

# 経路抽出アルゴリズムによる、輸送に伴う環境負荷解析

## *Analysis of Transport CO<sub>2</sub> Emission, by the Route Extraction Algorithm*

○長嶋真人\* 長野宇規\*

Mahito NAGASHIMA, Takanori NAGANO

1. はじめに 農業における二酸化炭素の排出量削減のためには、農業生産だけではなく流通に伴う排出量への着目が必要である。ただし既存のフードマイレージは、地形の急峻な我が国での流通を解析するためには適切かどうか不明である。そこで本研究では市町村間を i)最短距離、ii)最小燃料消費、iii)最短時間で結ぶ経路を多対多で抽出できるアルゴリズムの開発に取り組み、得られた結果を分析した。

2. 研究対象と使用データ 研究対象は兵庫県全域とした。兵庫県内の市町村役場（89ヶ所、平成3年時）所在地を結ぶ道路網と地形を解析し、市町村役場同士を結ぶ経路の抽出を試みた。道路データ（JMCマップ<sup>1)</sup>）と標高データ（数値地図 50 mメッシュ（標高）<sup>2)</sup>）を 50 mメッシュのラスターデータに変換して使用した。また対象とする道路は、全ての道路、高速道路を除く全道路、高速道路・国道を除く全道路の 3 パターンとした。

3. 経路抽出アルゴリズム 本研究では C 言語により経路抽出アルゴリズムを作成した。このアルゴリズムは、始点から各道路セルまでの重みを入力し、道路データに終点までの重み付けをした後、終点から始点まで重みが最も少ない道路セルをたどり、最小重み経路を抽出するものである。終点から最小重み経路を検索する際に、その経路の距離・燃料消費量・走行時間を計算する。重みは累積距離・累積燃料消費量・累積走行時間とし、i~iii) の経路をそれぞれ抽出した。燃料消費量を計算するために、乗用車を用いた実走行により勾配と燃料消費量の関係を算出した（式 (1)）。また、道路の最大勾配設定を道路構造令に従い、高速道路を 3%、国道を 5%、県道を 6%、その他の道路を 7%とした。この解析では渋滞や信号等による速度減速は考慮せず、速度は高速道路を 80 km/h、国道を 50 km/h、県道を 45 km/h、その他の道路を 30 km/h とした。

$$\begin{cases} \frac{1}{C} = 0.0803 e^{12.29 \tan \theta} & (\tan \theta \geq 0.05) \\ \frac{1}{C} = 0.021 & (\tan \theta < 0.05) \end{cases} \quad \text{式 (1)}$$

1/C : 1 km あたりの燃料消費量[L/km]

### 3. 結果と考察

3.1 誤差検証 本研究では道路データを 50 m のラスターデータに変換したため、斜線が階段状に表現されるエイリアス<sup>3)</sup>が生じることや、50 m 内に併走する道路が 1 つの道路として表現されることが原因となり、実際の道路とは差異が生じている。そのため実際の道路との誤差を検証する必要がある。誤差検証には、数値地図 25000<sup>4)</sup> の国道データを路線ごと 50 m ラスターデータに変換して経路抽出プログラムでその距離を計算し、兵庫県より得た国道延長データと比較し相対誤差を計算した。その結果全ての経路で相対誤差が 6% 以内となった。

---

\* 神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

キーワード：経路抽出アルゴリズム、二酸化炭素排出、環境負荷、フードマイレージ

3.2 経路による燃料消費量の違い 作成したアルゴリズムでは、約 5 分という解析時間で対象とした市町村役場の 1 つから残り 88 ヶ所の市町村役場までの経路を抽出することができた。Fig. 1 に最短距離・最小燃料消費・最短時間経路の経路距離と燃料消費量の散布図を示す。日本のように道路勾配が詳細に規定され、アスファルト舗装された道路網においては、高速道路・国道・県道で燃料消費量に差が出なかった。Fig. 2 は、同じ二点間における最短時間経路の燃料消費量に対する最小燃料消費経路の燃料消費量の比を求め、その比の平均値を始点ごと図示したものである。この値が大きい地域は、最短時間で走行しようとしたとき、距離は長い時間が短縮できる道路、つまり高速道路を利用しやすい地域といえる。Fig. 2 において高速道路の密度が高い地域でこの値が高いことがわかる。このように経路抽出アルゴリズムの結果を用いて、その地域の道路利便性を定量的に判断できることがわかった。

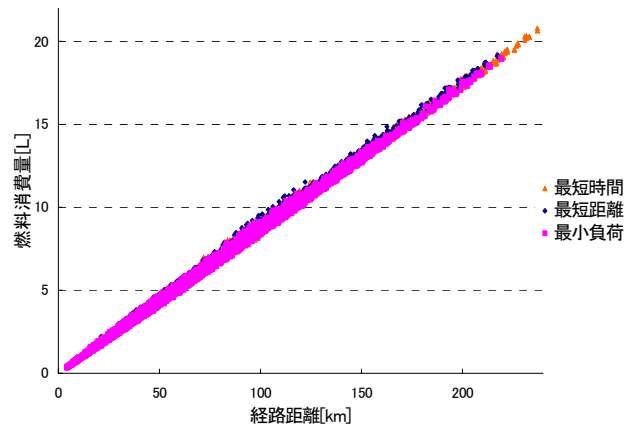


Fig. 1 各経路の経路距離と燃料消費量の散布図

5. おわりに 道路の重み付けによる抽出アルゴリズムにより二点間の最短距離・最小燃料消費量・最短時間経路を抽出することができた。速度設定や勾配条件など細かい設定を再検討する必要はあるが、実際の道路との誤差が 5%以内で経路を抽出することができた。兵庫県の道路網では、どの道路を利用しても燃料消費量は走行距離に比例するため、フードマイレージが輸送負荷の指標として適用できることが明らかになった。今後は、兵庫県内における農産物の生産・出荷情報を調査し、農産物輸送に伴う環境負荷を定量化していく。また兵庫県以外の地域（国外を含む）でも経路を抽出し、地域特性についても検討する予定である。

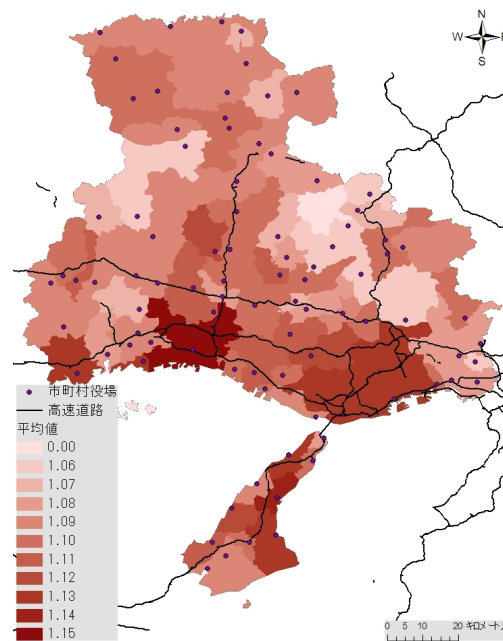


Fig. 2 最短時間経路の燃料消費量に対する最小燃料消費経路の燃料消費量の比の始点ごとの平均値

引用文献 1) 「JMC マップ (日本)」、<http://www.jmc.or.jp./data/jmcmmap.html>, 2) 「数値地図 50m メッシュ (標高)」、<http://www.jmc.or.jp/data/mem.html>, 3) 吉田均、吉川眞、田中成典、北川悦司『基礎からわかる GIS』: 森北出版、2005 年、pp.24-28, 4) 「数値地図 25000 (空間データ基盤)」、<http://www.jmc.or.jp/data/25000spa.html>