

GIS を用いた言語伝播の推定

—交流度計算方法の再検討—

中野 尚美・川崎 廣吉・沈 力

沈・馮・津村 (2009) は、言語伝播経路を推定するため、言語伝播の難易度を把握する方法として、地形と人口を尺度に各方言区の人々の交流機会の多さを測ることを提案し、その尺度を交流度と呼んでいる。本研究では、従来の交流度計算方法の課題を解決するため、交流度の定義を明確化し、新しい交流度計算方法を提案して一つの数値の形で交流度を示すことを目的とする。言語伝播の難易度を交流度として数値化し、言語伝播の有無の推定方法を厳密化するという意味で、本研究は言語伝播理論の構築において重要な意義を持つ。

1. 研究背景

言語伝播は言語変化をもたらす重要な要因の一つである。では、特定の言語変化が言語伝播によるものか否かをどのように検証すればよいだろうか？伝播による言語変化の場合、言語変化の程度と言語伝播の難易度に平行性がある。言語伝播は人間の交流によってもたらされるため、言語伝播の難易度は人間の交流機会の多さに大きく左右されると考えられる。従って、言語変化の程度と人間の交流機会の多さを対比することで、言語伝播の有無を推定することができる。

しかし、人間の交流機会の多さはどのように把握すればよいだろうか？人間の交流は人間の移動と接触であり、人間の移動は地形など空間的環境の制約を受け、人間の接触は人口の制約を受ける。従って、地理情報科学の手段を用い、これら二つの物理条件を数量化することで、人間の交流機会の多さを数量として把握することができる。

沈・馮・津村 (2009) は、地形と人口を尺度として各方言区の人々の交流機会の多さを測ることを提案し、その尺度を交流度と呼んだ。そして、地形・人口の要素を総合して方言区間の交流度の順序を決定した。具体的判断基準は次の通りである。

交流度順序の判断基準

- ・人口条件…当該地区の人口が密集しているほど交流度が高い。
- ・地形条件…当該地区内で村間の徒歩移動の利便性が高い（徒歩移動に要するコストが少ない）ほど交流度が高い。
- ・人口条件と地形条件の順序を総合して交流度の高低順序を判断する。

沈・馮・津村 (2009, 2010) は、地理情報システム (GIS, Geographic Information System) を用いて山西省霍州市の異なる形態法を持つ3方言の交流度順序を示し、それによって霍州市3方言の形態法変遷過程を推定した。沈・馮・中野 (2011a, 2011b) も同様の方法を用い、山西省靈石高地の入声消失順序を説明した。

しかし、交流度を求める過程において、以下の二つの課題が浮かび上がってきた。1) 上記研究では交流度の値を具体的に与えるのではなく、あまり明確でない方法で、視覚的印象に基づいて地形・人口条件の順序を判断していた。2) 交流度の値に大きな影響を与える道路の要素を考慮していなかった。

本論文では上記二つの課題を解決するため、交流度の定義を明確化し新たな交流度計算方法を提案する。沈・馮・中野 (2011a, 2011b) の交流度

計算結果との比較のため、当該研究が用いた霊石高地の言語、地形、人口データに道路のデータを加え、新たな交流度計算方法を用いて交流度を計算する。そして沈・馮・中野(2011a, 2011b)の交流度計算結果と比較し、新たな交流度計算方法の妥当性を検証する。最後に交流度と言語変化の程度を対比し、両者の関係を明らかにする。

2. 言語形式の地理分布

2.1 霊石高地の地理環境

まず、本研究で用いたデータの調査地である霊石高地の地理環境を紹介する。図1は山西省の地図である。山西省東部には太行山脈、西部には呂梁山脈があり、中央部は細長い天然の回廊(山西回廊)を形成している。山西回廊は少なくとも霊石高地(霊石県・汾西県・霍州市)によって南部の臨汾盆地と北部の晋中盆地に区切られている。

上記で説明した山西省の地形は、入声の地理分布と密接な関係がある。6世紀頃の古代漢語には、「入声韻尾」と呼ばれる音節末閉鎖子音[-p,-t,-k]を持ち、独自の調類を形成する入声音節が存在したが、現代漢語及び多くの北方方言では既に音節末閉鎖子音が脱落し、調類も非入声調類に編入している。ここでは、このような現象を「入声消失」と呼ぶ。

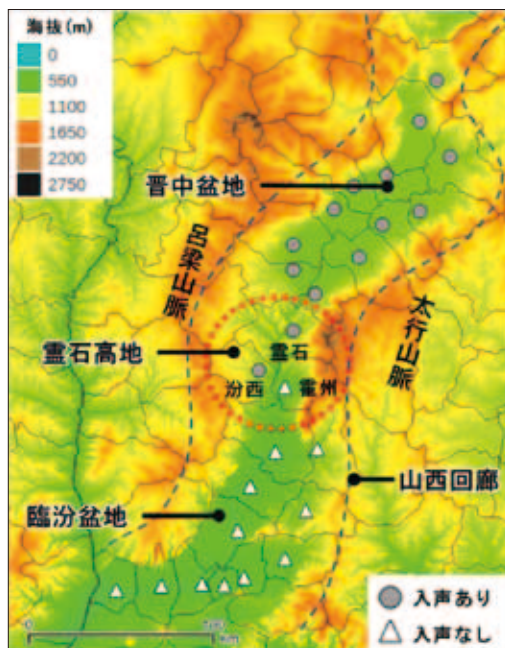


図1 山西省の地形と山西回廊における入声の地理分布

図1はまた入声の山西回廊における地理分布を示す。図中の記号の位置は山西回廊26県市の政府所在地を示し、三角は入声のない地点、丸印は入声のある地点を表している。図1から分かるように、南部の臨汾盆地では入声はすでに消失しているが、北部の晋中盆地では消失しておらず、入声韻尾[-ʔ]と独自の調類を保っている。

王(2003, p.132)によれば、臨汾盆地を含む山西省南部は山西の歴史文化の発祥地である。また、臨汾盆地を含む山西省南部は地形が平坦で周辺地域との交通が便利であるが、晋中盆地は四方を山に囲まれており外部との交流が不便である。このような歴史的・地理的条件が、両盆地の方言の形成に大きく影響していると考えられる。喬(2008, p.349)や王(2003, p.144)は、臨汾盆地の中原官話から晋中盆地の晋方言への影響が優勢であると指摘している。

入声消失現象が臨汾盆地から北へ伝播すると考えれば、その伝播は霊石高地を超えておらず、霊石高地は山西回廊において入声消失の最前線地域となっている。また、山西省全体の入声消失状況を見ると、霊石高地において無入声方言が入声方言地区に最も北まで食い込んでいることから、霊石高地は山西省全体においても入声消失の最前線地域と言える。霊石高地は、地形上は臨汾盆地・晋中盆地の過渡地域であり、入声の地理分布上は無入声地区と入声地区の過渡地域となっている。

2.2 霊石高地の入声

以下では、沈・馮・中野(2011a, 2011b)の調査結果に基づき、霊石高地における古入声形態素の入声残存状況を紹介する。

沈・馮・中野(2011a, 2011b)は、霊石高地(3県市の606村)において、古入声形態素がどの程度入声の特徴を保っているかを調査した。調査に用いた古入声形態素は、次に示す64形態素である(中国社会科学院言語学研究所(編), 1964)。

识滴石食笛一逸得灭急 竹织积笔曲出七秃匹黑
湿锡福割桌窄接搭百约 缺尺切铁拍歇说削月入
六纳麦秣药局宅杂读白 合舌俗服八拔发罚督毒
浊失实十

調査結果を表1に示す。表1のように、入声残存形態素数は大きく五つの区分に分けられる。各区分に属する村の地理分布は連続的であり、地理

表 1 靈石高地における入声残存形態素数の区分と村数
(他の残存数の区分はない)

入声残存形態素数	方言区	分布地区	靈石県村数	汾西県村数	霍州市村数	合計村数
0～3	方言区 0	霍州中南・汾西南東部	0	13	151	164
9～10	方言区 10	霍州北部	0	0	30	30
28～33	方言区 30	汾西南部	0	60	0	60
38～42	方言区 40	汾西北部	0	76	0	76
57～62	方言区 60	靈石全域・汾西北西部	273	2	1	276

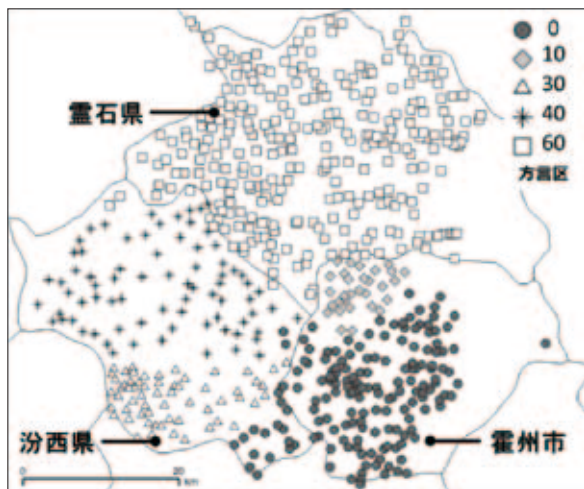


図 2 入声残存形態素数に基づく五つの方言区

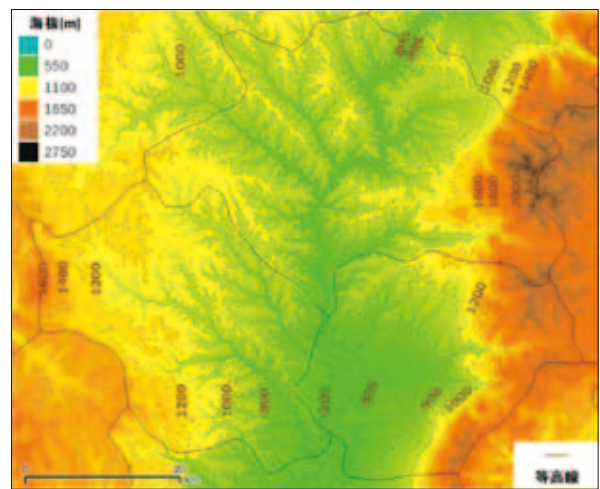


図 3 靈石高地の地形

的区域と対応する。従って、以下ではこの五つの区分に対応する地理的区域を方言区とし、入声残存形態素数の代表値を当該方言区の入声残存形態素数とする。

図 2 は、靈石高地 606 村を上記の五つの方言区に分類して示したものである。図中の濃い灰色の丸印は方言区 0、薄い灰色の菱形は方言区 10、三角は方言区 30、米印は方言区 40、四角は方言区 60 に属する村をそれぞれ表している。

2.3 靈石高地の地形と人口のデータ

靈石高地の地形と人口のデータを紹介する。本研究ではこれらのデータを用いて交流度の計算を行なった。

図 3 は靈石高地の地形データである。地形データは 90m 四方のセルの集合からなり、一つ一つのセルが標高データ持っている。図 3 では、各セルを標高に基づき色分けし、200m 間隔の等高線と重ねて表示している。

図 4 は、靈石高地 606 村の人口とその地理分

布を示している。図中の丸印は村の位置を表し、丸印の大きさと色は各村の人口を表している。

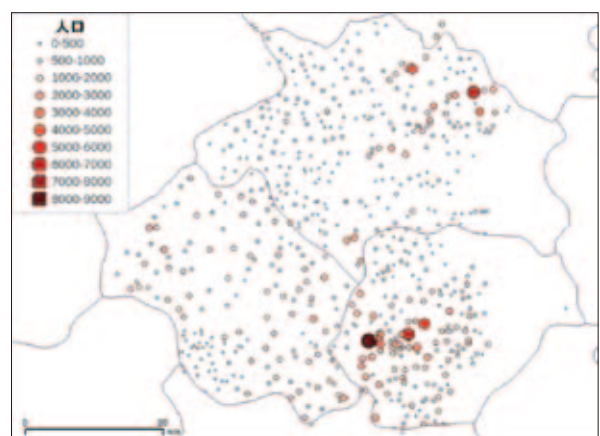


図 4 靈石高地の人口

3. 新たな交流度計算方法

沈・馮・中野 (2011a, 2011b) では、交流度の

最も高い地区を言語伝播の起点、つまり「中心地区」とし、その一方で、交流度の高低順序に基づいて中心地区からの言語伝播の難易度を推定していた。つまり、当時は「方言区内部の交流機会の多さ」と「言語伝播の起点と方言区の交流機会の多さ」を明確に区別していなかった。

しかし、この両者は言語伝播過程において異なる作用を持つと考えられる。「方言区内部の交流機会の多さ」は言語伝播の起点を決定し、「言語伝播の起点と方言区の交流機会の多さ」は言語伝播の起点からの言語伝播の難易度を決定する。

従って、本論文では上記二つの条件を区別し、まず言語事実と人口などの社会条件に基づき言語伝播の起点を仮定する。それから、「起点と各方言区間の交流度」を計算する。

さらに本論文では、交流度をより一層明確化するため、各方言区における交流度 C を次の式で与える。

$$C = kvd \quad (1)$$

ここで、 k は比例係数、 v は中心地区の人が1日で到達できる対象方言区内の平均村数、 d は方言区の人口密度である。

中心地の人が一定時間内に到達できる村の数 v の多さは、中心地区の代表地点から各方言区の村々への平均歩行コストに基づき算出され、中心地区から各方言区への徒歩移動の利便性を表す。中心地は言語伝播の中心地区の代表地点であり、中心地の人が一定時間内に到達できる平均村数が多いほど、中心地区から当該方言区への徒歩移動の利便性が高く、交流機会もまた多いと考えられる。一方、方言区内の人口密度 d の多さは中心地区と当該方言区の人との接触機会の多さを表す。方言区内の人口密度が高いほど、中心地区と当該地区の人間の接触機会は多く、交流機会もまた多いと考えられる。

前述のように、人間の交流は人間の移動と接触であることから、人間の移動の利便性を表す v と、人間の接触機会の多さを表す d を掛け合わせることで、交流機会の多さを交流度 C として数値化することができる。交流度は、「一つの村に到達するたびに 1km^2 範囲の人と交流するとき、中心地の人が1日に接触できる平均人数」と理解してもよい。

本論文では、交流度を尺度として中心地区と各

方言区間の交流機会の相対的順序を判定する。もし交流度を実際に交流する人数とするなら比例係数 k を定める必要があるが、本論文では各方言区の交流度の相対値だけを考えるので、 $k=1$ に設定する。以下では、交流度計算の過程とその結果を詳述する。

4. 交流度計算の過程と結果

4.1 中心地の代表地点の選択

霊石高地の入声が無入声方言の影響により消失しつつあるとすれば、入声消失現象の伝播の中心となっている地区は入声残存形態素数0の地区のはずである。従って、この地区から一つの代表地点を選択し、その地点を起点として、中心地区の人が1日に交流可能な平均村数 v を計算する。

図5の薄い灰色で囲んだ部分は、入声残存形態素数が0の地区、すなわち方言区0（164村）の範囲を示している。方言区0は、二つの県市の9郷鎮（霍州市城区、白龍鎮、大張鎮、辛置鎮、陶唐峪郷、李曹鎮、三教郷、汾西県和平鎮、団柏郷）にまたがっている。図5では村を郷鎮ごとに異なる記号で示している。また表2に各郷鎮の人口を与える。9郷鎮のうち、最も人口が多いのは霍州市城区（図5の濃い灰色で囲んだ部分）であり、この地区が方言区0の中心地区、つまり霊石高地における入声消失現象の伝播の中心地区と考えられる。従って、本研究では霍州市城区の中心地、すなわち霍州市政府所在地（図5の赤い星印）を、中心地区の代表地点として選定する。

表2 入声0の村を含む郷鎮の人口

郷鎮	人口(人)
霍州市 城区	45,438
霍州市 大張鎮	29,000
霍州市 李曹鎮	26,565
霍州市 三教郷	22,398
霍州市 陶唐峪郷	20,698
霍州市 辛置鎮	20,100
霍州市 白龍鎮	18,642
汾西県 和平鎮	15,099
汾西県 団柏郷	12,809

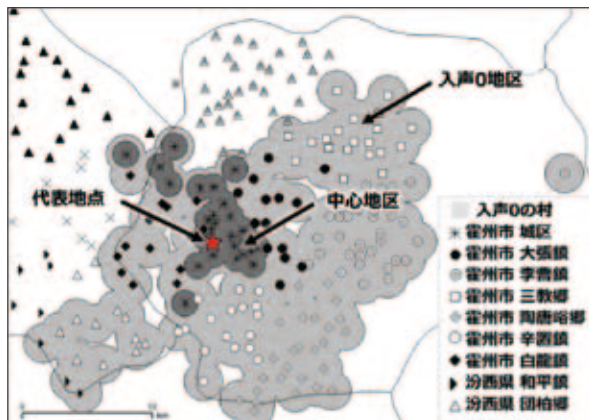


図5 入声0の村を含む郷鎮と
その中心地区の代表地点



図6 道路データ

4.2 歩行コストと交流範囲の村数

中心地区から各方言区への徒歩移動の利便性は、中心地区の人が一定時間内に到達できる村の数 v の多さによって表される。本論文では、中心地区の代表地点から各村までの歩行コスト（移動にかかる時間）に基づき、中心地区の人が1日に到達可能な方言区ごとの平均村数を計算し、これを中心地区の人が一定時間内に到達できる村の数 v とする。歩行コストの計算にはGISソフトGRASS (Neteler and Mitasova, 2007)を用いる。具体的な計算過程は以下の三つのステップに分けられる。

ステップ1：中心地区の代表地点を起点として、起点から霊石高地606村までの歩行コストを計算する。

ステップ2：五つの方言区ごとに平均歩行コスト（中心地の人が当該方言区の一つの村を訪れるのに必要な平均時間（時間/村））を求める。

ステップ3：24時間を平均歩行コストで割り、中心地の人が1日に到達可能な平均村数を求める。

4.2.1 歩行コストの計算方法

図6は霊石高地の道路データである。図中の赤いセルは道路を、白いセルは道路以外の部分を表している。道路データは地形図と同様に90m四方のセルから構成されている。歩行コスト計算では、道路部分のみを歩行可能とし、道路でない白いセルの部分を地形データから除外する。そして、地形データから残った道路部分の傾斜（隣接セルの高度差）を算出し、それに基づいて各セル

を通過するときに必要なコストを一定の比率で時間（秒）に換算する。

コスト関数は、Aitken (1977)、Langmuir (1984)の「歩行時間換算公式」に基づいており、人間が平地・上り坂・緩やかな下り坂・急な下り坂を歩くときに必要な時間（歩行コスト）を与える。ここでいう「緩やかな下り坂」とは、傾斜角度が -12 度（上りを正の値とする）に満たない下り坂であり、「急な下り坂」とは、傾斜角度が -12 度よりも急な下り坂を指す。

コスト関数 T は水平移動距離を ΔS 、また、その間に上ったり下ったりしたときの垂直方向の距離を ΔH （上りは $\Delta H > 0$ 、下り $\Delta H < 0$ ）とすれば、

$$T = a \Delta S + \begin{cases} b \Delta H & (\text{for uphill}) \\ c \Delta H & (\text{for moderate downhill}) \\ d \Delta H & (\text{for steep downhill}) \end{cases} \quad (2)$$

で与えられる。ここで、 a は単位長さを移動するときの平地での歩行コスト、 b は上り坂を歩くときに付加される歩行コスト、 c は緩やかな下り坂を歩くときに付加される歩行コスト、 d は急な下り坂を歩くときに付加される歩行コストである。

上記では一つのセルを通過するときに必要な歩行コストの計算方法を説明した。続いて、起点から各村までの歩行コストの計算方法を説明する。

歩行コストの計算に用いるデータはセルからなり、起点から各村までの移動に必要な歩行コストを求めるには、移動時に通過するセルを決定し、それらのセルを通過するときに必要なコストの総

和を求める必要がある。人間は一般的に歩行コストが少ない経路を選んで歩行すると考えられるので、歩行コストが最小になる経路を通った時の歩行コストを、起点から各村までの歩行コストとする。

この一連の計算は、GRASSのコマンド r.walk (Neteler & Mitasova, 2007) を用いて行った。パラメータの値は $a=0.72$, $b=6.0$, $c=2.0$, $d=-2.0$ でいずれも単位は sec/m である。r.walk では起点から計算範囲内の全てのセルまでの歩行コストを計算するが、r.walk による計算結果から各村の位置に相当するセルの歩行コストを抽出することで、起点から各村までの歩行コストが得られる。

4.2.2 起点から各村までの歩行コスト

以下では、上述の計算方法に基づき、中心地から各方言区の村への平均歩行コストを求める。

まず、霍州市政府所在地を起点として霊石高地606村までの歩行コストを求める。

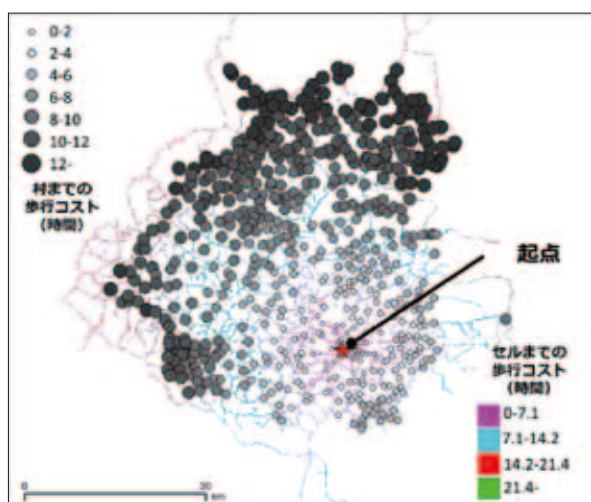


図7 歩行コストの計算結果

図7は r.walk による歩行コストの計算結果である。赤い星印は歩行コスト計算の起点となる霍州市政府所在地を示す。セルの色は起点から各セルまでの歩行コストを表し、ピンクは0-7.1時間の範囲、水色は7.1-14.2時間の範囲、赤は14.2-21.4時間の範囲、黄緑は21.4時間以上の範囲を示している。道路部分のセルのみ歩行コストを計算しているため、道路部分のセルだけに色がついている。図中の丸印は各村の位置を示し、丸印の大きさと色は、r.walk の計算結果から抽出した各村までの歩行コストを表している。

4.2.3 方言区ごとの平均歩行コスト

次に、五つの方言区ごとに平均歩行コストを求める。平均歩行コストは、「中心地の人が当該方言区の一つの村を訪れるのに必要な平均時間（時間/村）」と理解してよい。まず、各方言区内の全村の歩行コストの総和を求め、それを村数で割れば、中心地区から各方言区の村への平均歩行コストが算出できる。平均歩行コストの計算結果を表3に示す。中心地から入声残存形態素数0地区、すなわち、方言区0のある一つの村に歩いていくには、平均2.8時間必要である。方言区10の村ならば平均4.3時間、方言区30の村ならば平均8.2時間、方言区40の村ならば平均8.3時間、方言区60の村ならば平均10.2時間が必要である。

平均歩行コストの高低に基づき五つの方言区を並べると、その順序は次のようになる。

$$\begin{aligned} &(\text{方言区 } 0) < (\text{方言区 } 10) < (\text{方言区 } 30) \\ &< (\text{方言区 } 40) < (\text{方言区 } 60) \end{aligned}$$

従って、中心地からの歩行コストが高い方言区ほど、入声の消失程度が低く、逆に中心地からの歩行コストが低い方言区ほど、入声消失程度がより高くなっている。

4.2.4 1日で到達可能な村数

最後に、24時間を平均歩行コストで割り、「1日に到達可能な村数（村/日）」を算出する。その計算結果も表3に示す。方言区0では1日平均8.5村、方言区10では1日平均5.53村、方言区30では1日平均2.92村、方言区40では1日平均2.87村、方言区60では1日平均2.34村に到達可能である。

4.3 人口密度

以下では、各方言区の人口密度を計算する。具体的な計算過程は以下の二つのステップである。

ステップ1：各方言区の面積を求める。

ステップ2：方言区の人口の和を面積で割り、人口密度を算出する。

まず、各方言区的面積を求める。村の面積が公表されていないため、本論文では各方言区の凸包の範囲を求め、その面積を方言区的面積とする。凸包とは、点の集合があるとき、その集合の全ての点を含む最小凸多角形である。図8は、各方言

区の凸包の範囲を示している。

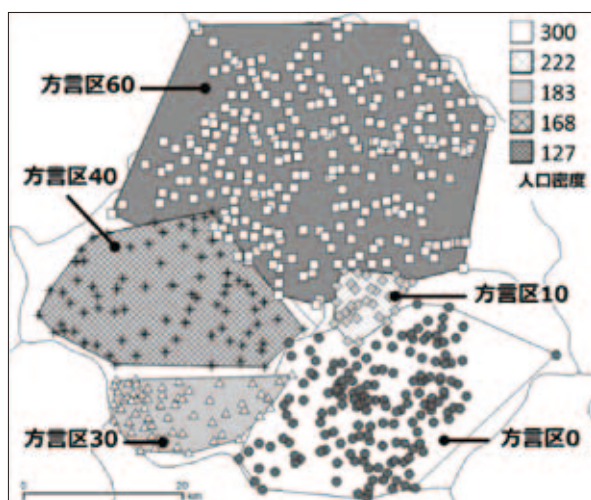


図8 五方言区の凸包範囲と人口密度

次に、五つの方言区の凸包の面積(平方キロメートル)を求める。方言区0の凸包面積は618km²、方言区10は60km²、方言区30は164km²、方言区40は446km²、方言区60は1260km²となった。

最後に、各方言区の総人口を凸包の面積で割り、人口密度を求める。計算結果は表3の通りである。表3のように、方言区0の人口密度は1km²あたり300人、方言区10は222人、方言区30は183人、方言区40は168人、方言区60は127人となった。上記五つの方言区を人口密度の順に並べると以下のようなようになる。

(方言区0) > (方言区10) > (方言区30)
> (方言区40) > (方言区60)

また、表3に示すように、人口密度が高いほど

入声残存形態素数が少ないことが分かる。

4.4 交流度

交流度は人口密度(人/km²)と1日に到達可能な平均村数をかけた数値であり、人々の交流機会の多さを表す。交流度を表3に示す。

五つの方言区を交流度の順に並べると、以下のようになる。

(方言区0) > (方言区10) > (方言区30)
> (方言区40) > (方言区60)

交流度の高い方言区ほど入声残存形態素数が少ないことが分かる。交流度は人間の交流機会の多さを表し、入声残存形態素数は、入声消失という言語変化の程度を表す。従って、霊石高地における入声消失現象に関しては、言語変化程度の順序と交流機会の多さの順序に平行性があると言える。このことから、霊石高地においては、入声残存形態素数0地区の中心地区である霍州市城区から周辺の五つの方言区へ入声消失現象が伝播しつつあると推定される。同時に、方言区間の入声残存形態素数の順序は、伝播の起点である霍州市城区との交流機会の順序を反映していると説明できる。

4.5 交流度と入声残存形態素数

本論文では、新しい計算方法を用いて各方言区と中心地区の交流度を算出し、その順序を求めた。その結果は、沈他(2011a, 2011b)の算出した交流度順序と一致した。本論文も沈他(2011a, 2011b)と同様に地形と人口を尺度として各方言区の人々の交流機会の多さを測っており、両者の

表3 歩行コスト、1日に到達可能な村数、人口密度および交流度

方言区	村数	人口	面積(km ²)	歩行コスト総和	平均歩行コスト(時間/村)	1日に到達可能な平均村数(v)	人口密度(人/km ²)	交流度
0	164	185,636	618	463.0	2.8	8.50	300	2,553 (非常に高い)
10	30	13,320	60	130.0	4.3	5.53	222	1,228 (高い)
30	60	29,975	164	492.7	8.2	2.92	183	535 (中程度)
40	76	75,126	446	634.7	8.3	2.87	168	484 (低い)
60	276	160,540	1,260	2,820.8	10.2	2.34	127	299 (非常に低い)

計算結果が一致することは、本論文の提案した交流度計算方法に妥当性があることを示している。また、本論文は一つの数値の形で交流度を算出しているため、交流度の順序が一目瞭然となり、より明確に各方言区間の交流度の高低順序を示すことができた。それだけでなく、交流度の数値と言語変化程度の関係も明らかにすることができる。図9は、霊石高地各方言区間の交流度の逆数の値に対して入声残存形態素数の関係を図に示したものである。図9のように、入声残存形態素数と交流度の逆数は一次回帰の関係を示す。この事実から、霊石高地における入声消失現象の伝播においては、各方言区間の交流度と言語変化の程度に密接な関係があることが分かる。方言区間の入声残存形態素数の差は、伝播の起点である霍州市城区との交流機会の差を反映している。

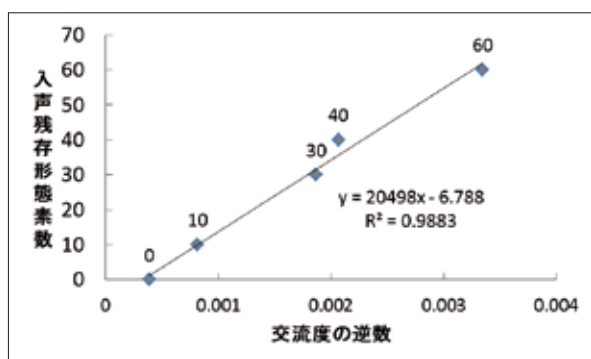


図9 交流度の逆数と入声残存形態素数

5. 結論と展望

本研究は、交流度の定義を明確化し、新しい交流度計算方法を提案して一つの数値の形で交流度を示した。これにより、言語変化の順序と交流度の順序を対比するだけでなく、言語変化の程度と交流度の関係も示すことができるようになった。これにより、言語伝播の有無をより厳密に推定することができる。

今後は、本論文が指摘した伝播による言語変化の程度と交流度の関係にどの程度普遍性があるかを検証するため、交流度を霊石高地の他の言語現象や、他の地区の言語現象に適用したい。

本研究では、中心地から各方言区への単方向の移動を想定して歩行コスト計算を行ったが、中心地一方方言区間の移動は実際には双方向であるため、往復の歩行コストを用いる方が中心地一方

区間の移動をより正確に反映できる。しかし、交流度計算の際には歩行コストと人口密度の両方を反映させて交流機会の多さを数値化するため、「中心地から各方言区へのコスト」を「往復の平均コスト」に単純に入れ替えることはできず、さらなる調整が必要である。

本研究では、まず最も単純な単方向の移動を想定したモデルを提案し、往復コストの導入は今後の課題としたい。

また、本研究が提案する交流度は、中心地区からの言語伝播の有無を推定するために中心地区と各方言区間の交流可能性を数値化するものであり、方言区間の境界や個々の村の言語変化程度を推定するものではないが、調査過程においては、入声残存形態素数が0の村と60の村が隣接するなど、往来が可能であるのに漸次推移していないケースも確認された。これには地形・人口等の物理的条件からは把握できない要因が関与している可能性があり、各方言区間の政治的・文化的背景という、交流度とは異なる角度からの考察が必要である。この点についても、今後の課題としたい。

文 献

- Aitken, R. (1977). *Wilderness areas in Scotland*. Unpublished Ph.D. thesis. University of Aberdeen.
- 侯精一・温端政 (1993). 『山西方言調査研究報告』, 山西高校聯合出版社.
- Langmuir, E. (1984). *Mountaincraft and leadership*. The Scottish Sports Council/MLTB. Cordee, Leicester.
- Neteler, M. and Mitasova, H. (2007). *OpenSource GIS: A GRASS GIS Approach*. Springer-Verlag. (植村哲士 (訳). 2009. 『オープンソース GIS グラスアプローチ 第3版 日本語版』, 開発社.)
- 喬全生 (2008). 『晋方言語音史研究』, 中華書局.
- 沈力・馮良珍・津村宏臣 (2009). 「用 GIS 跟踪霍州話構形法的衰退軌跡」, 『東方語言学 第五輯』 104-122, 上海教育出版社.
- 沈力・馮良珍・津村宏臣 (2010). 「用 GIS 分析山西霍州方言元音諧和律的衰退現象—以指小詞變韻為中心」, 『中国語言学報』 137-157. 商務印書館.
- 沈力・馮良珍・中野尚美 (2011a). 「用 GIS 手段解讀混合方言的成因—以靈石高地為例」, 『語言教学与研究』 (北京語言大学) No.5, 30-39.
- 沈力・馮良珍・中野尚美 (2011b). 「山西回廊における入声変化の解明—地理情報科学の方法を利用して—」藤代節 (編). 『ユーラシア諸言語の動態Ⅱ (多重言語地域の言語研究)』 75-96. 岸本出版印刷.
- 史秀菊 (2004). 『河津方言研究』, 太原: 山西人民出版社.

- 王力 (2008). 『漢語語音史』, 商務印書館 .
- 王臨惠 (2003). 『汾河流域方言的語音特点及其流變』,
中国社会科学出版社 .
- 中国社会科学院語言学研究所 (編) (1964). 『方言調查
字表』, 商務印書館 .

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、重要な助言を下
さった矢野環教授と査読者、GRASS GIS の使用
方法をご指導下さった藤本悠助教に心より感謝申
し上げます。