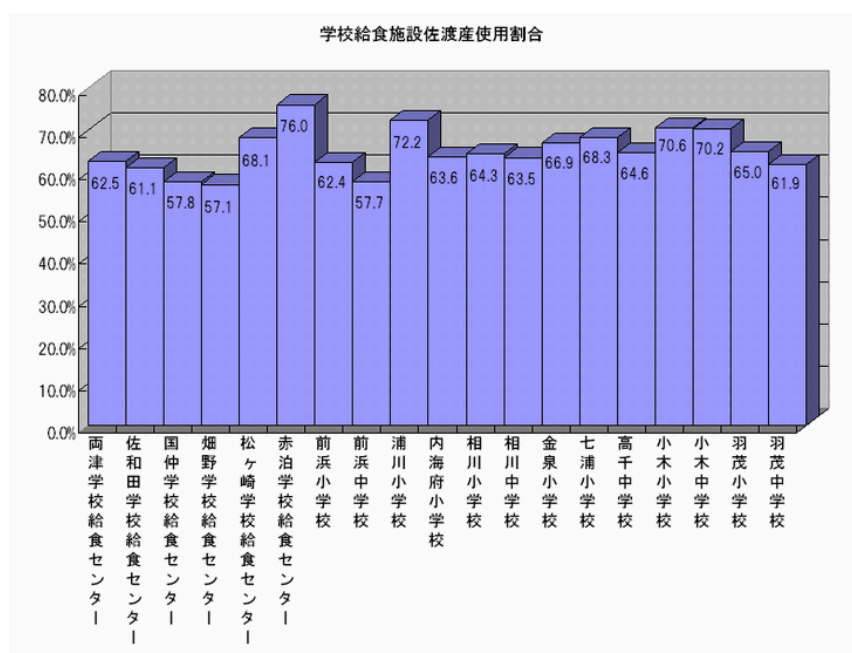


図 2.3 学校給食施設別佐渡産使用割合(H23 年度)

出典：佐渡市地産地消推進 HP「新鮮！安心！佐渡の物を食べよう」

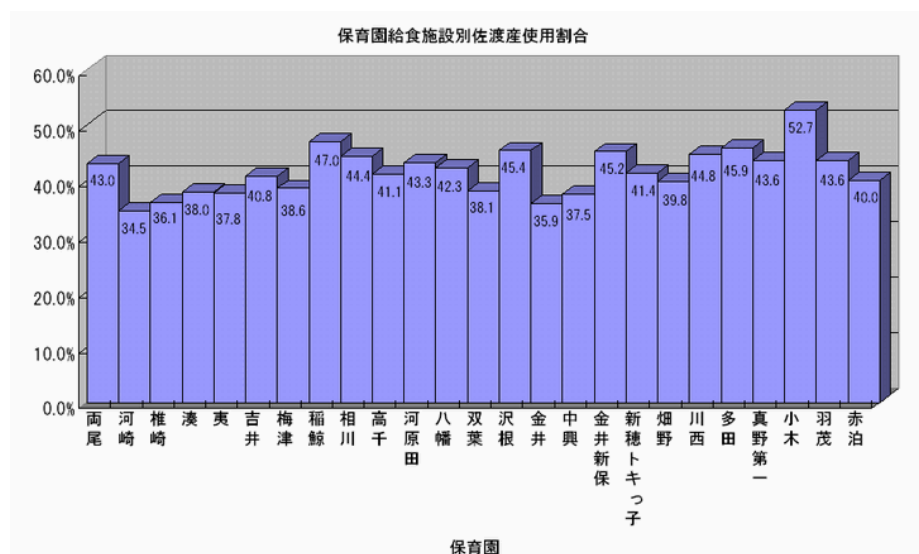


図 2.4 保育園給食施設別佐渡産使用割合

出典：佐渡市地産地消推進 HP「新鮮！安心！佐渡の物を食べよう」

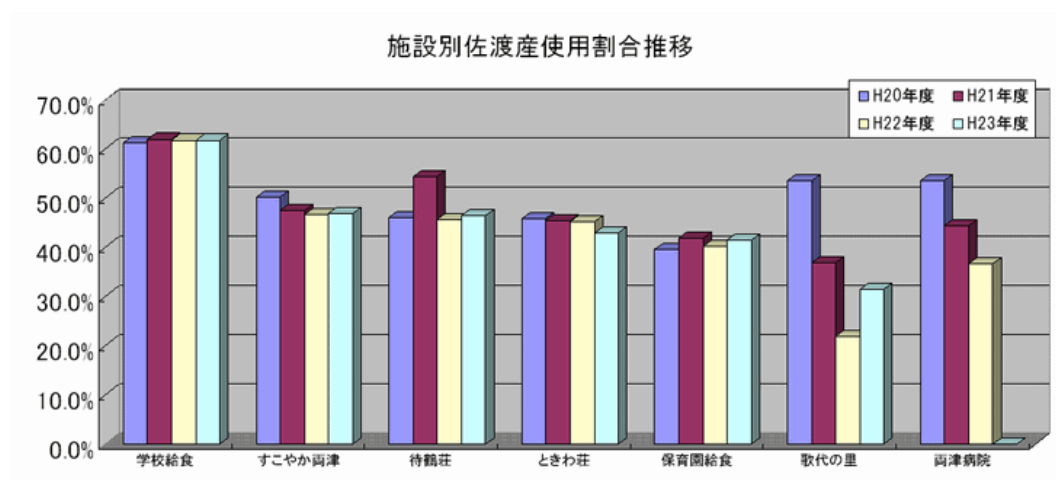


図 2.5 施設別佐渡産使用割合の推移

出典：佐渡市地産地消推進 HP「新鮮！安心！佐渡の物を食べよう」

図 2.5 より、学校給食は、公共施設の中で、最も多く佐渡産野菜を用いていることから、他の施設以上に地産地消への取り組みに力を入れていることがわかる。

この現状に対して同 HP の課題には、「安定した使用量を確保するには、生産者との事前打ち合わせが必要」であり、「旬の野菜、でまわり食材を給食献立により多く活用することが使用拡大につながるため、栄養士に働きかける」ことも必要であると指摘している。また、「栄養士からは『佐渡産食材が欲しいけど入手できない』といった声もあるため、引き続き生産者、加工業者と栄養士の結びつけを行なっていく。このことと併せて、規格外食材が使用できる方法を調理場とも協議し、使用可能な佐渡産食材の裾野を広げていく」としている。

2.1.2 ホスピタリティ施設(宿泊施設)

同 HP からは、宿泊施設の佐渡産使用状況はわからないが、一般的な旅館・ホテル以外にも民宿も多いことがわかった。

同 HP からは、佐渡産食材を使用している宿泊施設として、ファミリーオ佐渡相川、ご縁の宿 伊藤屋、国民宿舎 海府荘、かぶせの湯 相川やまき、御宿 花の木、ホテル 志い屋が掲載されていた。

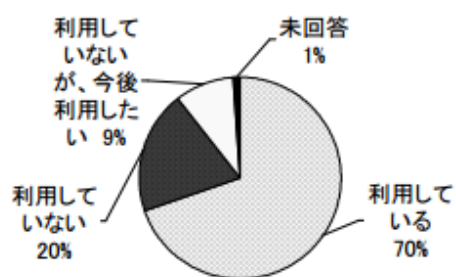
しかし、観光客の佐渡産食材へのアクセスとしては、佐渡産農林水産物の 6

次産業化へ向けた観光産業との連携による地域農産物を活用した新たな商品の開発も進めている。「食」を観光資源の一つとして認識し、佐渡地域振興局、生産者、観光事業者等が連携して開発及び商品化を進めているため、将来的には、観光客や訪問客の佐渡産食材を高次元での提供が可能となると予想される。

2.1.3 一般住民

島内直売所のあり方に関する調査(平成 22 年度)によると、地産地消の意図を理解して購入している割合が 70%と、高いことが図 2.6 より読み取れる。

(2) 佐渡産の食材を意識して利用しているか



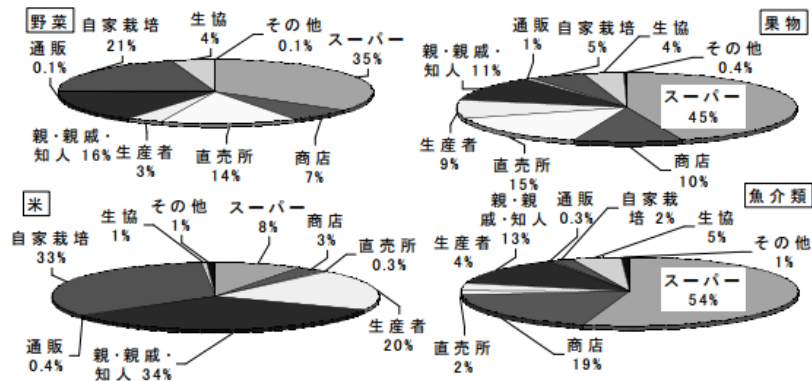
購入にあたり、産地（地元かどうか）を意識する割合は高く、全県の県産品優先購入比率の 40.8 %を大きく上回っている。
男女年代別に分類すると、認知度と同様に男女とも若年層の意識が低い傾向にある。

図 2.6 佐渡産の食材利用意識

出典：島内直売所のあり方に関する調査(H22 年度)

また、図 2.7 より野菜入手先が、直売所、生産者、親・親戚・知人、自家栽培の合計値が 50%を超えていることから、佐渡産野菜の入手はそこまで難しいことではないことがわかる。しかし、市場に上がっている佐渡産野菜はスーパーや直売所が中心となる一方で、入手先の大多数が佐渡産でありながら市場を介さない入手方法をしていることがわかる。

(6) 野菜・果物・米・魚介類は、どこで購入する機会が多いか



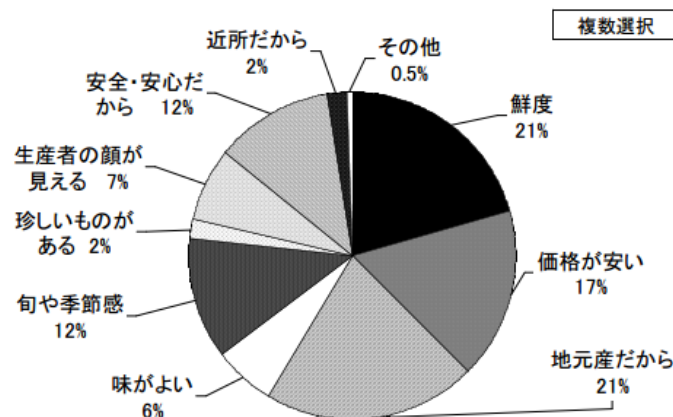
※野菜と果物では、「スーパー」「自家栽培」「親・親戚・知人」で半数を超える。それらに次ぐ割合で、直売所が利用されている。
 ※米は「自家栽培」「親・親戚・知人」「生産者」が多く、直売所はそれほど利用されない。
 ※魚は「スーパー」「商店」で7割を超える。

図 2.7 食材購入機会

出典：島内直売所のあり方に関する調査(H22 年度)

また図 2.8 より直売所を利用する、言い換えれば、佐渡産食材を購入する理由として鮮度の良さが重要視されていることがわかった。したがって、鮮度の良さに対して利用者が料金を支払っているとわかる。

(4) 直売所を利用する理由



年代・性別に限らず、直売所に求めるものは「鮮度」「安価」「地元産」が多い。
 その他意見…取り置きなど、無理なお願いを聞いてもらえる
 佐渡の農家の生活が安定してほしいから 等

図 2.8 直売所を利用する理由

出典：島内直売所のあり方に関する調査(H22 年度)

2.2 佐渡市における輸送システムの展開

この節では、現地調査を経て明らかになった佐渡市の輸送システムについてまとめる。

2.2.1 宅配便(株式会社 ヤマト運輸)

2014 年 9 月 4 日に、株式会社ヤマト運輸佐渡支店に、ヒアリング調査を実施した。

佐渡市内のドライバー数は 56 名おり、車輛保有台数は 48 台（うち 2t 車が 33 台、軽（クール）が 4 台、軽（普通）が 8 台、軽（電気）が 1 台、スリーターが 1 台）、車輛とドライバーの稼働状況が平日は 40 台、休日は 34 台、休日明けが 34 台稼働している。1 日 1 台あたりでは 2 往復しており、1 台あたり約 150km 走行している。

大きく 3 つの営業区域を分けており、両津営業所は両津、金井、真野、畑野、新穂を担当し、南佐渡営業所は小木、羽茂、赤泊、真野の一部を担当し、佐和田営業所は、佐和田と相川を担当している。

また、各営業所からの輸送個数を表 2.1 にまとめた。

表 2.1 各営業所からの輸送量【個】

| 【個】 | 両津 | | 南佐渡 | | 佐和田 | | 合計 |
|-----|---------|-------|---------|-----|---------|-------|-----------|
| | 年間 | 日平均 | 年間 | 日平均 | 年間 | 日平均 | 年間 |
| 発送 | 278,440 | 763 | 128,784 | 353 | 188,601 | 517 | 595,825 |
| 到着 | 543,116 | 1,488 | 145,925 | 400 | 317,898 | 871 | 1,006,939 |
| 合計 | 821,556 | 2,251 | 247,709 | 753 | 506,499 | 1,388 | 1,602,764 |

輸送量の取り扱い貨物品目の季節変動は、季節ごとの農産物、海産物が多く、中元・年末は個人の荷物が増量する。

2.2.2 路線バス（株式会社 新潟交通佐渡）

2014年9月3日と4日にかけて、現地の路線バスの利用状況を調査実施した。2班に分かれて、両津、金井、佐和田、相川、小木をつなぐ路線に乗り、島内を周遊してもらい、時間帯に応じた利用者数及び利用属性を記録してもらった。

その結果、図 2.9 より、調査対象区間の年齢構成をまとめると、10代の高校生の通学利用者が多く、その次に70代と50代の中年から高齢者層が多く利用していた。

2014年5月19日の株式会社新潟交通佐渡へのヒアリング調査の際に、学生の登下校に合わせたダイヤ編成をしているという調査結果と合致する結果であった。

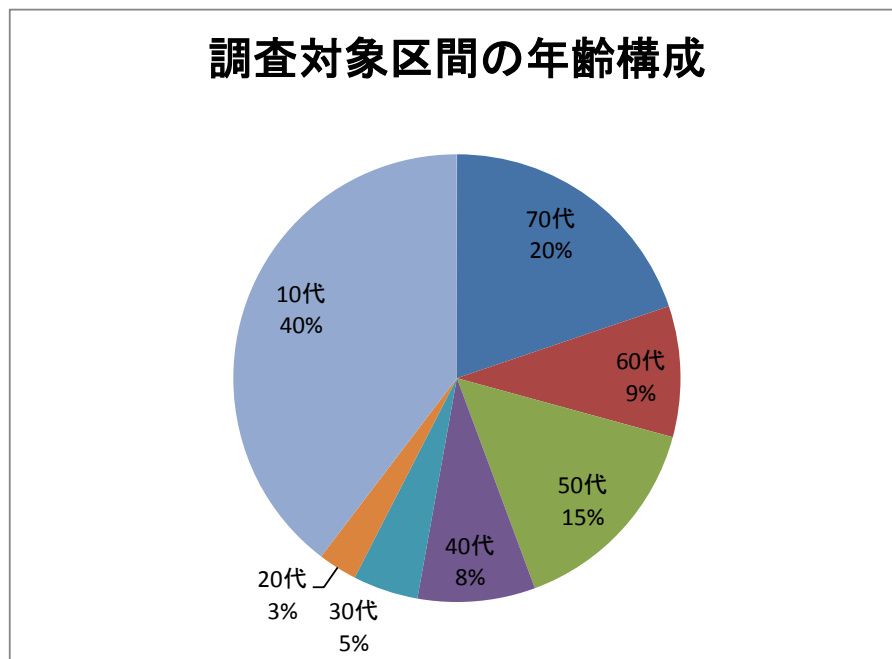
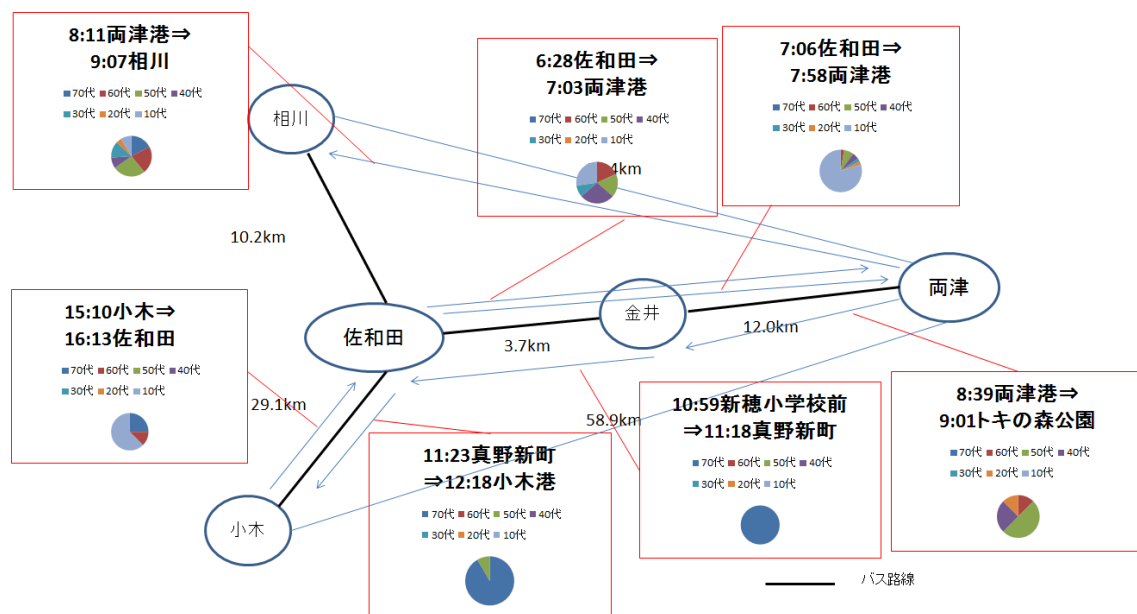


図 2.9 調査対象区間の年齢構成(2013年9月3日調査時)

次に、図 2.10 よりルート別の利用者の年齢構造を概観すると、時間帯と区間によって利用者が異なるが、両津港発のバスを中心に属性が多様になることが見て取れる。これは、両津地区に人口や職場が集中し、なおかつ両津港という玄関口があり、本土との往来が盛んな拠点であるためだと考える。



9月平日に調査したためか、個人・少人数の観光客層は少ない。区間と時間帯によっては学生の乗車率が高いが、平均座席占有率は30%ほどに留まり、平日は80%程度の車内余裕があることが、調査結果より明らかになった。

2.2.3 庭先集荷事業（佐渡市役所）

佐渡市では、平成 25 年度から庭先集荷事業とは、収穫した野菜が規格外で市場に出荷できず、自家用で余ったものを集荷し、販売する事業である。また、高齢者や女性が生きがいを持ち働く仕組みを推進することも目的の一つに組み込まれている。主として、市内の小中学校の給食センターや保育園、ホテルなどに納入し、現在 4 地域 14 戸の生産者が参加し地域おこし協力隊が実行部隊として活躍している。

この事業効果として、市場出荷による農業者の収入向上や、情報交換、健康状態・安否確認、見守り効果などの２次的効果もあると予測できる。地産地消が发展しない要因の一つとして、高齢化による農業規模の縮小と、自家用車運転のリスク向上により出荷が難しいことが考えられる。そのため、この事業はそうした困難を解決する一助となりえる特色のある事業である。

2.4 地産地消推進するための輸送システムイメージ

これまでの佐渡市の地産地消と輸送システムに関する現状を踏まえ、本研究で実現させた政策イメージをまとめる。

現在、進めている ICT システムの利用により、たとえば宿泊施設では、これまで島外に出荷していた高付加価値商品を島内利用で観光客に提供する、一般住民では自家用やお裾分け、そして規格外品として扱っていた食材を島内住民が使用するようになるという消費行動の変化が発生し、生産者がこの変化に対して生産量調整する生産構造が変化するというシナリオを描いている。

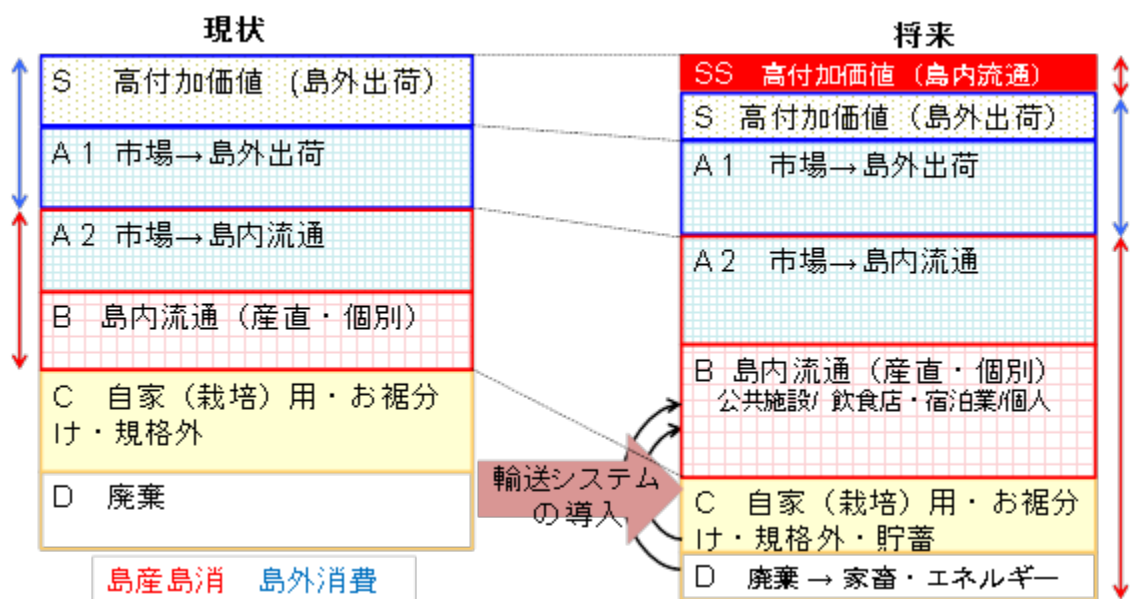


図 2.11 地産地消推進のための基本シナリオイメージ

この消費者行動の変化には、最初の段階として公共施設が購入をはじめ、次に宿泊施設などのホスピタリティ系施設が購入をし、そして一般住民にまで購入の幅が広がると想定する。さらに、供給者側に、たとえばこれまで自家栽培をしていた一般住民や、このシステムがきっかけで自家栽培をはじめ供給者側へ参加する層も発生することを期待している。

そして、そのシナリオを担保するために、さまざまな輸送手段が活かせると考えている。たとえば、宅配便にとっては事業拡大につながり、路線バスの空席を利用して運べば、営業利益の向上が見込まれる。また、庭先事業を現在は、地域おこし協力隊が主となり手伝っているが、仮にこの制度がなくなった場合、

一つの専用システムとして成立する可能性がある。

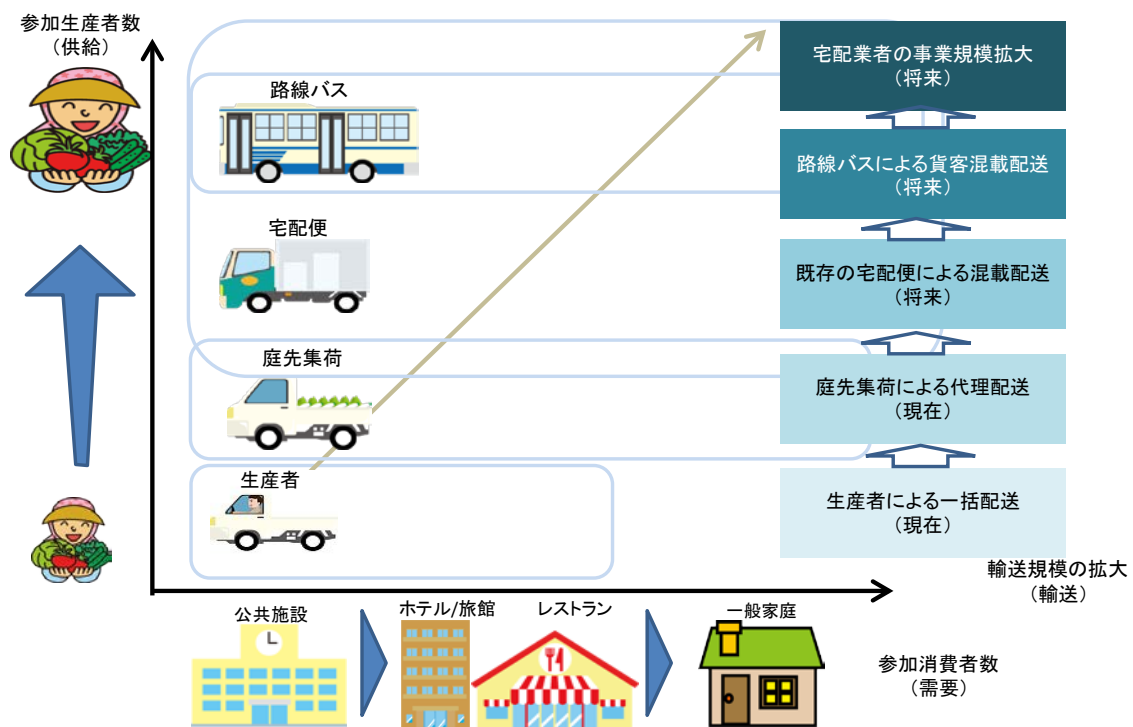


図 2.12 地産地消実現輸送システムの参加者拡大イメージ

3 章 輸送システムの総収益最大化分析

3.1 線形計画法と分析手順

3.1.1 線形計画法とは

本研究では、「地域内の地産地消政策を実施する上で、現存する輸送システムを利用することを想定し、地域内消費者の需要に対して、総輸送コストを最小にした場合の供給限界と各地域への配分量を求めること、そして、その場合の生産者の総収益はいくらか」を明らかにする命題のモデルを構築することが必要である。本研究では、この命題を求めるために、線形計画法による分析を行う。線形計画法とは、制約条件式、目的関数とも線形で表し、その条件式を満足させながら、目的関数を最大値、または最小値とする最適解を求める最適化手法であり、さらに、現実の代替案設計問題に必ずしもそのままあてはめるわけではないが、モデル化の容易さとアルゴリズムの簡便さのゆえに代替案の大まかな枠組みや内容を見出していく上で極めて重要かつ基本的な手法である¹⁾。本分析では、その部門の一つである輸送問題を適用する。輸送問題とは、各供給地の供給限界を s_i とし、また各消費地の消費量を d_j とするとき、供給地 i から消費地 j への輸送費用 c_{ij} として総輸送コストを最小にすることを目的とした問題解決手法であり¹⁾、本研究の命題を求める上で、全島データを詳細に入手することが困難なため、分析者自身が自治体で公開しているような統計データを基に、データを成形しながら分析する場合では理想的な手法であるため、採用した。

3.1.2 分析手順

本研究では、輸送システムによる総輸送コスト最小化、言い換えれば、域内収益最大化を目指した地産地消を実現するための、現状で実現可能な輸送量を求め、その値をもとに総収益を求めることで、命題に応えることができる。

次章から、図 3.1 に示したフロー図にしたがって、まとめていく。

3.2 基本データセットの設定

域内全体を一度に考えるのは、極めて難しいため、域内全体をある程度網羅できるレベルでゾーン化して、状況を簡易化する必要がある。本研究では、佐渡島を、相川地区 (A)、佐和田地区(B)、小木地区(C)、金井地区(D)、両津地区 (E)と 5 つの地区に区分した。

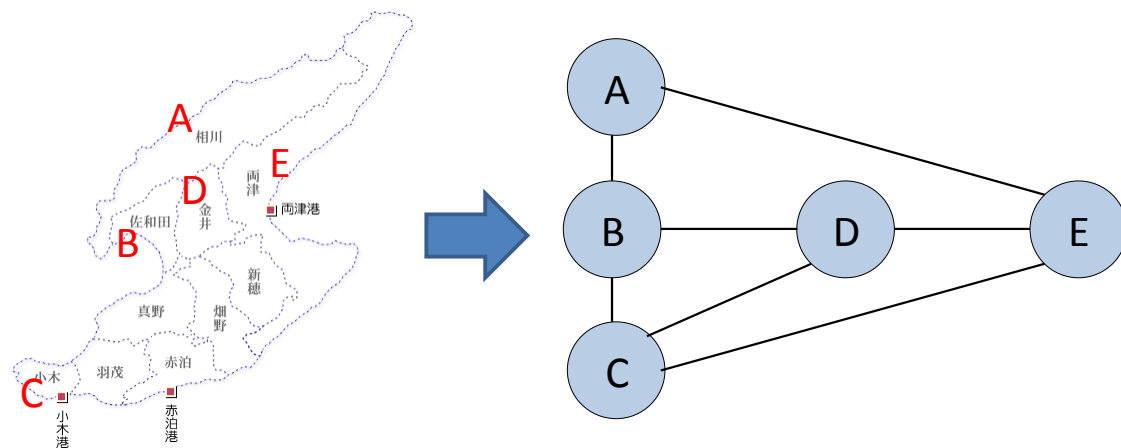


図 3.2 佐渡島と佐渡島内ゾーン簡易区分図

3.2.1.ゾーン内・間の施設重心と輸送距離の設定

ゾーン内・間距離を設定する上で、供給側として生産地を、需要側として公共施設（教育施設・医療施設）、宿泊施設、一般家庭、直売所を対象に考える。しかし、各ゾーンに複数ある施設を全て網羅することはできないため、人数や売上等の重みを加味した施設重心を算定した一つの施設とみなして、輸送距離を計算する。下のフロー図に示せるようなプロセスに従い、施設重心と輸送距離を求める。また、ここでの輸送距離は、生産地から各施設への距離を指す。

そして、本分析において、各地区の教育施設と医療施設の位置は佐渡市 HP を、宿泊施設は佐渡市観光協会 HP を、直売所の位置は JA 佐渡の HP を参考にしてデータを取得した。また、一般家庭と生産地に関しては、各住所を入手することが困難であるため、便宜上、一般家庭は各地区の市役所支社の位置を、そして生産地は各地区の JA 支社を重心に設定して、データを成形した。

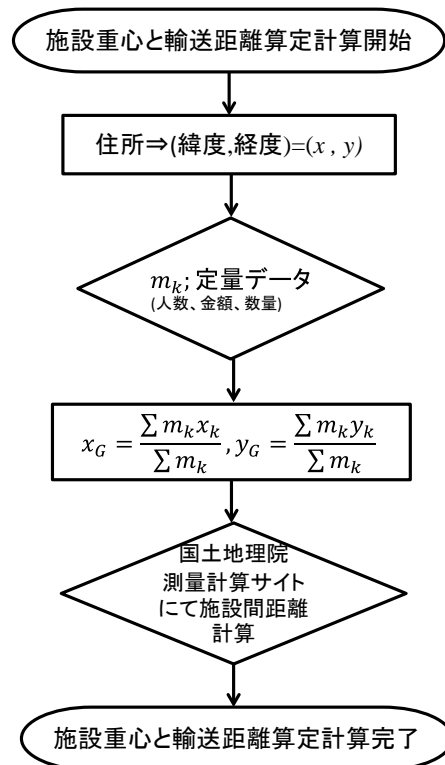


図 3.3 施設重心及び輸送距離計算フロー図

このフロー図に従って、データ試算した地区間距離の結果を、表 3.1 と表 3.2 にまとめる。

表 3.1 ゾーン内施設重心と輸送距離(km)

| 地区 | | 両津地区 | | | 相川地区 | | | 佐和田地区 | | |
|-----------|--------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|
| 需要 | | x _G | y _G | 生産地距離km) | x _G | y _G | 生産地距離km) | x _G | y _G | 生産地距離km) |
| | 生産地 | 38.07 | 138.4 | – | 38.03 | 138.2 | – | 38 | 138.3 | – |
| 公共施設 | 教育施設重心 | 38.09 | 138.4 | 1.90 | 38.05 | 138.3 | 2.90 | 38 | 138.3 | 1.14 |
| | 医療施設重心 | 38.09 | 138.4 | 2.21 | 38.04 | 138.2 | 0.80 | 38 | 138.3 | 0.90 |
| ホスピタリティ施設 | 宿泊施設重心 | 38.13 | 138.4 | 6.65 | 38.03 | 138.2 | 0.65 | 38 | 138.3 | 1.05 |
| 一般利用者 | 直売所重心 | 38.09 | 138.4 | 2.62 | 38.2 | 138.3 | 20.78 | 38.01 | 138.3 | 1.39 |
| | 人口重心 | 38.08 | 138.4 | 1.25 | 38.03 | 138.2 | 0.14 | 38 | 138.3 | 0.99 |
| 地区 | | 金井地区 | | | 小木地区 | | | | | |
| 需要 | | x _G | y _G | 生産地距離km) | x _G | y _G | 生産地距離km) | | | |
| | 生産地 | 38.02 | 138.4 | – | 37.82 | 138.3 | – | | | |
| 公共施設 | 教育施設重心 | 38.02 | 138.4 | 0.32 | 37.82 | 138.3 | 0.42 | | | |
| | 医療施設重心 | 38.02 | 138.4 | 0.28 | – | – | – | | | |
| ホスピタリティ施設 | 宿泊施設重心 | 38.03 | 138.4 | 1.30 | 37.81 | 138.3 | 1.48 | | | |
| 一般利用者 | 直売所重心 | 38.02 | 138.4 | 0.07 | 37.82 | 138.3 | 0.15 | | | |
| | 人口重心 | 38.02 | 138.4 | 0.49 | 37.82 | 138.3 | 0.17 | | | |

表 3.2 ゾーン内・間の輸送距離(km)(注：出発地は生産地を基準)

| 教育施設 | 相川地区 | 佐和田地区 | 小木地区 | 金井地区 | 両津地区 | 医療施設 | 相川地区 | 佐和田地区 | 小木地区 | 金井地区 | 両津地区 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 相川地区 | 2.90 | 7.28 | 23.65 | 11.04 | 19.25 | 相川地区 | 0.80 | 8.29 | - | 11.13 | 17.98 |
| 佐和田地区 | 8.49 | 1.14 | 21.34 | 3.78 | 13.79 | 佐和田地区 | 8.59 | 0.90 | - | 3.59 | 12.83 |
| 小木地区 | 26.36 | 21.29 | 0.42 | 24.37 | 33.69 | 小木地区 | 24.69 | 20.60 | - | 23.95 | 33.14 |
| 金井地区 | 10.19 | 4.49 | 23.97 | 0.32 | 10.36 | 金井地区 | 10.93 | 4.30 | - | 0.28 | 9.48 |
| 両津地区 | 16.67 | 13.29 | 31.86 | 8.60 | 1.90 | 両津地区 | 18.17 | 13.19 | - | 8.85 | 2.21 |
| 宿泊施設 | 相川地区 | 佐和田地区 | 小木地区 | 金井地区 | 両津地区 | 直売所 | 相川地区 | 佐和田地区 | 小木地区 | 金井地区 | 両津地区 |
| 相川地区 | 0.65 | 7.68 | 23.98 | 10.86 | 21.52 | 相川地区 | 20.78 | 7.01 | 23.81 | 10.86 | 18.32 |
| 佐和田地区 | 8.22 | 1.05 | 22.05 | 4.32 | 17.47 | 佐和田地区 | 21.53 | 1.39 | 21.41 | 3.43 | 13.32 |
| 小木地区 | 24.41 | 20.81 | 1.48 | 25.29 | 38.10 | 小木地区 | 42.84 | 21.39 | 0.15 | 24.00 | 33.68 |
| 金井地区 | 10.60 | 4.55 | 24.76 | 1.30 | 14.27 | 金井地区 | 19.75 | 4.66 | 24.01 | 0.07 | 9.99 |
| 両津地区 | 17.95 | 13.42 | 32.77 | 8.16 | 6.65 | 両津地区 | 16.71 | 13.41 | 31.86 | 8.96 | 2.62 |
| 住民 | 相川地区 | 佐和田地区 | 小木地区 | 金井地区 | 両津地区 | | | | | | |
| 相川地区 | 0.14 | 7.97 | 23.81 | 11.29 | 18.03 | | | | | | |
| 佐和田地区 | 8.50 | 0.99 | 21.53 | 3.66 | 12.48 | | | | | | |
| 小木地区 | 23.95 | 20.65 | 0.17 | 23.86 | 32.49 | | | | | | |
| 金井地区 | 11.04 | 4.47 | 24.13 | 0.49 | 9.06 | | | | | | |
| 両津地区 | 18.55 | 13.36 | 31.97 | 8.83 | 1.25 | | | | | | |

3.2.2 輸送システムの輸送単価設定

本分析では、最も利用実現性の高い宅配便利用時を想定して分析を行う。国土交通省の「全国貨物準流動調査(物流センサス)報告書(平成24年)」より、本分析では、輸送単価(円/トンキロ)データを適用する。この輸送費用は、貨物が出荷されてから目的地に到着するまでの費用であり、基本的には運送業者に対する支払い運賃と定義されている。宅配車は、貨客混載車の52.3(円/トンキロ)、青果物専用車は、一車貸切車の66.2(円/トンキロ)を、そして路線バスは鉄道コンテナよりも大きく、宅配車よりも小さいことから、20(円/トンキロ)と仮定する。

そして、3.2.1 で求めた輸送距離に、これらの輸送単価を乗じることで、生産地から各施設への輸送単価(円/トン)を設定し、その結果を巻末資料に示す。ここでの算出結果は、全て宅配便の場合で説明する。

3.2.3.輸送作物の設定

本システムを構築する上で、通年利用を考える必要があり、なおかつ、多品目作物での輸送を想定するため、本分析では、四季を代表とする作物を1品目ずつ計4品目選定し、そのまとめを表3.3に示す。分析の上で、季節における消費量の重みを全体の40%、30%、20%、10%と設定し、各作物の年間消費量の40%分が代表季節で生産されていると仮定し、その値を各品目の季節の値として計算する。

表 3.3 佐渡市における季節の代表作物と収穫・消費量

| 季節 | 春(3-5月) | 夏(6-8月) | 秋(9-11月) | 冬(12月-2月) |
|------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 品目 | ほうれん草 | トマト | 長ネギ | 白菜 |
| 年間推定収穫量 (作付面積)(H18) | 65t (6ha) | 478t (26ha) | 415t (22ha) | 448t (25ha) |
| 作物年間消費量 (g/人)(H18) | 1146 | 3498 | 1641 | 2674 |
| 季節ごとの消費量 (g/人) | 458.4 | 1399.2 | 656.4 | 1071.2 |

総務省統計局「家計調査年報」・農林水産省「わがマチ・わがムラ」をもとに筆者が作成。

3.2.4.地域内施設の需要量設定

需要側を、教育施設、医療施設、宿泊施設、一般住民として設定し、地区ごと・品目ごとに必要な需要量を設定する必要がある。以下のフロー図3.4に従って、施設の地区別の需要量を計算する。

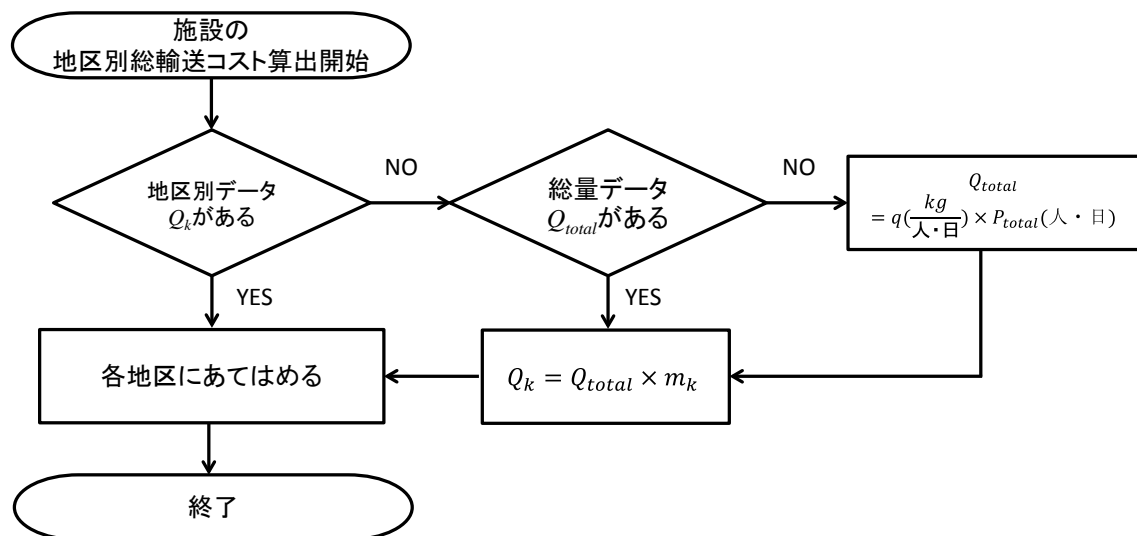


図 3.4 施設の地区別需要量設定フロー図

まず、教育施設について需要量を算定する。

教育施設では、佐渡市内にある保育園、小・中学校を対象として計算を実施する。佐渡市へのヒアリング調査により、学校給食に用いる食料データである平成 25 年度地場産農水産物年間使用量調査データをいただくことができたため、このデータを適用することとする。その結果は、表 3.5 にまとめる。

表 3.4 教育施設の地区別需要量(kg)

| 単位:kg | 相川 | | 佐和田 | | 小木 | | 金井 | | 両津 | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 品目 | 佐渡産 | 合計 | 佐渡産 | 合計 | 佐渡産 | 合計 | 佐渡産 | 合計 | 佐渡産 | 合計 |
| ほうれん草 | 1.2 | 245.4 | 31.22 | 488.1 | 0 | 114.8 | 1.88 | 647.1 | 0 | 507.6 |
| トマト | 0 | 38.76 | 0 | 775.4 | 1.13 | 11.4 | 2.88 | 230.7 | 0 | 57.4 |
| 長ネギ | 136.1 | 165.5 | 217.3 | 302 | 52.06 | 74.76 | 535.8 | 774.1 | 426.9 | 554.4 |
| 白菜 | 166.3 | 304.7 | 44.8 | 525.6 | 101.6 | 109.1 | 142.5 | 725.7 | 68.1 | 377.6 |

次に、医療施設について算定する。

医療施設では、佐渡市内にある総合病院を対象として計算を実施する。しかしながら、佐渡市における患者給食の品目別使用野菜統計調査はこれまでされておらず、実際のデータを入手するのは困難である。さらに、医療施設の場合、総需要データすらわからないため、各作物の、そして各病院の 1 日あたりの使用量を推定し、地区ごとの季節あたりの需要量を算出していく。

表 3.4 より、各作物の季節ごとの 1 人あたりの消費量がわかっており、この値を使用する。この値を、各季節の日数で割ることで、1 日あたりの使用量がわかる。さらに、佐渡市地域医療計画(H19)より、病院ごとの延入院患者数がわかっているため。1 日あたりの入院患者数が求まる。したがって、1 日あたりの品目・病院ごとの使用量が求まる。このように推定結果を乗じることで、表 3.6 の結果が得られた。

表 3.5 医療施設の地区別需要量(kg)

| 単位:kg | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 |
|-------|------|------|----|-------|-------|
| ほうれん草 | 24.2 | 15.6 | — | 179.4 | 33.9 |
| トマト | 73.8 | 47.6 | — | 547.7 | 103.5 |
| 長ネギ | 34.6 | 22.3 | — | 256.9 | 48.5 |
| 白菜 | 56.5 | 36.4 | — | 419.3 | 79.2 |

さらに、宿泊施設について算定する。

宿泊施設では、平成 23 年の月別観光客入込客数を用いた。このとき、各地区の宿泊定員数に関して重みづけを行い、各地区の観光入込数を求め、その値をもとに、1 日当たりの来訪者数を算出した。さらに、佐渡観光アンケート調査報告書(平成 25 年度)より、平均泊数が 1.55 泊であるとわかり、その値を滞在係数とし、各地区への入込客数に乗ずることで、1 日あたりの各地区の延べ滞在人数を推定した。各品目の 1 日あたりの消費量が、住民だけでなく、観光客でも同等に発生すると仮定して、各地区の 1 日あたりの食料消費量を求め、延べ滞在人数に乗ずることで、地区別需要量を求めた。その結果を、表 3.7 に示す。

表 3.6 宿泊施設の地区別需要量(kg)

| 単位:kg | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 |
|-------|--------|-------|-------|------|--------|
| ほうれん草 | 176.1 | 44.7 | 72.3 | 12.4 | 212.3 |
| トマト | 1299.2 | 330.1 | 533.7 | 91.3 | 1566.1 |
| 長ネギ | 347.6 | 88.3 | 142.8 | 24.4 | 419.0 |
| 白菜 | 212.0 | 53.9 | 87.1 | 14.9 | 255.5 |

最後に、一般利用者について算定する。

一般利用者については、平成 22 年の国勢調査時の人口データを用いて算出する。1 日あたりの便宜上の作物消費量を、各地区の人口に乗ずることで、1 日当たりの品目・地区別消費量がわかり、さらにその値に各季節の日数を乗ずることで、地区別需要量が求まる。その結果を、表 3.8 にまとめる。

表 3.7 一般利用者の地区別需要量(t)

| 単位;t | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 |
|-------|------|------|-----|-----|------|
| ほうれん草 | 3.5 | 4.2 | 1.5 | 3.2 | 6.7 |
| トマト | 10.8 | 13.0 | 4.5 | 9.7 | 20.6 |
| 長ネギ | 5.1 | 6.1 | 2.1 | 4.6 | 9.7 |
| 白菜 | 8.3 | 9.9 | 3.5 | 7.4 | 15.8 |

以上が、各施設の需要量を設定したプロセスである。図 3.5 に地区別の各品目の総需要量をグラフ化したものを示す。

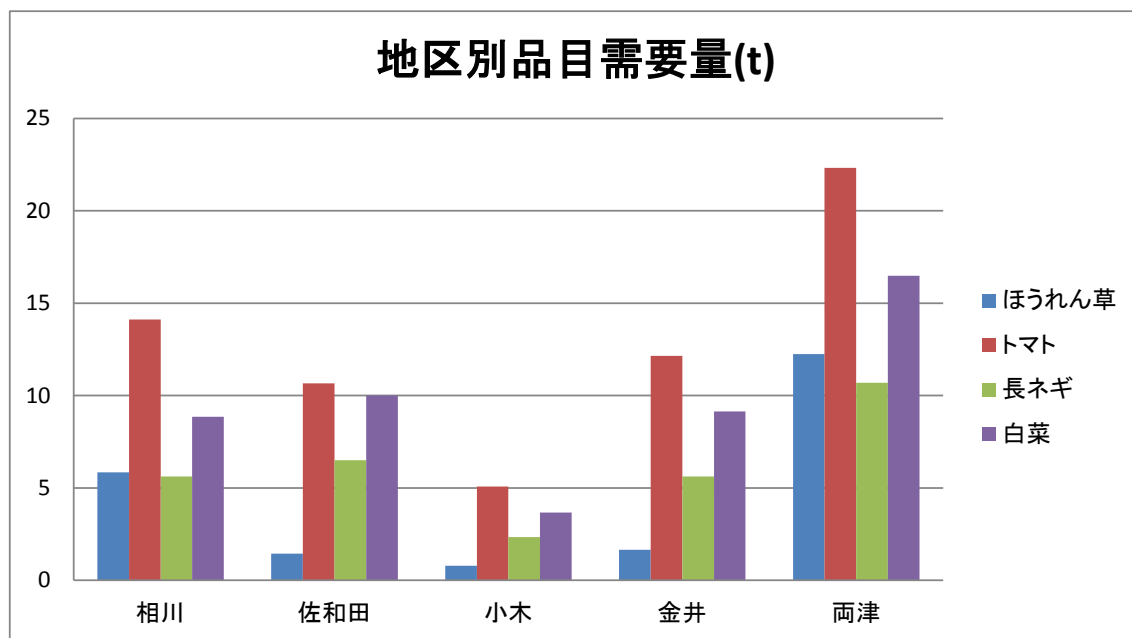


図 3.5 地区別品目需要量(t)

3.3 総輸送コストの最小化分析

3.3.1.輸送量マトリックス作成のための条件式の設定

本研究において、地産地消政策を進めることが大目標であるため、ゾーン内で生産された作物は、ゾーン内の消費者のもとに優先的に運ぶ必要がある。しかし、一方で、ゾーン内余剰量は、他のゾーンでの不足量に充てることができるという(図 4.5)条件設定のもと、輸送量マトリックスを作成することを目標として計算を進めていく。

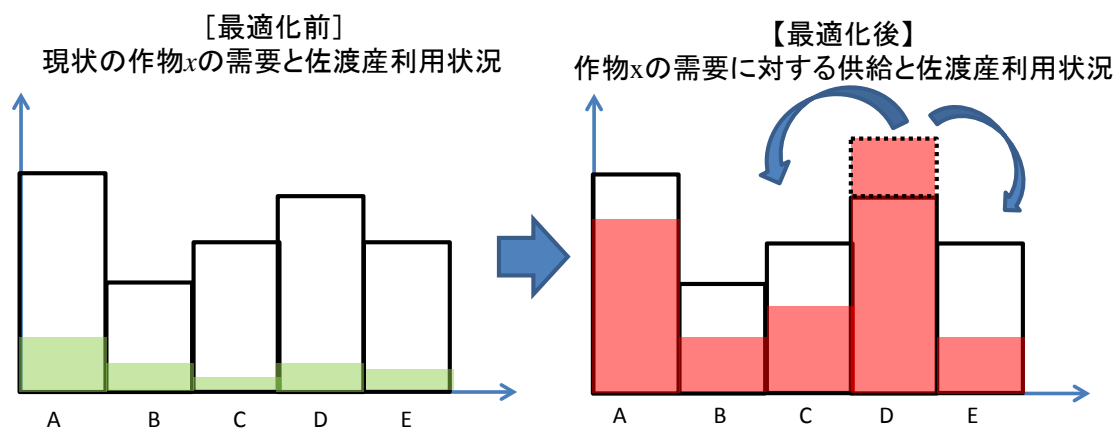


図 3.6 輸送量配分のイメージ図

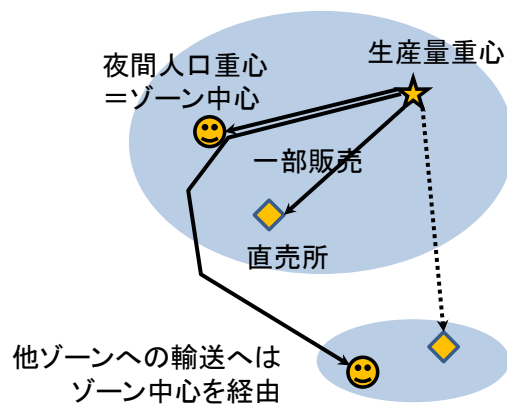


図 3.7 ゾーン内/間輸送イメージ

表 3.8 輸送量マトリックス

| | | 消費者ゾーン | | | | | | |
|--------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| | | A | B | C | D | E | 計 | 供給量 |
| 生産者ゾーン | A | x_{AA} | x_{AB} | x_{AC} | x_{AD} | x_{AE} | σ_A | s_A |
| | B | x_{BA} | x_{BB} | x_{BC} | x_{BD} | x_{BE} | σ_B | s_B |
| | C | x_{CA} | x_{CB} | x_{CC} | x_{CD} | x_{CE} | σ_C | s_C |
| | D | x_{DA} | x_{DB} | x_{DC} | x_{DD} | x_{DE} | σ_D | s_D |
| | E | x_{EA} | x_{EB} | x_{EC} | x_{ED} | x_{EE} | σ_E | s_E |
| | 計 | δ_A | δ_B | δ_C | δ_D | δ_E | | |
| | 需要量 | d_A | d_B | d_C | d_D | d_E | | |

このマトリックスを作成するために、総輸送コスト Z を最小化するための目的関数は式(3.1)とする。

$$Z = \sum c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min \quad (3.1)$$

c_{ij} ; 地区 i から地区 j への輸送コスト [円]

x_{ij} ; 地区 i から地区 j への輸送量 [t]

また、配送量に対して供給量が収まらなければならないため、制約条件は、以下のような式を与える。

$$\sum x_{ij} \leq s_i \quad (3.2)$$

s_i ; 地区 i の供給量 [t]

さらに、配送量に対して需要量が満たされなければならないため、制約条件は、以下のような式を与える。

$$\sum x_{ij} \geq d_j \quad (3.3)$$

d_j ; 地区 j の需要量

そして、各変数の制約条件として、以下が成り立つ。

$$c_{ij}, x_{ij}, s_i, d_j \geq 0 \quad (3.4)$$

しかし、食料輸送を考える上では、島内需要量を全て域内供給で賄うことはで

きないため、その際は域外からの供給に頼ることになるため、以下の条件式(4.4)に従う。

$$\sum s_i \neq \sum d_j \quad (3.5)$$

以上の条件式のもと、総輸送コスト最小化を実行する場合、ゾーン内輸送コストとゾーン間輸送コストが最小になる必要があるため、それぞれ分けて分析をする。

3.3.2. ゾーン内輸送コスト最小化分析

設定した地域ごと施設需要データを、式(3.2)と式(3.3)に従って、マトリックスにプロットする。また、島内収穫量のうち 40% が旬の季節に収穫されると仮定し、さらに島内面積に対する 5 地区の面積割合に応じて収穫量が各地区に分散されると設定し、これを各地区の供給可能量と設定した。

| | E_両津 | | | | 計 | 出荷可能量 | 余剰量 |
|-------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | 教育施設 | 医療施設 | 宿泊施設 | 一般住民 | | | |
| A 相川 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.99 | 5.85 | 1.86 |
| B 佐和田 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 1.45 | 0.00 |
| C 小木 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.79 | 0.79 | 0.00 |
| D 金井 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.65 | 1.65 | 0.00 |
| E 両津 | 0.51 | 0.03 | 0.21 | 6.34 | 7.10 | 7.10 | 0.00 |
| 計 | 0.51 | 0.03 | 0.21 | 6.34 | | | |
| 発注量 | 0.51 | 0.03 | 0.21 | 6.75 | | | |
| 不足量 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | | | |

他ゾーンへの輸送可能量

両津内の輸送量

他ゾーンからの必要輸送量

図 3.8 ゾーン内輸送量マトリックスの例（両津地区内のほうれん草輸送）

そして、式(3.1)にしたがって、品目・地域ごとのゾーン内輸送コストを算出した。その結果を、表 3.9 にまとめる。

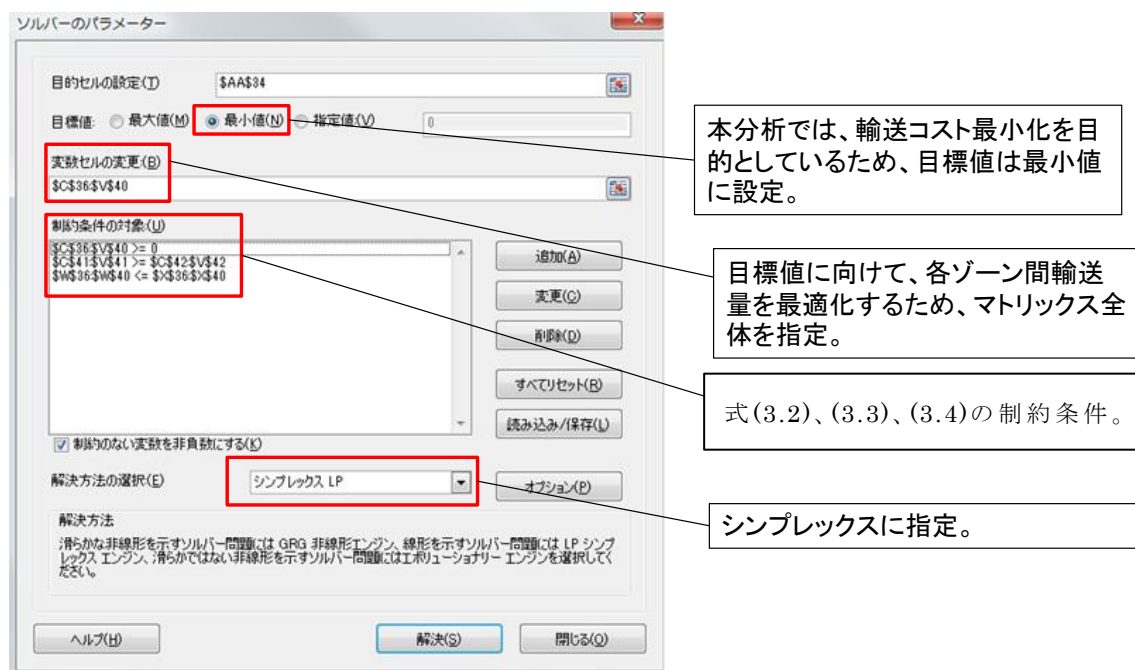
表 3.9 宅配便利用の品目ごとのゾーン内輸送コスト(円)

| ゾーン内輸送コスト | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 | 合計 |
|-----------|-------|-------|------|-------|--------|--------|
| ほうれん草 | 69.8 | 79.1 | 13.5 | 34.9 | 544.4 | 741.7 |
| トマト | 131.5 | 559.4 | 81.8 | 265.9 | 1914.1 | 2952.6 |
| 長ネギ | 75.0 | 338.9 | 31.6 | 134.5 | 840.6 | 1420.6 |
| 白菜 | 115.6 | 521.9 | 40.0 | 208.9 | 1170.3 | 2056.7 |

3.3.3.ゾーン間輸送コスト最小化分析

地域ごとの各施設の需要量から、ゾーン内輸送量を差し引いた必要量が、他のゾーンからの供給量と探索的にマッチングさせることが、本項目の分析に求められることである。本分析では、Excel2010 に備わっている複数の変数の値を変化させながら変数の相互関係を判断し、最適な値を算出できる表計算のソルバー機能を用いて、輸送コスト最小化分析を行う。

線形計画問題の解法には、大きくわけて2つある。一つは、変数が2変数に限られる図解法と、もう一つは、変数が3個以上になった場合に用いるシンプレックス法がある。本研究における分析では、多数の制約式が存在し、探索的に最適解を求める作業を効率化するためにもシンプレックス法が有効であり、変数が多い場合は Excel などの表計算ソフトや電子計算機を使用して解くことが普通であるため、本分析でも採用する(図 3.8 参照)。



そして、ソルバー機能による輸送量マトリックスが作成できたら、式(3.1)を利用して、輸送コストを算出する。その結果を、表 3.10 にまとめる。

| 域内から他ゾーンへの輸送量 | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|--------|
| | E_両津 | | | | 計 | 域内外出荷量 |
| | 教育施設 | 医療施設 | 宿泊施設 | 一般住民 | | |
| A 相川 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.86 | 1.86 |
| B 佐和田 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| C 小木 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| D 金井 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| E_両津 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 5.15 | 7.00 |
| 計 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | | |
| 必要量 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | | |

他ゾーンからの必要量

域外から他ゾーンへの実輸送量

図 3.10 ゾーン間輸送量マトリックス例(両津地区のほうれん草輸送)

表 3.10 宅配便利用の品目ごとのゾーン間輸送コスト(円)

| ゾーン間輸送コスト | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 | 合計 |
|-----------|--------|-----|-----|-------|--------|--------|
| ほうれん草 | 1504.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2777.4 | 4282.0 |
| トマト | 785.9 | 0.0 | 0.0 | 365.7 | 0.0 | 1151.6 |
| 長ネギ | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 白菜 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 127.0 | 0.0 | 127.0 |

3.3.4.総輸送コスト最小化分析結果及び地域・品目ごとの輸送量結果

3.3.2 で求めたゾーン内輸送コストと、3.3.3 で求めたゾーン間輸送コストを足し合わせた値が、総輸送コストとなり、各コストは最小値になるような最適解を取っているため、総輸送コストの最小化を示すことができた。その結果を、表 3.11 に示し、品目ごとの輸送コストをまとめたものを表 3.12 に示す。

表 3.11 宅配便を利用の地区・品目ごとの総輸送コスト(円)

| 輸送コスト | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 | 合計 |
|-------|--------|-------|------|-------|--------|--------|
| ほうれん草 | 1574.4 | 79.1 | 13.5 | 34.9 | 3321.8 | 5023.7 |
| トマト | 917.3 | 559.4 | 81.8 | 631.6 | 1914.1 | 4104.2 |
| 長ネギ | 75.0 | 338.9 | 31.6 | 134.5 | 840.6 | 1420.6 |
| 白菜 | 115.6 | 521.9 | 40.0 | 335.9 | 1170.3 | 2183.7 |

表 3.12 宅配便利用の品目ごとの輸送コスト(円)

| 各輸送コスト | ほうれん草 | トマト | 長ネギ | 白菜 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| ゾーン内輸送コスト | 741.7 | 2952.6 | 1420.7 | 2056.7 |
| ゾーン間輸送コスト | 4282.0 | 1151.6 | 0 | 127.0 |
| 総輸送コスト | 5023.7 | 4104.2 | 1420.7 | 2183.7 |

また、輸送コストを算出することとともに、各品目の輸送量をグラフ化したので、各品目について考察をする。

まず、ほうれん草について最適化結果を考察する。

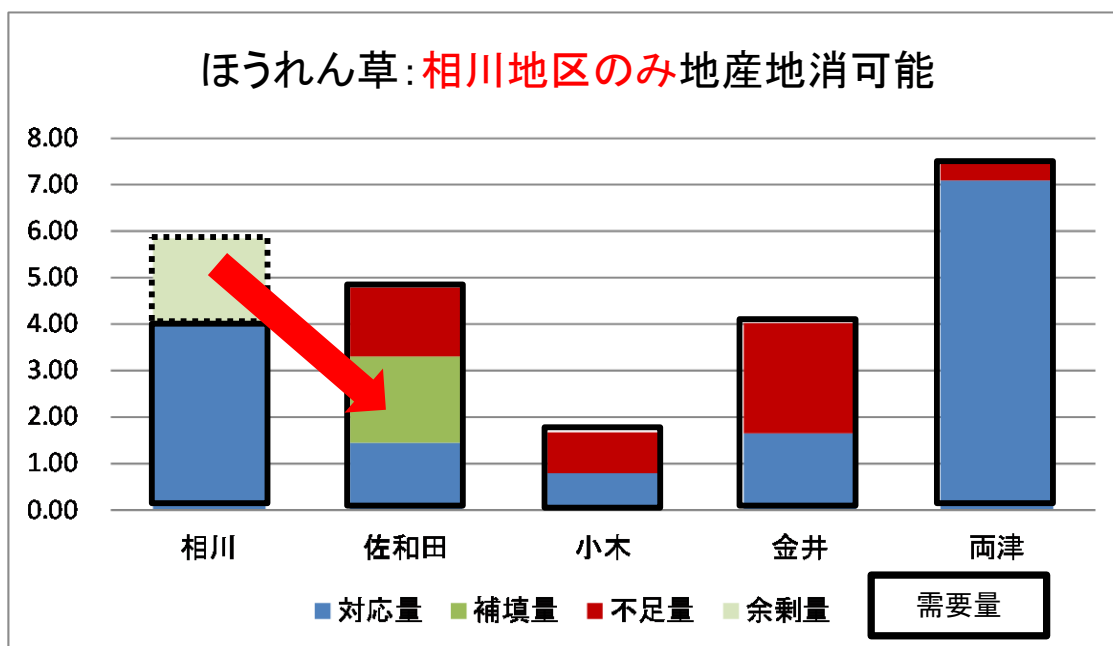


図 3.11 ほうれん草の地産地消構造 (t)

ほうれん草は、需要量に対して供給量が少なく、ゾーン内での地産地消は難しい作物であると言える。ゾーン間輸送によって地域内で賄える地区は増えるが、一定量は地域外からの輸入に頼らざるを得ないと考える。ゾーン間輸送を考える上で、最小輸送コストの観点から相川地区から佐和田地区へ輸送することが最適であると計算された。

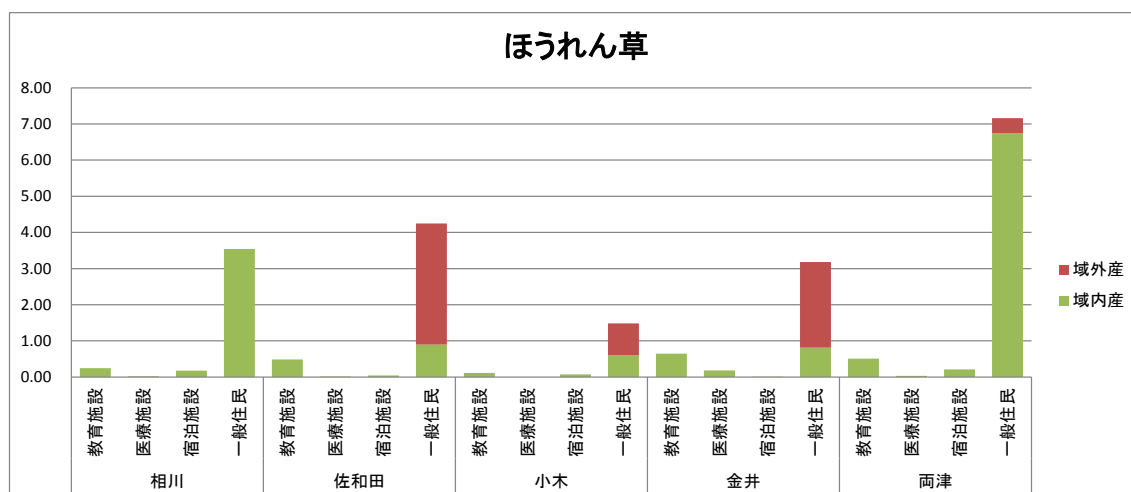


図 3.12 ほうれん草の地区内外産の使用 (t)

しかし、地区内の公共施設と宿泊施設に関しては、地域産のほうれん草を提供することが計算上では可能である結果になった。しかし、両津地区に関しては、仮に、住民が露地栽培で自家用野菜の栽培を始め生産者側に移行するようなプロモーションを実施すれば、地区内の地産地消を達成する可能性がある。

次に、トマトについての最適化結果を考察する。

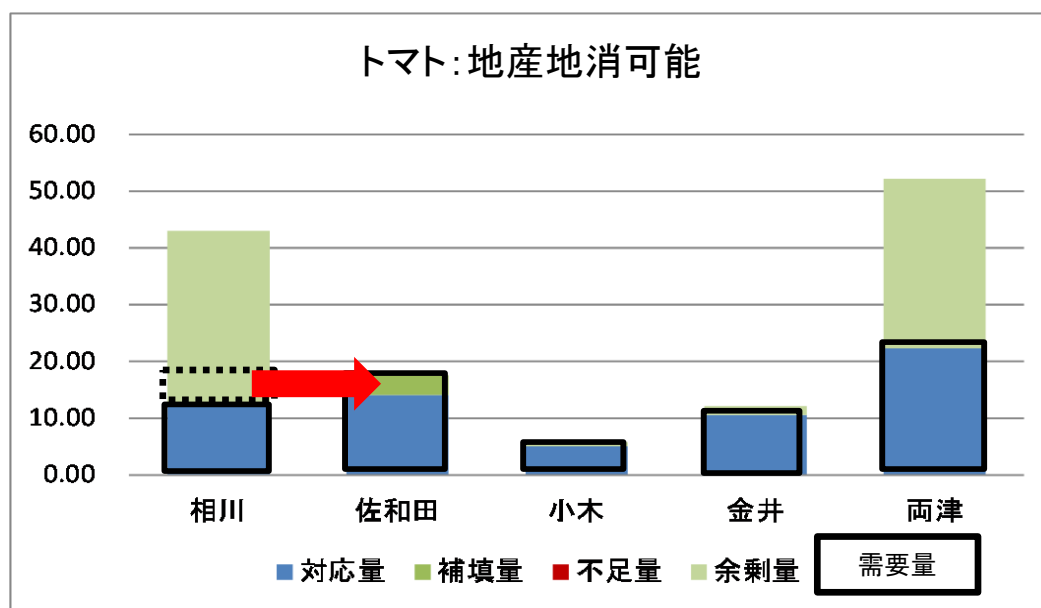


図 3.13 トマトの地産地消構造 (t)

トマトは、ほぼ地産地消を達成しているといえる。しかし、佐和田地区のみ相川地区からの輸送に頼る状況になっている。輸送コストが最小になるには、相川地区から佐和田地区への輸送が最適である。

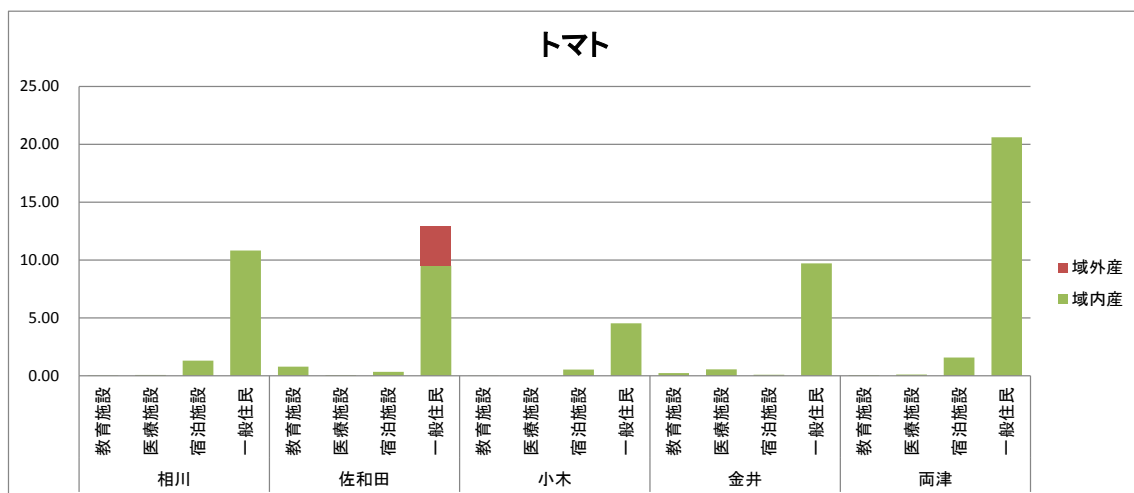


図 3.14 トマトの地区内外産の使用(t)

ほうれん草と同様に、佐和田地区の一般住民による自家用栽培が普及し、そうした作物が市場に出てきた場合、ゾーン内の地産地消が達成できる可能性がある。

さらに、長ネギについての最適化結果を考察する。

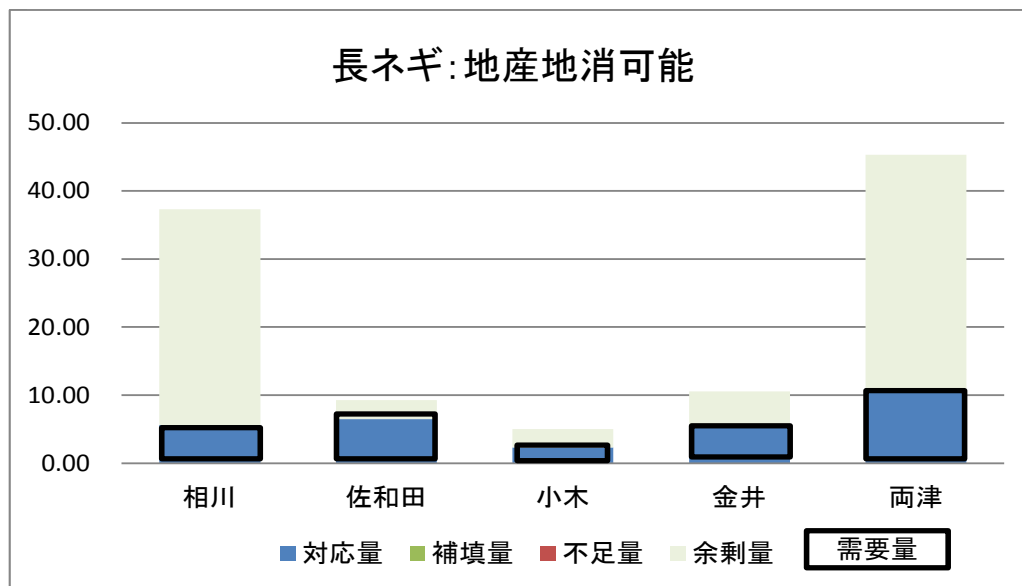


図 3.15 長ネギの地産地消構造(t)

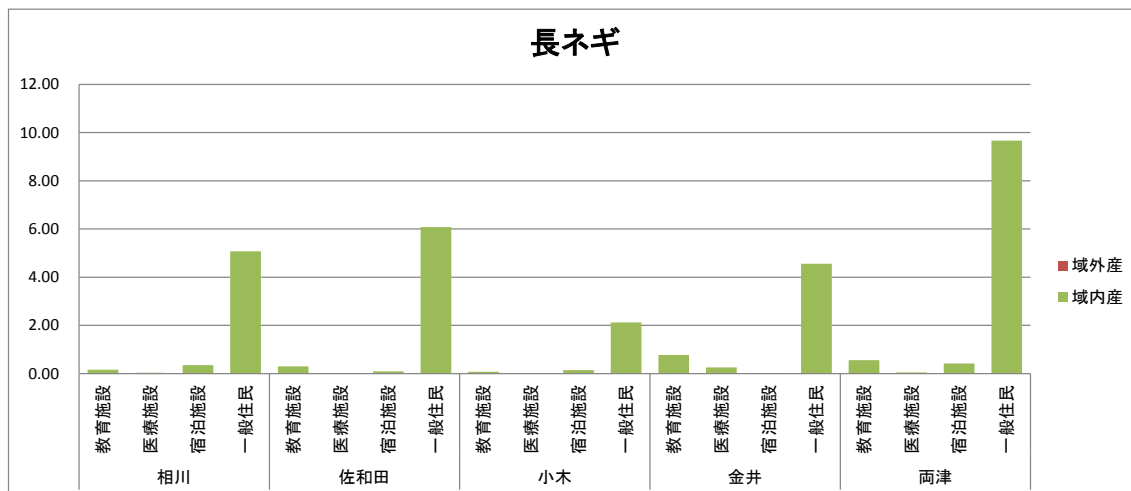


図 3.16 長ネギの地区内外産の使用 (t)

長ネギは、計算上では地産地消を実現可能な作物であるといえる。需要量に対して、十分な供給量を持っており、地域外へ輸出できるほどの供給量の可能性がある。

最後に、白菜についての最適化結果を考察する。

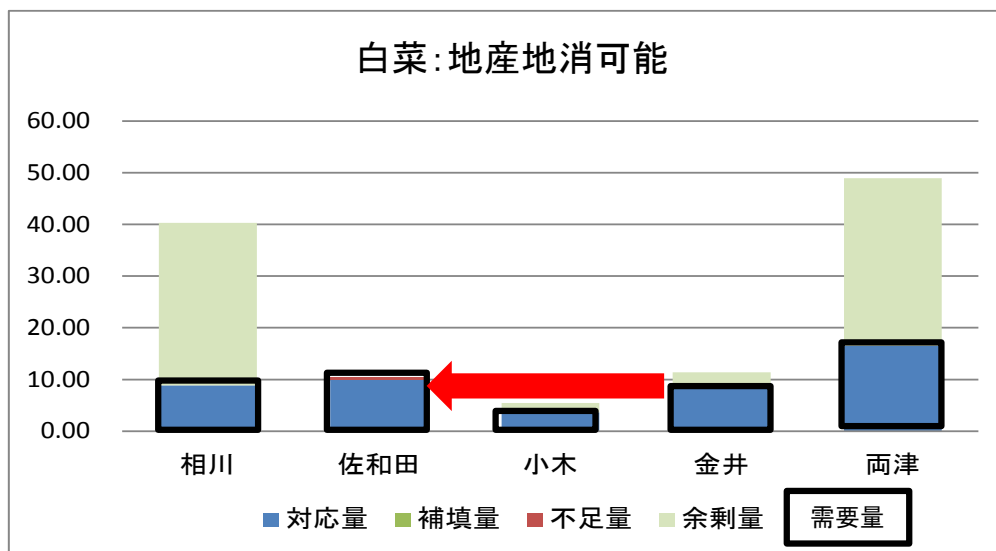


図 3.17 白菜の地産地消構造 (t)

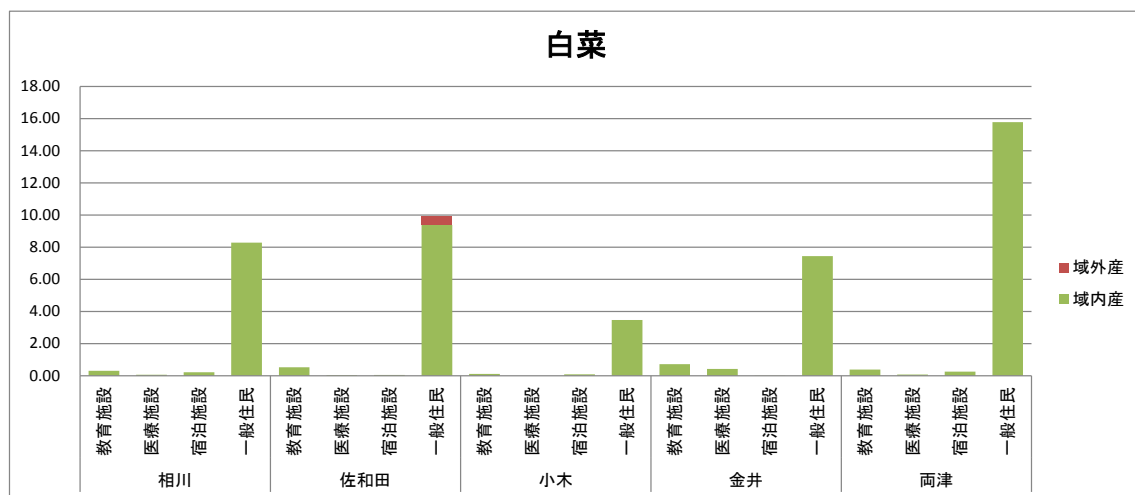


図 3.18 白菜の地区内外産の使用 (t)

白菜も、ほぼ地産地消を実現できるといえる。さらに、一般住民が供給者側に参加した場合、トマトよりも早く地産地消が実現しやすいといえる。輸送コストが最小とするには、金井地区から佐和田地区への輸送である。

ほうれん草は、地域外からの輸入に一部頼るため、輸送コストの単価は高くなったと考えられる。地産地消の達成確率が高い長ネギよりも、白菜のほうの輸送単価が小さいということは、比較的、生産地周辺に施設が立地していると考えられる。

そして、品目ごとの総輸送コストが需要量と輸送単価の関係式を表 3.13 に示す。

表 3.13 品目・輸送手段ごとの総輸送コスト

| | | ほうれん草 | トマト | 長ネギ | 白菜 |
|-------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 需要量 [t] | | 22.0 | 64.3 | 30.8 | 48.1 |
| 総輸送コスト [円] | 専用 システム | 6358.8 | 5195.0 | 1798.2 | 2764.1 |
| | 宅配車 | 5023.7 | 4104.2 | 1420.7 | 2183.7 |
| | 路線バス | 1921.1 | 1569.5 | 543.3 | 835.1 |
| $TC_{total} = \alpha x$ | | TC_{total} $= 96.1x$ | TC_{total} $= 78.5x$ | TC_{total} $= 27.2x$ | TC_{total} $= 41.8x$ |

3.4 総収益最大化分析

3.4.1 総収益最大化の設定

収益 π は、価格 p に供給量 Q を乗じた売上高 pQ から、生産コスト $P_c(Q)$ と輸送コスト $T_c(Q)$ の合計値を引いた額であるといえ、(3.6)式のように表すことができる。

$$\pi = pQ - (P_c(Q) + T_c(Q)) \quad (3.6)$$

本研究では、地産地消政策の実現を目指した輸送システムの構築を目的としており、需要側が地の作物を購入し、生産者側にお金を落とす構造が最も望ましい。そのため、できるだけ高価格で購入してもらうために、鮮度維持・保全に関する研究・技術開発が多くなされてきた。しかし、鮮度という尺度を定量的測定することが難しく、各研究者、技術者によって用いる鮮度尺度は変わっている。株式会社前川製作所ら(2007)による特許技術「食材輸送ネットワーク最適化方法」がでは、実験で求めた鮮度の指標として時間と環境条件を関数に取った鮮度劣化速度を近似して採用していた。また、原(1998、2001、2003)は、独自に鮮度を定量的に設定する上で、ペナルティ化正規鮮度を提案し、それは青果物の鮮度が温度一定で微生物汚染が無視できる場合において指数関数型の劣化曲線をとることが多いことから、鮮度を時間 t の関数で近似した。しかし、どの研究も、青果物における鮮度変化と価格変化の関係性について言及しておらず、本分析では、鮮度変化と価格変化を加味した関数を構築し、(3.6)式の売上高の変数に与えることとする。

生産コスト関数も本来は調査をしてみないとわからないが、最もわかりやすい一次関数式近似することが考えられる。また輸送コストは、3.3 節で取り扱った(3.1)式を用いることとする。

3.4.2 鮮度変化による価格下落関数を用いた売上高の算出

本研究では、輸送時間の変化に応じた鮮度及び価格の変化について求めたいため、原(2003)の提案した指数関数型劣化曲線を基準に価格下落関数に設定する。そのために、鮮度変化と価格変化の関係性を把握する。鮮度 $F(t)$ を目的変

数に取り、鮮度劣化速度定数 k が一定であれば、下式のようになる。

$$F(t) = \exp(-kt) \quad (3.7)$$

原(2003)は、食品の生産時の標準鮮度を 100 とした場合、可食限界鮮度を 40 とし、さらに流通から消費に至るまでの正規鮮度の数値を、推奨賞味期限鮮度を 50、推奨流通限界鮮度を 80、推奨流通鮮度を 90、推奨小売店納入鮮度を 95 としている。

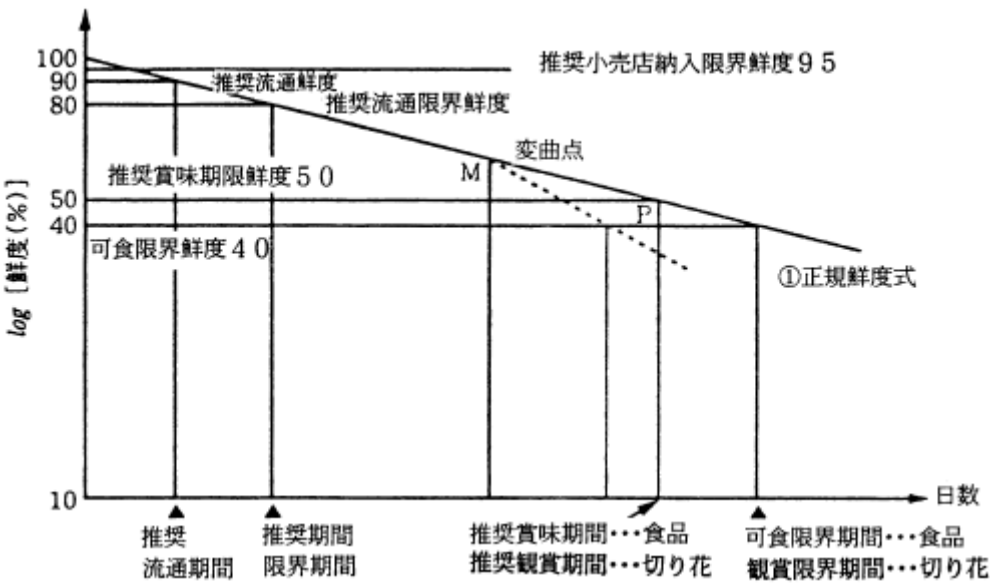


図 3.19 指数関数型鮮度劣化曲線

ここで、可食限界鮮度を設定するために、本研究で扱っている作物の貯蔵条件を表 3.15 にまとめた。そして、貯蔵限界の最大値を、限度レベル(40)と設定して品目ごとの鮮度劣化速度定数を求め、表 3.16 にまとめる。

表 3.14 品目ごとの最適貯蔵条件一覧表

| 品目 | 貯蔵最適温度(℃) | 貯蔵最適湿度(%) | 貯蔵限界 |
|-------|-----------|-----------|---------|
| ほうれん草 | 0 | 95~100 | 10~14 日 |
| トマト | 8~10 | 85~90 | 1~3 週 |
| 長ネギ | 0~2 | 95~100 | 10 日 |
| 白菜 | 0 | 95~100 | 2~3 ヶ月 |

出典： <http://postharvest.ucdavis.edu>

表 3.15 品目ごとの鮮度関数と鮮度状態、日数

| 品 目 | 鮮度 $F(t)$ | 小売店 納品 95 | 流通 90 | 流通 限界 80 | 賞味 期限 50 | 可食 限界 40 |
|-----------|-----------------------------|-----------------|----------|----------------|----------------|----------------|
| ほうれん 草 | $F(t)$ $= \exp(-0.065t)$ | 0.78 日 | 1.61 日 | 3.41 日 | 10.59 日 | 14.00 日 |
| トマト | $F(t)$ $= \exp(-0.043t)$ | 1.18 日 | 2.41 日 | 5.11 日 | 15.89 日 | 21.00 日 |
| 長ネギ | $F(t)$ $= \exp(-0.091t)$ | 0.56 日 | 1.15 日 | 2.44 日 | 7.56 日 | 10.00 日 |
| 白菜 | $F(t)$ $= \exp(-0.010t)$ | 5.04 日 | 10.35 日 | 21.92 日 | 68.08 日 | 90.00 日 |

さらに、計算結果のうち 10 日間における変化を表にプロットした結果を図 3.18 に示す。

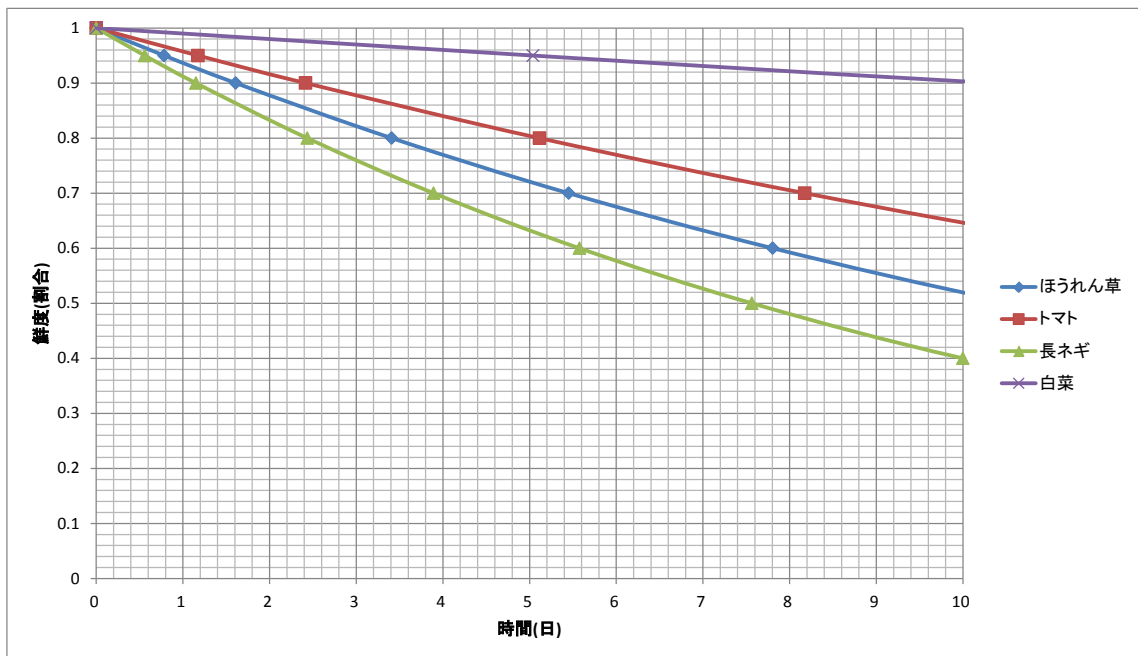


図 3.20 品目ごとの鮮度変化

上図の結果より、白菜の鮮度劣化は4品目の中で最も小さく、日向にさらされていなければ冷蔵輸送はそこまでは必要ないと言える。その一方で、トマト、ほうれん草、長ネギの順で鮮度劣化しやすく、距離と時間に応じては冷蔵輸送の必要があると言える。

各品目の鮮度劣化定数 k を求めたところで、次に、価格と鮮度の関係を求める。価格 p に対して、初期値を p_0 、価格下落速度定数を λ と設定したときに、以下の式が成り立つと仮定する。

$$p = p_0 \exp(-\lambda t) \quad (3.8)$$

初期値 p_0 を農林水産省の生鮮食品価格・販売動向調査(H24)より国産標準品平均価格(円/kg)を適用し、(4.7)式で算出した鮮度劣化速度定数 k が 50 (賞味期限鮮度レベル) のときを便宜上、販売限界鮮度レベルと仮定し、その価格を一律 10(円/kg)と設定して(3.8)式を展開して λ を求める。その結果を表にまとめ、鮮度劣化速度と価格下落速度をグラフにプロットする。

また、この鮮度変化に対する価格変化に一定の関係があることを明らかにするために、最小二乗法を用いて、回帰式を図 3.19 に示した。この結果より、鮮度の落ち具合が速いものほど、価格の落ち具合が速いという解釈を決定係数 R^2 値 0.9958 より裏付けられ、また(3.9)式より鮮度と価格の関係式を得ることができた。

$$\lambda = 6.2333k - 0.0134 \quad (3.9)$$

(4.9)式に従い、(4.8)式を変形した(4.10)式を以下に示す。

$$p = p_0 \exp\{-(6.233k - 0.0134)t\} \quad (3.10)$$

そして、この(3.10)式を用いて、品目ごとの価格変化を図 3.20 に示す。

表 3.16 品目ごとの初期値と各速度定数

| 品目 | ほうれん草 | トマト | 長ネギ | 白菜 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| 価格 p_0 (円/kg) | 791 | 640 | 613 | 178 |
| 価格下落速度定数 λ | 0.4127 | 0.2618 | 0.5441 | 0.0423 |
| 鮮度劣化速度定数 k | 0.0654 | 0.0436 | 0.0916 | 0.0102 |

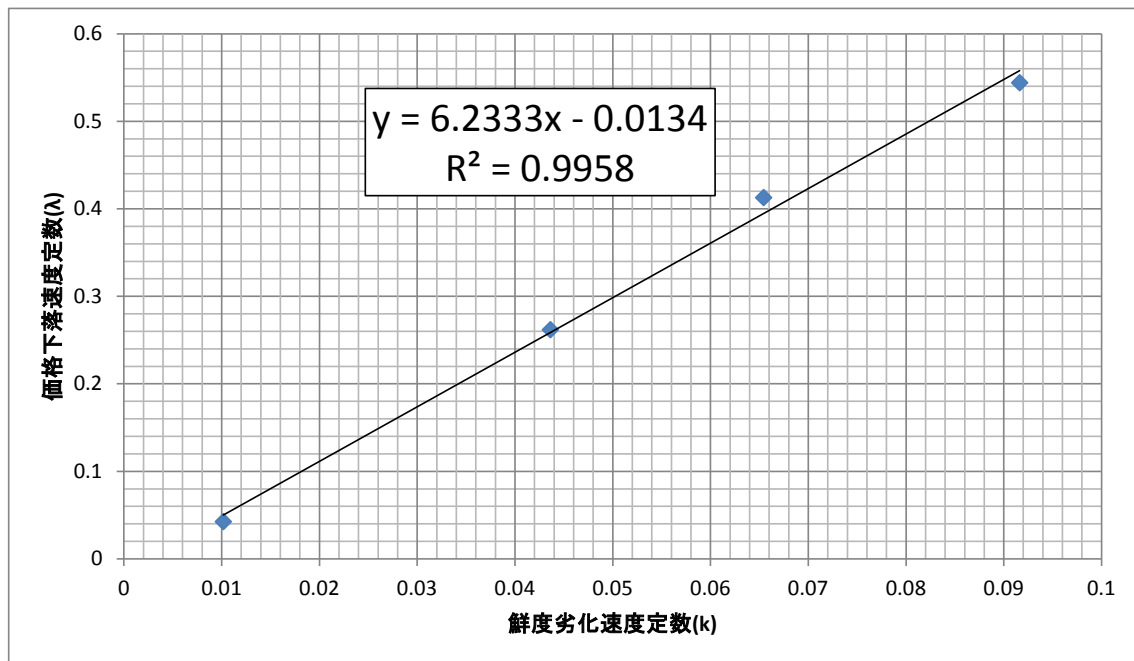


図 3.21 鮮度劣化速度定数と価格下落速度定数の関係

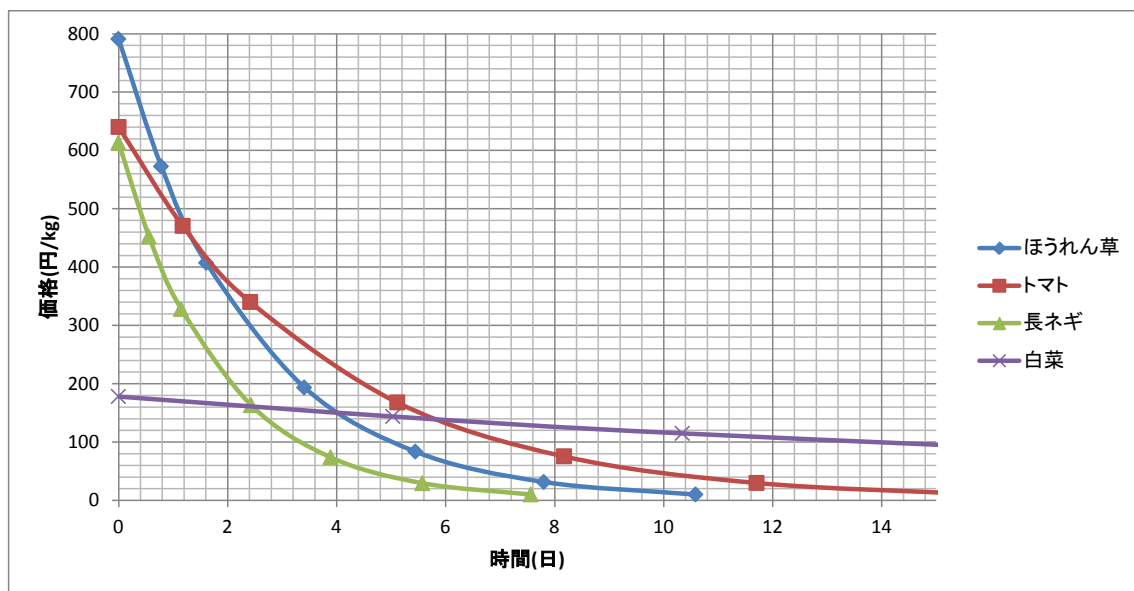


図 3.22 品目ごとの価格変化

本研究では、地域内輸送はどんな長くても 1 日以内に完了するという前提のため、1 日当たりの価格変化を示したグラフ図 3.21 に示し、その下落率を表

3.17 にまとめた。

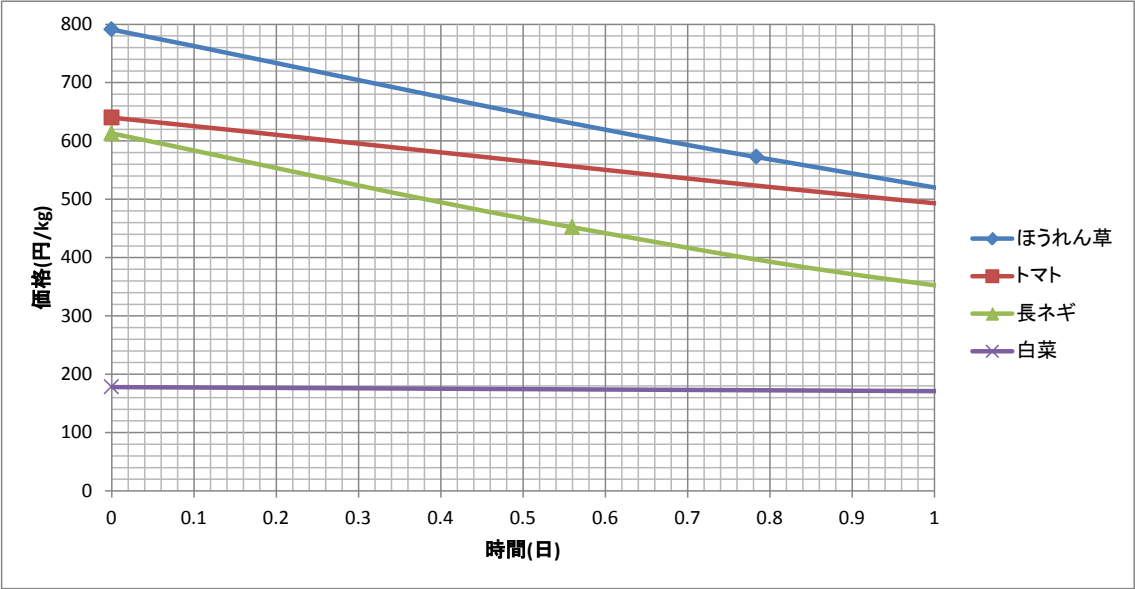


図 3.23 1 日当たりの品目ごとの価格変化

表 3.17 1 日当たりの品目ごとの価格下落率

| 品目 | ほうれん草 | トマト | 長ネギ | 白菜 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| $p_0(\text{円/kg})$ | 791 | 640 | 613 | 178 |
| $p_1(\text{円/kg})$ | 523.5 | 492.6 | 355.8 | 170.6 |
| $p_1/p_0(\%)$ | 66.2 | 77.0 | 58.0 | 95.9 |

この結果より、白菜に関しては、価格がそこまで落ちていないため、梱包に係るコストは小さく見積もることができるが、一方で、トマト、ほうれん草、長ネギは距離や時間に 応じて冷蔵が必要な可能性がある。

そこで、実際の宅配車を対象地区に利用したときの価格下落を見込んだ、売上高の推定値を算出する。宅配車の輸送平均速度を、一般道の法定速度が 60km/h であることから、便宜上 40km/h として計算し、その結果を表 3.18 と図 3.22 にまとめる。

表 3.18 価格下落関数を利用した売上高(千円)

| 売上高pQ【千円】 | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|
| ほうれん草 | 4614.4 | 1146.5 | 623.9 | 1306.2 | 5610.0 |
| トマト | 9032.2 | 6822.9 | 3248.2 | 7771.3 | 14283.2 |
| 長ネギ | 3446.8 | 3977.4 | 1436.0 | 3439.3 | 6544.9 |
| 白菜 | 1576.5 | 1778.9 | 652.3 | 1626.7 | 2933.9 |

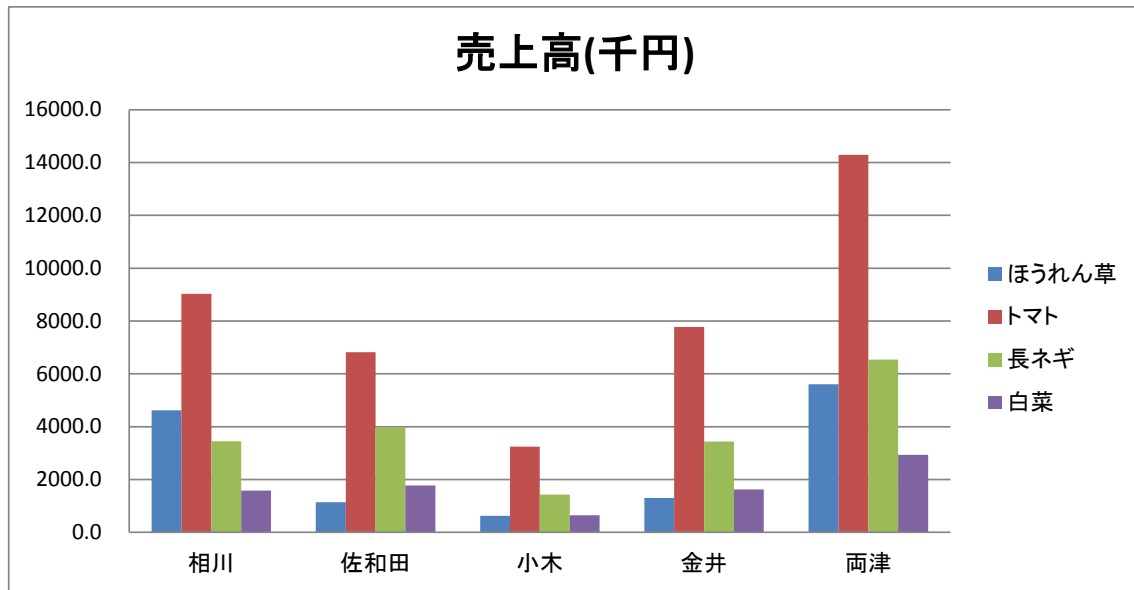


図 3.24 価格下落関数を利用した売上高(千円)

3.4.3 生産コスト関数を用いた総生産コストの算出

需要量に見合う作物量を作るには、相応の生産コストがかかる。このコストは、作物量 Q_i に依存していると考えられるから、 C を Q の関数 $F_c(Q)$ と表しておき、以下の 6.2 式のような増加関数と設定する。

$$F_c(Q) = c_1 Q' + c_2 \quad (c_1, c_2 \text{ は正の定数}) \quad (3.11)$$

ここで、 c_1 は作物の単位(10a)当たりにかかる生産コストを意味し、 c_2 は Q' の量に関わらずかかる固定費用である。

対象地域における公開データがなかったため、茨城農林水産統計年報(H19)を参考に品目ごとに算出した。 c_1 には種苗・苗木費、肥料費、農業薬剤費、その他諸材料費、光熱動力費、賃借料、そして農用自動車、農機具、農用建物の40%を修繕費用と設定し、10a 当たりの生産コストを設定した。一方で、 c_2 には、雇用労賃、物件税及び公課諸負担、そして農用自動車、農機具、農用建物

の 60%を減価償却費として当て、固定費を設定し、その結果を表 3.19 にまとめた。

表 3.19 品目ごとの生産コスト関数

| 品目 | $F_c(Q) = c_1Q + c_2$ (c_1 、 c_2 は正の定数) |
|-------|--|
| ほうれん草 | $F_c(Q) = (34.2Q + 2.3S) * 1000$ |
| トマト | $F_c(Q) = (96.8Q + 32S) * 1000$ |
| 長ネギ | $F_c(Q) = (141.6Q + 38S) * 1000$ |
| 白菜 | $F_c(Q) = (85.6Q + 26S) * 1000$ |

3.4.4 総収益最大化算出

3 章で計算してきた各コストと、その値を(3.6)式に代入した結果を表 3.20 と図 3.23 にまとめた。

この結果、全体としてトマトは収益性が大きい傾向にある、一方で白菜は収益性が小さい傾向にあることがわかった。ほうれん草と長ネギは、収益性は小さくはないが、大きくもないという結果が得られた。しかし、これは当日輸送し、当日購入するという前提が組み込まれており、品目によっては、小売店舗側で数日間保管しておくことも考えられる。たとえば、白菜は 4 品目の中で最も日持ちがよいため、ある程度時間が経った

総収益に対して、輸送コストはほとんど無視できるため、自家用車利用から既存システムの転換の可能性は言えると考ええる。本分析では、宅急便（貨物混載）のみであったが、他の輸送手段（路線バスや青果物専用車）の活用可能性はあると考える。

また、需要量と供給量の変動した際に、どのような収益変動が起こるか、考察していくことで、最適な輸送手段選択の意思決定材料になると考える。

表 3.20 品目ごとの売上高と生産コスト(千円)

| 売上高pQ【千円】 | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|
| ほうれん草 | 4614.4 | 1146.5 | 623.9 | 1306.2 | 5610.0 |
| トマト | 9032.2 | 6822.9 | 3248.2 | 7771.3 | 14283.2 |
| 長ネギ | 3446.8 | 3977.4 | 1436.0 | 3439.3 | 6544.9 |
| 白菜 | 1576.5 | 1778.9 | 652.3 | 1626.7 | 2933.9 |
| | | | | | |
| 生産コスト【千円】 | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 |
| ほうれん草 | 510.2 | 126.6 | 68.9 | 144.1 | 619.5 |
| トマト | 3223.2 | 1485.6 | 738.7 | 1692.1 | 4409.9 |
| 長ネギ | 2676.0 | 1385.6 | 585.4 | 1325.7 | 3795.0 |
| 白菜 | 2219.6 | 1218.0 | 510.9 | 1195.2 | 3185.1 |

表 3.21 宅配便の輸送コストと総収益【千円】

| 輸送コスト【千円】 | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ほうれん草 | 1.574 | 0.079 | 0.013 | 0.035 | 2.246 |
| トマト | 0.917 | 0.559 | 0.082 | 0.632 | 1.914 |
| 長ネギ | 0.075 | 0.339 | 0.032 | 0.134 | 0.841 |
| 白菜 | 0.116 | 0.522 | 0.040 | 0.336 | 1.170 |
| | | | | | |
| 総収益【千円】 | 相川 | 佐和田 | 小木 | 金井 | 両津 |
| ほうれん草 | 4102.6 | 1019.9 | 555.1 | 1162.0 | 4988.3 |
| トマト | 5808.1 | 5336.8 | 2509.4 | 6078.6 | 9871.4 |
| 長ネギ | 770.7 | 2591.5 | 850.6 | 2113.5 | 2749.0 |
| 白菜 | -643.3 | 560.3 | 141.4 | 431.1 | -252.4 |

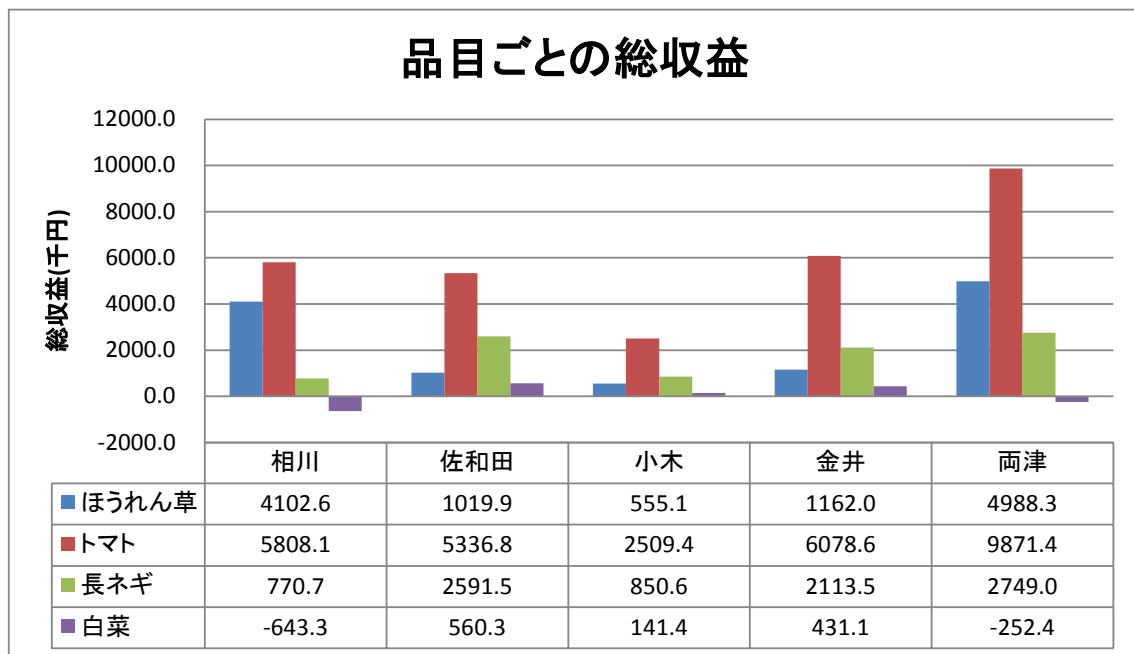


図 3.25 宅配便の品目ごとの総収益(千円)

3.5 状況に応じた最適な輸送システム提案

これまでの結果を踏まえて、空間的な広がり进行想定した輸送システムの提案を行う。

3.5.1 鮮度劣化を考慮に入れた輸送システム提案

空間と鮮度变化に着目して、最適輸送システムの提案を行う。

輸送距離の拡大に応じて、鮮度变化率（鮮度劣化落差）が一次関数型に変化することに着目し、徐行を除いた低速度として路線バスを想定した 20km/h のときの鮮度劣化の落ち具合を図 3.23 にプロットした。

40km/h という距離に 5 地区が収まるため、比較的狭い範囲での輸送のため、鮮度劣化落差はどの作物そこまで大きく変化せず、鮮度定数が 0.95 を上回るものがほとんどであった。しかし、本システムは佐渡市だけでなく一定の普遍性を持たせ全国どこでも適用可能な状況を想定する。そこで、今回の分析では、落差に 10^3 を割った値を縦軸に取り、変化を大きく表示した。

その結果、白菜は 1 を上回ることがなかったが、長ネギは 40km 地点では落差が 7、ほうれん草は 5、トマトは 3 を上まった。この値の意味することを明確化させるために、高速度として 50km/h のときの鮮度劣化の落ち具合を図 3.24 にプロットした。

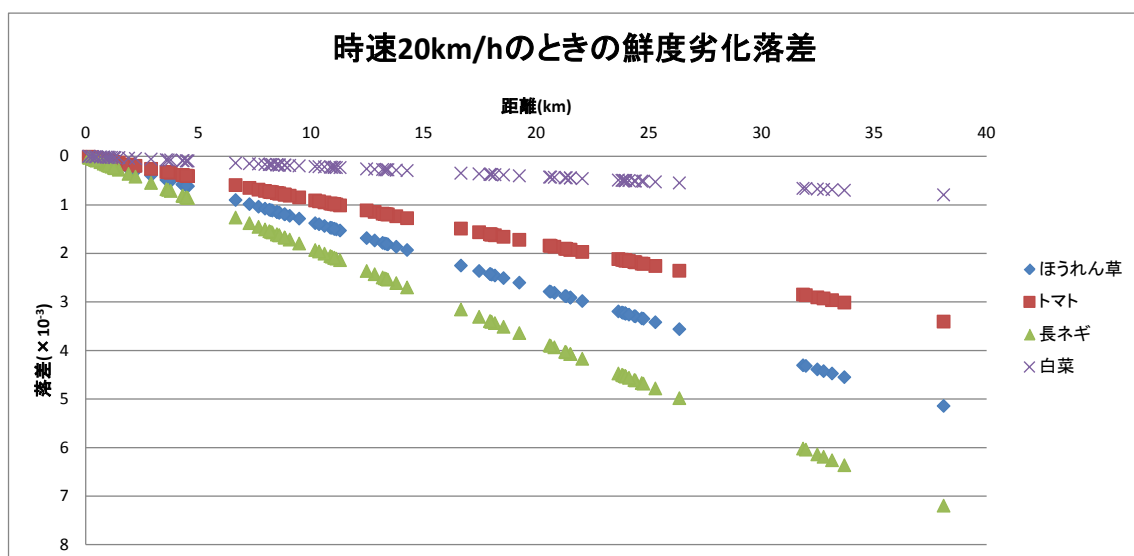


図 3.26 低速度のときの鮮度劣化落差

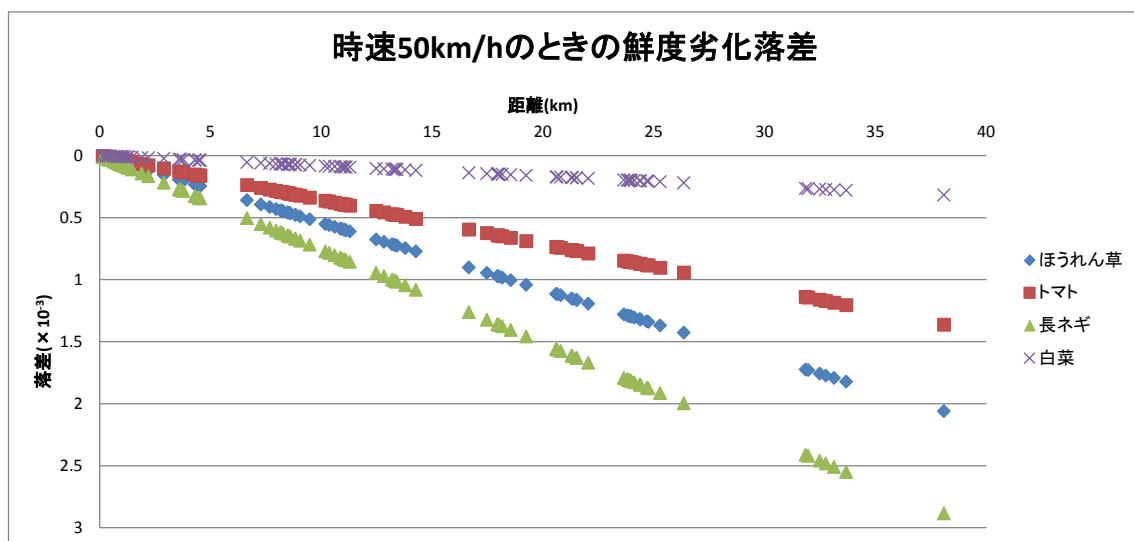


図 3.27 高速度のときの鮮度劣化落差

高速は、宅配便、または専用システム車を想定しており、最大落差の値がそのシステムで輸送できる限界値として設定する。

この設定を踏まえると、白菜はどの輸送手段を利用しても大きく鮮度の質を落とすことなく輸送できるが、長ネギが 15.8km、ほうれん草は 22.2km、トマトは 33.5km 圏内ならばバス輸送が可能であり、圏外ならば宅配便か専用システムを利用することが望ましい。

3.5.2 輸送単価と輸送限界を考慮に入れた輸送システム提案

次に、空間と輸送単価、そして 1 回当たりに輸送できる輸送限界を考慮に入れた輸送システムの提案を行う。

本システムでは、小規模農家による小口輸送がメインになると推察されるため、地区の 1 回当たりの輸送量は決して大きくないと考える。そのため、輸送する箱のサイズを、ヤマト運輸の料金表を参考に、サイズ 60(2kg/箱)のものを一律で採用することと設定する。縦軸に 1 日当たりの出荷箱数を取り、横軸に距離を取ってプロットしたものを図 3.25 に表示した。しかし、ほとんどが 1 箱という状況のため、原点付近に集まりやすい。そこで、10km 圏内、10 箱内における出荷箱と輸送距離の分布図を図 3.26 に表示した。

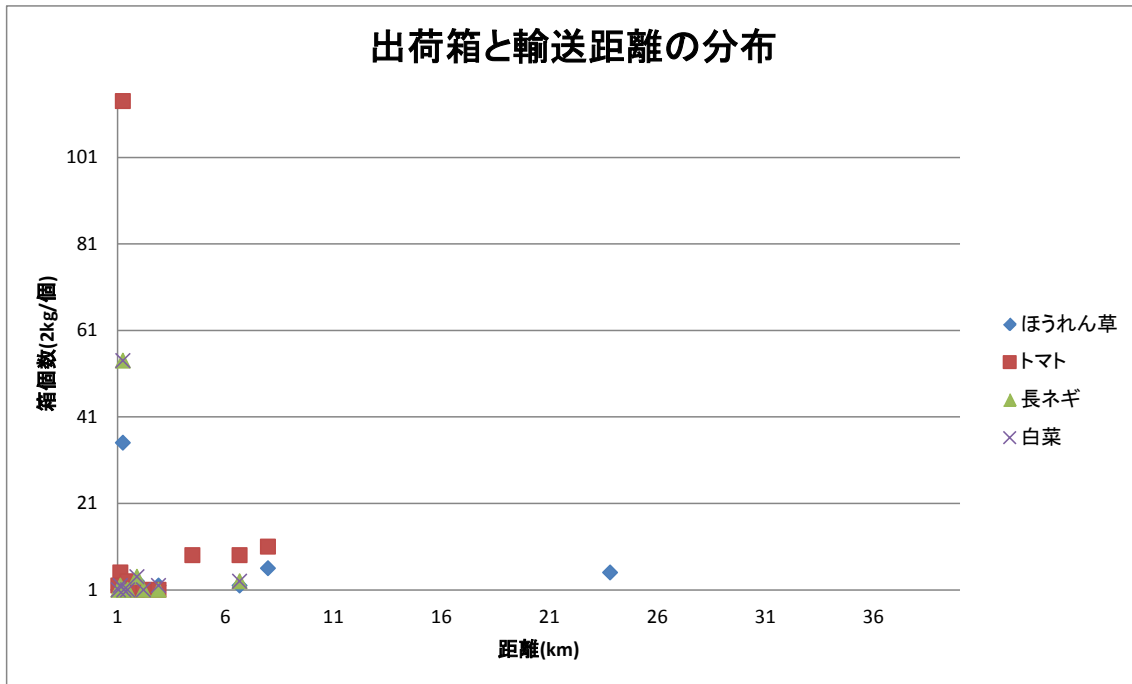


図 3.28 出荷箱と輸送距離分布

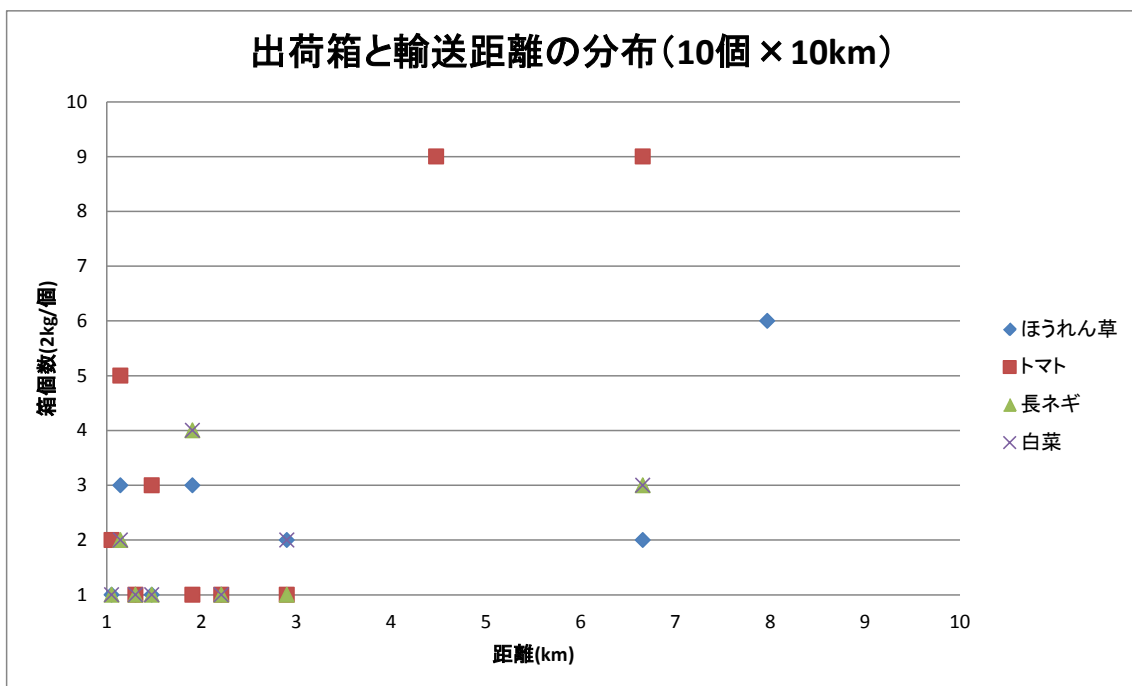


図 3.29 出荷箱と輸送距離分布(10 個×10km)

輸送単価の視点で見ると、路線バス、宅配便、専用システムの順で単価が高くなっていく。つまり、近距離輸送に対して有効になる。一方で、輸送限界の視点で見ると、宅配便、専用システム、路線バス（条件付）の順で限界値が大

きくなっていく。つまり、大量輸送に対して有効になる。

したがって、宅配便は 5 個以下の作物を 10km 以上の輸送条件の際に最適で、専用システム車は 5 個以上の作物を 10km 圏内の輸送条件の際に最適であり、バスはアクセスしやすい大通り沿線であれば、どこでも輸送が可能である。

3.5.3 最適な輸送システム提案のまとめ

以上の分析より、以下の 3 点が明らかになった。

- ①バス輸送は、鮮度劣化が小さい日持ちのよい作物であれば、規模と距離は関係なく、最適である。
- ②宅配便は鮮度劣化が大きい日持ちの悪い作物小規模遠距離輸送に最適である。
- ③専用システムは近距離大量輸送に最適である。

4 章.結論

4.1 結論

本研究の目的を再度確認すると、作物・地区ごとの地産地消割合を向上させるための、既存の地域内輸送システム（宅配便、路線バス）、また青果物輸送専用システムの輸送状況に応じた最適利用を提案することであり、以下の3点を明らかにするために分析をしてきた。

①総輸送コストを最小にした場合の供給限界、各地域への配分量を明らかにすること。

②生産者の総収益を線形計画法の計算手法を用いて求めていくこと。

③①②を用いて、3種類の輸送手段の最適な利用状況を提案すること。

分析の結果、①に関しては以下の通りである。

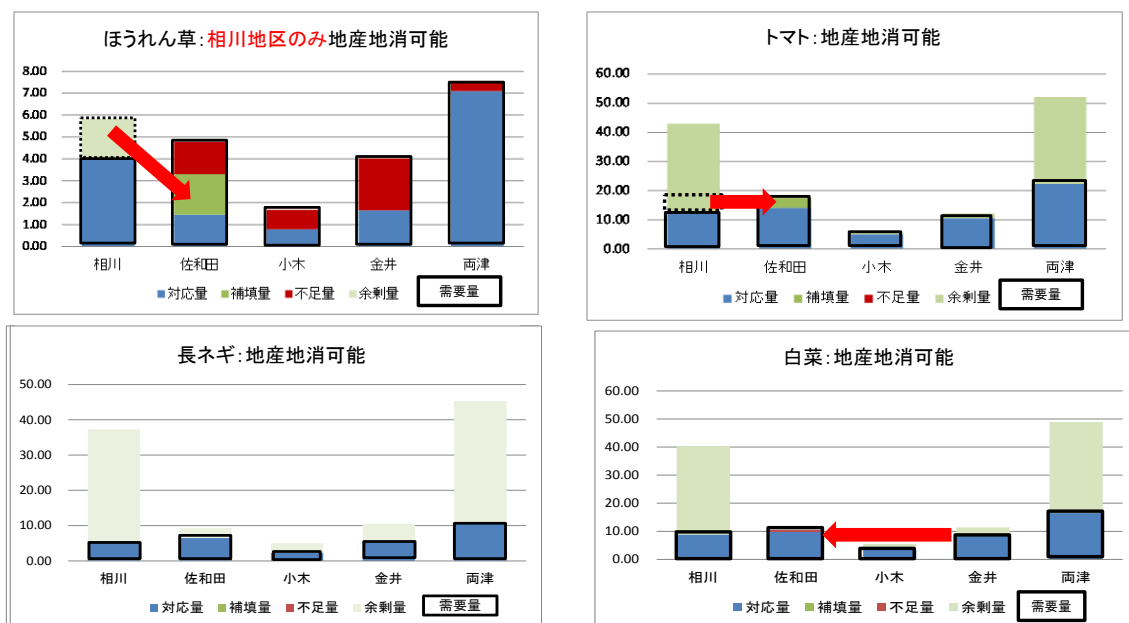


図 4.1 供給限界と配分量

地域需要と地域供給の差を最も小さい形で提示した結果が図 4.1 である。

さらに、②に関しては以下の通りである。

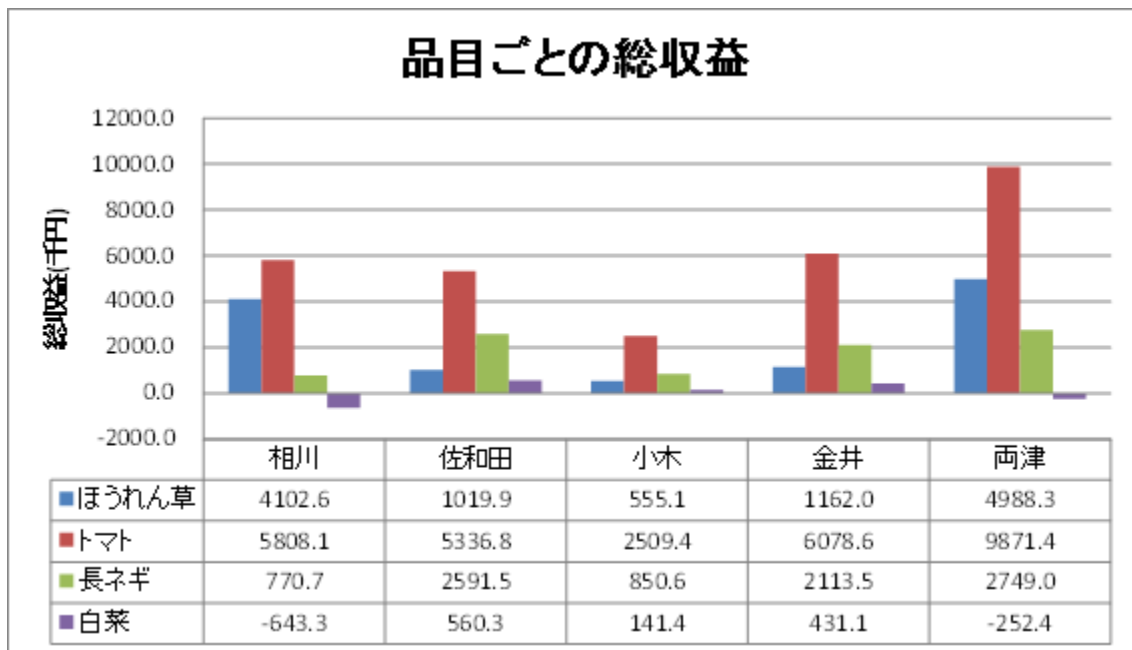


図 4.2 品目ごとの総収益値

輸送コストが売上高よりはるかに小さいため、輸送単価が多少変動しても大きな変化はなく、状況に応じて輸送手段を使い分ければよい。

しかし、この算出仮定で、鮮度と価格の関係式を用いることで、より厳密に輸送システムを判断する材料となった。

③に関しては、以下の通りである。

- バス輸送は、鮮度劣化が小さい日持ちのよい作物であれば、規模と距離は関係なく、最適である。
- 宅配便は鮮度劣化が大きい日持ちの悪い作物小規模遠距離輸送に最適である。
- 専用システムは近距離大量輸送に最適である。

4.2 研究の課題

本研究では、地域内を 5 区分することで簡易化し、また作物を旬の作物を 4 種類のみで計算を行ったため、対象とする数を全地域レベルまで増やした上で、計算することが望ましく、対象領域を広げることが今後の課題である。

また、本研究では輸送手段がすべて輸送することのみに特化していたが、今後、移動販売車のような形の輸送と小売の在り方が増えると考える。輸送施設と販売施設を一体化した場合の研究はそう多くないため、社会ニーズが向上するにつれて、輸送システムの在り方も変容していくと考え、それに応じて生産者の収益や消費者の支払意思額、そして輸送費用が変化していく中で、システムの参加者の数がどう変化するのか予測することも今後できるだろう。

参考文献

公益財団法人 食の安全・安心財団：「外食産業統計資料集 2013」
(<http://www.anan-zaidan.or.jp/>)

農林水産省：「学校や老人ホームの給食における地場産物利用拡大にむけた取組手法の構築等に関する調査結果の概要」、平成 24 年 2 月。

大宮めぐみ：「厚生連病院における地場産農産物活用の現状と課題」、農林業問題研究、第 190 号、2013 年 6 月。

尾家健生：「フード・ツーリズムについての考察」、観光&ツーリズム第 15 号、pp.23-24、2010

安田恒宏著：「フードツーリズム論—食を活かした観光まちづくり—」、古今書院、2013 年 7 月 10 日

国土交通省 HP:多自然居住地域の創造に資する異分野連携による新たな交通サービスの提供方策～「多自然居住地域の創造」のために～、1998、
<http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/soukou/ppg/ppg1/ppg1.html>(最終閲覧日 2014 年 1 月 7 日)

柴崎将也・金谷健：地産地消による輸送燃料消費量の変化の実態および地産地消を効果的に展開するための施策—大学生協京都事業連合会を事例として—、第 32 回環境システム研究論文発表会公園種、pp.497-505、2004.10.

尾崎亨：「青果物の環境保全型物流に関する研究」、酪農学園大学紀要 25(2)、pp.275-303、2000.8.

斉藤和美・徳永幸之・須田熙：宅配バスの成立条件とそのモデル化、土木学会

東北支部研究発表会、pp.412-413、1994.

徳永幸之・稲村肇・須田熙：宅配バスの成立可能性の検討、日本都市計画学会
学術研究論文集(29)、pp.175-180、1994.

徳永幸之・須田熙・深野俊介：宅配サブセンター出店における宅配バスの活用、
土木学会第 50 回年次学術講演会、pp.810-811、1996.9.

浜田誠也・横須賀達博・河野辰夫：地下鉄を活用した新たな物流システムの可
能性に関する調査研究、第 28 回土木計画学研究発表会、CD-ROM、2003.11.

古池弘隆・丹野善彦・増田安彦：青果物集出荷ルートの最適化への AIDA の適
用に関する研究、土木計画学研究・講演集 No.12、1989.12.

盛田宗義・増田幸広・高橋清・千葉博正：産地直送業者の意識構造に基づいた
物流効率化に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集(60)、pp.598-599、
2004.

河元隆利・岸邦弘・佐藤馨一：輸送時間短縮による水産物の鮮度維持効果に関
する研究、土木学会第 60 回年次学術講演会、2006. 9.

加藤晃・竹内伝史共著：土木計画学のためのデータ解析法、共立出版 p.333、
1998 年 3 月 1 日.

国土地理院測量計算サイト：<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/main.html>(最
終閲覧日 2015 年 1 月 4 日)

佐 渡 市 HP 「 組 織 ・ 業 務 ・ 施 設 」 :
<https://www.city.sado.niigata.jp/admin/org/index/index.shtml>(最終閲覧日 2015 年 1
月 4 日)

佐渡市観光協会 HP : <http://www.visitsado.com/>(最終閲覧日 2015 年 1 月 4 日)

JA 佐渡 HP : <http://www.ja-sado-niigata.or.jp/>(最終閲覧日 2015 年 1 月 4 日)

農林水産省 HP「わがマチ・わがムラ」: <http://www.machimura.maff.go.jp/machi/>(最終閲覧日 2015 年 1 月 4 日)

総務省統計局「家計調査年報(平成 18 年)」:
<http://www.machimura.maff.go.jp/machi/>(最終閲覧日 2015 年 1 月 4 日)

佐渡市:「佐渡市地域医療計画」、平成 19 年 3 月.

佐渡市:佐渡観光アンケート調査報告書(平成 25 年度)、平成 26 年 9 月.

株式会社前川製作所. 食材輸送ネットワーク最適化方法. 特開 2012-138000.

原明弘:味噌のペナルティ化正規鮮度とフレッシュロジスティクス、醸協 98(2)、pp.96-106、2003.

Postharvest technology Center HP : <http://postharvest.ucdavis.edu/>

新潟交通佐渡 ヒアリング項目

- 路線バスの利用状況
 - ◇ 路線・区間
 - ◇ 観光客と住民、通勤・通学、通院など利用者属性ごと
 - ◇ 時間帯、季節ごと
 - ◇ 2014年4月1日から始まったトキめき佐渡・にいがたパス利用者の路線バスの利用状況
- 路線運営の状況
 - ◇ 過去2-30年単位での利用状況と提供サービスの変化
 - ◇ 利用促進や路線維持のための取り組みの状況
 - ◇ 収益と運営上の工夫
- タクシーの利用状況
 - ◇ 観光利用の状況（主な目的地、人数、時間帯等）
 - ◇ 利用属性の大まかな構成とその季節による違い（住民、観光、商用の割合等）
- 外国人への対応
 - ◇ 英語のパンフレットや地図の用意、対応マニュアルの作成などの有無
 - ◇ その他、困ったこと、今後の方針等
- その他
 - ◇ 利用状況など調査などの実施状況
 - ◇ 観光客の利用促進に関する取り組みの有無（観光協会との連携等）
- 上記項目関するご提供可能なデータ

株式会社 佐渡汽船 ヒアリング項目

■ レンタカーサービス

- レンタカーの利用状況
 - ☆ 利用属性の大まかな構成（住民、観光、商用の割合等）とその季節による違い
 - ☆ 観光目的での利用の状況（目的、人数、期間（日数））
 - ☆ 可能であれば上記に関する実データ
- 観光客の利用促進に関する取り組みの有無（観光協会との連携等）
- 外国人への対応
 - ☆ 英語のパンフレットや地図の用意、対応マニュアルの作成などの有無
 - ☆ その他、困ったこと、今後の方針等
- その他

■ フェリーによる貨物輸送の状況

- ジェットフォイル・フェリーの運行状況
 - 利用者数
 - 月ごとの欠航率
- 貨物輸送の状況
 - 年間、季節ごとの貨物輸送の量と品目、利用者
 - 貨物輸送の量、品目に関する経年変化
- 貨物輸送業に関する課題と今後の展望等

株式会社ヤマト運輸佐渡支店ヒアリング調査結果

日時：2014 年 9 月 4 日（木）@ 佐渡市役所

➤ 島内での配送サービスについて

- 佐渡市内のドライバー数、車両保有台数（車種別）
- 車両とドライバーの稼働状況（平休別，季節別）
- 主な集荷・配送の経路（主要な拠点の位置や規模を含む）
- 料金体系（全国共通ルールと異なるようであれば）

➤ 路線運営の状況

- ☆ 各営業所（両津、金井、佐和田、相川、小木）からの輸送量（年間・一日）
- ☆ 時間帯ごとの貨物量、経路及び立寄地点の変化
- ☆ 輸送量及び取扱貨物品目の季節変動
- 過去 2-30 年単位での利用状況（総量、売り上げ、輸送距離、ルート）、提供サービスの変化

佐渡市ロジスティクス調査内容

1 日目；島内周遊（移動手段は全て車）

7:55 新潟港発⇒（ジェットfoil）⇒9:00 両津着⇒09:20 金井コープ⇒
10:00 七浦方面⇒11:00 北片辺棚田⇒11:20JA 相川⇒12:00-13:00 そば処＋さ
どんぼ

注；川戸口（昼食自由）

10:20 発新潟港⇒（ジェットfoil）⇒11:55 両津着⇒12:19 両津発⇒（内
海府線/乗車調査実施）⇒13:53 真更川着・そのまま待機

2 日目；島内調査（※※19:30 ゼミ予定。）

○チーム A 金山方面（中塚、大越）

6:40 潮津の里発⇒（自動車）⇒7:06 佐和田⇒（南線）⇒7:59 両津港⇒朝食
休憩⇒自由行動⇒12:50 両津発⇒（本線）⇒13:52 相川⇒（レンタサイクル）
⇒佐渡金山⇒（散策）16:45 佐渡金山発⇒（レンタサイクル）⇒17:00 レン
タサイクル返却⇒17:18 相川⇒（本線）⇒17:38 佐和田⇒（徒歩等）⇒18:00
浦島到着。

○チーム B トキの森方面（大島、川戸口）

6:00 潮津の里発⇒（自動車）⇒6:28 佐和田⇒（本線）⇒7:03 両津港⇒朝食
休憩⇒9:17 両津発⇒（南線）⇒9:36 トキの森公園着⇒（散策）⇒13:29 ト
キの森公園発⇒（南線）⇒14:11 佐和田着⇒14:20 佐和田発⇒（小木線）⇒
15:23 宿根木着⇒散策⇒17:30 宿根木発⇒（レンタサイクル）⇒16:00 レン
タサイクル返却⇒16:30 小木発⇒17:37 佐和田着⇒18:00 浦島到着。

○チーム C 全島周遊(清水先生、片桐先生、中島)

9:00 千枚田⇒10:00 岩首⇒13:30 松ヶ崎⇒14:00 赤泊⇒17:00 西三川⇒18:00
浦島集合

3 日目；打ち合わせ＋自由行動

○打ち合わせ組（清水先生、片桐先生、大島）

9:00 よらんか下見⇒10:00 市役所打ち合わせ⇒※14:30 壺八棚田見学⇒
17:00 両津

○観光バス組（中塚、大越）

8:55 発佐和田⇒（定期観光バス/半日コースおけさ B トキの森あり、大島名
で予約済）⇒12:20 両津着⇒12:50 両津発⇒（本線）⇒13:15 金井着⇒※合
流

○さどんぼ組（中島、川戸口）

10:00-12:00 大川さどんぼ体験⇒（大川待機）⇒※車で迎えに行き、合流

○佐渡島内調査（2 日目）とゼミについて

・大島の修論調査・分析を行う上で、ゼミ生には島内の既存公共交通機関で
ある路線バスに乗って、島内を周遊・散策してもらう。その際、以下の点に
注意をして調査をしていただきたい。

- ✓ バス停到着時間（実際の時刻表との遅れを把握するため）
- ✓ 乗車人数（小口配送を路線バスで行う上で、座席の空き状況を把握するため）
- ✓ 利用者の基本属性（性別、年代、島民/観光客を観察調査。わかる範囲でよい。）
- ✓ 利用者としての所感（思うところがあれば、その都度シートにメモ、そして撮影。）

・ゼミでは、各自が佐渡内を周遊・散策した際の発見や所感を、地図に落とし込み、写真を紹介するワークショップを予定している。そのためシート用紙や写真データは多少多めに、詳細に記述することが望ましい。

※別資料や調査シートは、当日、大島が持参する。

○ 注意 点

- ・ バスの時刻とルートに気を付けること。
- ・ 新潟交通佐渡 HP の路線図や時間帯を予め把握することをお勧めします。

<http://www.sado-bus.com/route/index.html>

- ・ バス、自転車、徒歩が中心になるため、動きやすい服装を推奨。

○ 持参備品について（主として学生）

- ・ 筆記用具
- ・ デジカメ/スマホ

| 調査者； | | | | | 手荷物について(1;重さ10kg以内,容積30cm立方以内,長さ1m以内 2;1以上のもの 3;その他/不明) | | |
|------|-----|-------|-----|-----|--|------|----|
| 乗車No | バス停 | 到着時間 | 年齢 | 手荷物 | 備考 | 降車人数 | 合計 |
| 14 | 佐和田 | 12:53 | 40代 | 2 | 登山道具持参 | | |
| 15 | 佐和田 | 12:53 | 70代 | 1 | | 3 | 2 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

図 調査票の一部

謝辞

本研究を遂行するにあたり、3年間、うち約1年は南アフリカにいた私に気にかけて下さった清水教授に深く感謝いたします。片桐助教には、調査準備のご指導や研究発表の伝え方をはじめとする技術的指導をして下さいました。有難うございました。また、文化領域でのゼミ発表のたびに、毎度厳しい突っ込みや快く情報提供していただいた川原准教授、岡村助教には、感謝の念が堪えません。そして、観光科学域の全領域の学部生、院生の遠慮のない叱咤激励がなければ、私のお腹まわりの如くわがまま感の固まりのような私がこの修士論文を書き上げることはできなかったでしょう。殊に、情報領域 D3 の池田拓生氏や自然領域 D1 の小池拓矢氏には、文化領域とはまた違った他分野の視座を以てご指摘と助言をいただくだけでなく、毎日の食事の用意まで惜しめない協力を頂きました。本当に有難うございました。

また、本研究に関わる情報提供やヒアリング調査に快くご協力をいただいた。佐渡市役所様、新潟佐渡交通株式会社様、佐渡汽船観光株式会社様、ヤマト運輸株式会社様に深く感謝の意を表します。

そして、佐渡島への調査の動向し、協力してくださった、清水ゼミの中塚典孝氏、大越優介氏、川戸口雄太氏、中島理華さん、そして激励をしていただいたたくさんの暇な友人、卒業生、後輩達に感謝の意を表します。

最後になりましたが、計7年の学生生活を最後まで好き勝手させていただいた家族への感謝も兼ねて謝辞とさせていただきます。