

# 長崎市におけるフードデザート問題の分析

鳥海 重喜

キーワード：フードデザート問題，勾配，代謝的換算距離，長崎市

本稿は、馬場 龍之介さんによる 2015 年度中央大学理工学部情報工学科に提出された卒業論文をもとに加筆修正したものです。

## 1. はじめに

近年、郊外地域のみならず都市部においても満足に買い物に行けず、日々の生鮮食料品を確保することに苦労している買い物弱者（特に高齢者）が増えています。この社会的な問題はフードデザート（食の砂漠）問題と呼ばれ、内閣府の調査によれば約 600 万人が該当しているとされています。鳥海 [1] は福岡市を対象として、自宅から店舗までの道路距離（道路ネットワーク上の最短距離）によってフードデザート問題を分析しています。しかし、本研究で対象とする長崎市のように、坂が多い街では単純な道路距離では移動負担の評価に不十分です。そこで本研究では、坂道（勾配）の負担について、消費エネルギーを利用した代謝的換算距離によって評価し、現実に即したフードデザート問題の分析を行います。

## 2. 使用データ

まず、人口データとして、平成 22 年度国勢調査に関する地域メッシュ統計の 4 分の 1 メッシュデータ（おおむね 250 m 四方の領域）を使用します。分析の対象とする高齢者は、単純な 65 歳以上人口ではなく、「高齢者単身世帯数 + 高齢者夫婦世帯数 × 2」として定めます。離島を除外した 62,833 人を対象とします。

次に、生鮮食料品店に関するデータとして、i タウンページ [2] を利用して、長崎市に存在するスーパーマーケット 192 店舗、コンビニエンスストア 165 店舗の住所を取得します。

そして、標高データとして、国土地理院が提供して

いる「基盤地図情報ダウンロードサービス」を利用して、対象地域の 5m メッシュ標高データを取得します。

さらに、道路ネットワークデータとして、住友電工製の全国デジタル道路地図データベース（2005 年版）を利用して、移動のための道路ネットワーク（高速道路を除く）を構築します。このとき、標高データと重ね合わせを行い、ネットワークのノード（交差点など）に対して標高値を与えます。

## 3. 代謝的換算距離の定義

佐藤ら [3] は、徒歩移動する際の移動負担について、地形条件を勘案した指標である代謝的換算距離を提案しています。本研究でも、この指標を用いて分析を行います。

基礎代謝量に対する「活動時総代謝量 - 安静時代謝量」の比であるエネルギー代謝率  $RMR$ 、基礎代謝率  $BMR$ 、体重  $W$ 、時間  $T$  を用いて、消費エネルギー  $E$  を

$$E = (RMR + 1.2) \times BMR \times W \times T \quad (1)$$

で計算します。エネルギー代謝率  $RMR$  は、勾配（単位は%）を  $x$  として

$$RMR = 3.113e^{4.614x} \quad (2)$$

と定めます。基礎代謝率  $BMR$ 、体重  $W$  は人によらず一定とし、時間  $T$  は、歩行速度を毎分 80 m と設定したうえで道路ネットワークのリンクの長さから逆算して求めます。勾配は、リンクの端点となる二つのノードに与えられた標高値の差とリンクの長さを用いることで容易に得られます。ここまでで、各リンクに対して、勾配を考慮したエネルギー代謝率による消費エネルギーを計算できることとなります。

ところで、勾配を 0% とすると式 (2) から  $RMR$  は 3.113 となることがわかります。また、 $BMR$  と  $W$  は一定（定数）です。これらの値を式 (1) の右辺に代入し、先ほど求めた消費エネルギーを左辺に代入すると、時間  $T'$  を計算することができます。この値を歩行速度と掛け合わせることで勾配 0% のエネルギー代謝率で計算される代謝的換算距離を求めることができます。

ただし、本研究で対象とする高齢者の場合、急な下り坂（勾配が負）には抵抗を感じるということが知られている

とりうみ しげき

中央大学 理工学部情報工学科

〒 112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

toriumi@ise.chuo-u.ac.jp

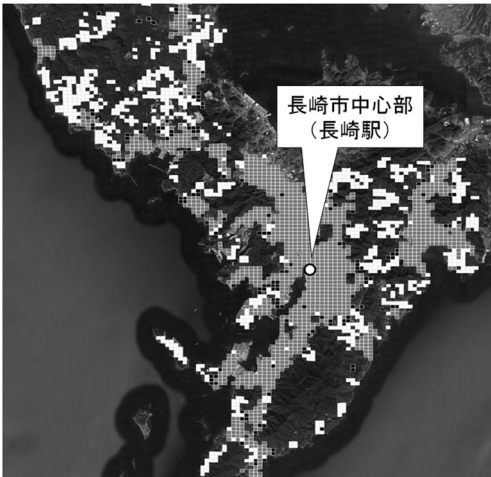


図1 フードデザート地域の比較 (閾値 1,500 m)

ため、勾配が-11%以下の下り坂には、その勾配の絶対値をとった上り坂と同じ負荷を与えることとします。

#### 4. フードデザート問題の分析

本研究ではフードデザート地域を「高齢者が住んでいるメッシュの代表点から最寄りの生鮮食料品店までの代謝的換算距離がある閾値を超えた地域」とします。たとえば、閾値を1,500 m とすると、フードデザート地域に居住している高齢者は6,488人(全体の10%強)と計算されます。勾配を考慮しない単純な道路距離で計算すると、4,519人(全体の7%強)となるので、勾配を考慮することの重要性が示唆されます。図1はフードデザート地域を示したものです。白色の地域が道路距離(および代謝的換算距離)でフードデザート地域となったメッシュ、黒色が代謝的換算距離でフードデザート地域となったメッシュ、灰色が非フードデザート地域を表しています。周辺部に白色の地域が広がっており、黒色の地域も点在していることがわかります。

#### 5. 生鮮食料品店評価モデル

長崎市の中心部には多くの生鮮食料品店が立地しているのに対し、周辺部や山間部には店舗があまり立地していません。そのため、前節でみたようにフードデザート地域が周辺部に広がっているのです。一方、中心部のように現在非フードデザート地域であったとしても、近隣の店舗が撤退するようなことが起きれば、フードデザート地域になってしまう可能性もあります。

そこで本研究では、現在非フードデザート地域に居住している高齢者が、今後も買い物弱者とならないために必要となる生鮮食料品店の数と立地を数理計画モデルの

一つである集合カバー問題によって分析します。なお、生鮮食料品店は高齢者のみならず、一般の人でも利用するので、ここでは高齢者以外の人を一般人として扱います。

まず、高齢者が居住しているメッシュの集合を  $I$ 、一般人が居住しているメッシュの集合を  $K$ 、生鮮食料品店の集合を  $J$  と表します。そして、メッシュ  $i (i \in I)$  から店舗  $j (j \in J)$  までの代謝的換算距離が 1,500 m 以内なら 1、そうでないなら 0 とする定数  $a_{ij}$  と、メッシュ  $k (k \in K)$  から店舗  $j (j \in J)$  までの道路距離が 5,000 m 以内なら 1、そうでないなら 0 とする定数  $b_{kj}$  を用意します(一般人が買い物に行く際には、自動車を利用することを想定しているため、代謝的換算距離ではなく道路距離を基準としています)。そのうえで、店舗  $j (j \in J)$  の存続が必要ととき 1、そうでなければ 0 とする決定変数  $x_j$  を用いて、必要となる生鮮食料品店の数を最小化する問題を次のように定式化します。

$$\min \sum_{j \in J} x_j \quad (3)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j \in J} a_{ij} x_j \geq 1 \quad (\forall i \in I) \quad (4)$$

$$\sum_{j \in J} b_{kj} x_j \geq 1 \quad (\forall k \in K) \quad (5)$$

$$x_j \in \{0, 1\} \quad (\forall j \in J) \quad (6)$$

この問題を数理計画ソルバーである CPLEX12.6.1 を利用して解いた結果、生鮮食料品店 357 店舗のうち、101 店舗を存続させる必要があることがわかりました。もし、高齢者に対して勾配を考慮しない道路距離で同様の計算を行うと必要店舗数は 85 店舗となるので、こでも勾配を考慮することの重要性が示されました。

#### 6. おわりに

本研究では、長崎市を対象としたフードデザート問題を勾配の考慮という観点から分析しました。その結果、既存研究で行われているような単純な道路距離による評価と比べて、フードデザート地域の空間分布、フードデザート地域を広げないために必要となる生鮮食料品店の数ともに違いが生じ、勾配を考慮することの重要性が示されました。

#### 参考文献

- [1] 鳥海重喜, “福岡市におけるフードデザート問題の分析,” 都市計画論文集, **49**, pp. 993-998, 2014.
- [2] i タウンページ, <http://itp.ne.jp/?rf=1> (2015 年 7 月 閲覧).
- [3] 佐藤栄治, 吉川徹, 山田あすか, “地形による負荷と年齢による身体能力の変化を勘案した歩行換算距離の検討,” 日本建築学会計画系論文集, **610**, pp. 133-139, 2006.