

# 生活支援の需給バランスに基づいた 広域的な相互扶助システムの検討手法

ANALYSIS ON INTER-COMMUNITY MUTUAL AID SYSTEM BASED ON  
DEMAND AND SUPPLY OF FUNCTIONING

谷本 圭志<sup>1</sup>・品川 真樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>博士(工学) 鳥取大学大学院准教授 社会基盤工学専攻 (E-mail: tanimoto@sse.tottori-u.ac.jp)

<sup>2</sup>鳥取大学工学部 社会開発システム工学科 (E-mail: b03t7033b@edu.tottori-u.ac.jp)

人口減少や高齢化の進展により、単一の集落のみの相互扶助ではすべての住民の生活機能を確保することが困難となっている。このため、安心できる生活環境を支えるには、集落外の住民の支援を想定した集落の連携に基づいた広域的な相互扶助システムを構築することが有用となりうる。そこで本研究では、将来における生活支援の需給バランスを把握するとともに、需給の過不足を調整するための効果的な連携を分析する手法を数理計画法を用いて開発する。また、これら一連の手法を鳥取県三朝町に適用し、その有効性を実証的に検討する。

**キーワード：**相互扶助システム、生活支援、需給バランス、過疎地域

## 1. はじめに

人口減少や高齢化が進む集落においては、食料調達や通院、除雪といった生活を営む上での機能を本人のみで維持できない住民が増加することが懸念される。これに対して、地方自治体が何らかの行政サービスを行って生活を支援することが考えられる。しかし、人口減少や高齢化に直面している自治体ではその取り組みのための財政的・人的な余裕がなく、自治体のみには限界がある。このため、地域における相互扶助システムを再構築し、住民が住民の生活を支援する体制を整えることが以前にも増して重要となっている。

従来は、一つの集落内での伝統的な相互扶助によって十分な生活支援がなされていたかもしれないが、今後は必ずしもその保証はない。すなわち、必要とされる生活支援の量(需要量)が支援を行えるマンパワー(供給量)を上回る可能性がある。このため、将来における生活支援の需要と供給のバランスを見通し、必要に応じて、複数の集落の連携に基づく広域的な相互扶助システムを事前に検討しておくことが必要となる。その際、広域的な相互扶助システムは集落内での伝統的な相互扶助とは異なり、集落をまたいで需給をバランスさせる必要があることから、広域的に情報を把握しうる自治体がシステムの成立可能性や具体的な連携の姿を検討しておくことが有用である。また、住民による住民の支援の必要性を住民に理解してもらうためにも、このような検討を行い、

住民に問題提起していくことが不可欠である。

そこで本研究では、生活支援の需給バランスという観点に基づいて、将来においても集落内での相互扶助で十分な生活支援がなされるのかを分析するとともに、バランスが確保できない場合にはどの集落間での連携によって広域的な相互扶助システムが効果的に機能するかを明らかにするための手法を検討する。また、これらの手法を鳥取県三朝町に適用し、その有効性を実証的に検討する。

## 2. 本研究の位置づけ

人口減少や高齢化が進む集落の生活・集落機能や相互扶助の現状を踏まえ、従来の集落単位を超えたコミュニティの再編を提言する研究が多く見られる。例えば、国土交通省<sup>1)</sup>は、広い範囲で地域づくりを行うことの重要性を指摘し、そのための集落の機能連携や新組織の設置などを提言している。また、中国地方中山間地域振興協議会<sup>2)</sup>は、地縁組織や目的組織などと連携した複数の主体による公共的な事業やサービスを展開する組織の必要性を述べている。なお、小規模の集落においては、既にこのような取り組みを先行して実施しており、他地区住民による葬祭(葬式)ボランティア制度<sup>3)</sup>、単身高齢者の雪下ろしなどの助力制度<sup>4)</sup>、自治公民館や青年団、消防団の広域化<sup>4)</sup>、集落の連携・統合<sup>5)</sup>などが見られる。

これらの研究は具体的な対応策を示しており、有用性は高い。しかしながら、これらの対応策は即座に導入できるわけではない。とりわけ集落の間の連携といった複数の集落での調整を要する場合は、多大な時間と労力が必要となる。このため、対応が必要となるのを受動的に待つのではなく、このまま事態を放置しておけば今後どれだけ生活機能の確保に支障をきたす人が生じるのかを事前に明らかにした上で、対応策をあらかじめ検討しておくことが重要である。

この認識のもと、谷本・垣田<sup>6)</sup>は、将来に生活支援を必要とする人数（以後、「需要量」と呼ぶ）と支援を行える人数（以後、「供給量」と呼ぶ）から生活支援の需給バランスを求め、その情報を用いて事前の対応策の検討の情報を与えるアプローチを提案した<sup>7)</sup>。しかしながら、その検討は各集落における需給バランスの導出にとどまっており、集落を超えた連携の可能性を分析するには至っていない。そこで本研究では、このアプローチを踏襲しつつ、具体的にどの集落間で連携をするのが有効か、連携の規模はどの程度の範囲にわたるのかを明らかにする手法を検討する。

### 3. 生活支援の需給バランスの把握

生活支援としては、買い物の代行、通院先への送迎など様々な活動が考えられる。以下では、任意の活動を対象に、需給バランスを把握する手法の検討を行う。需要量と供給量の値は将来はもちろんのこと、現状ですら統計情報として整備されているものではない。そこ以下の検討においては、広域的な相互扶助システムがカバーする地域（以後、単に「地域」と言う）の住民を対象とした調査を実施し、それによって需要量と供給量を算定するためのデータを入手する場面を前提とする。以後における「調査」とは、この調査のことを指すものとする。

以下ではまず、集落ごとに将来における需給バランスを把握する手法について述べる。次いで、その結果を用いて広域的な相互扶助システムに対する需給バランスを把握する手法を述べる。

#### 3.1. 各集落の需要量の推計

人々が生活支援を要するに至る理由は様々であろうが、一般的には加齢がある。すなわち、体力の衰えや、家族を失うことなどにより、自分では対応できないことが増えると考えられる。そこで以下では、年齢別に需要原単位を推計した上で集落における需要量を算出するアプローチを説明する。なお、年齢以外にも性別や家族構成といった要因が需要量に影響を与えうると考えられるが、どの要因が影響を与えているかについては一般的な統計

分析を用いて検討し、その結果に基づいて、適切な属性別の需要原単位を算出した上で集落における需要量を算出すればよい。

まず調査では、現在における当該の活動について、家族以外の者による支援の必要性の有無、および、回答者の年齢を把握する。次いで、当該の活動  $a$  について、年齢層  $r$  の回答者数  $N_{ar}$ 、支援を要すると回答した人数を  $n_{ar}$  を求めた上で、当該の活動に関する年齢別の需要原単位  $n_{ar}/N_{ar}$ （単位：人/人）を求める。この値は、当該年齢層において一人当たり何人（値は1以下の実数をとる）が支援を要するかを表している。

次いで、コーホート法などにより、各集落の年齢別の将来人口を求める。具体的に将来のどの時点の人口とするかは任意であるが、後述の事例分析においては、おおむね10年後を対象としている。

各集落の年齢別の将来人口が算出されれば、年齢別の将来人口に需要原単位を乗じることにより、将来における各集落の需要量を得る。

#### 3.2. 各集落の供給量の推計

調査では、将来において、当該の活動に関して家族以外の他の人を支援する余力があるのかを尋ねる。その際、その支援が集落内のみを対象に可能か、集落外においても可能かを分けて把握する必要がある。集落内における需給バランスを把握することだけが目的であれば、集落内で支援が可能かを把握すれば十分であるが、集落をまたいだ広域的な相互扶助を想定する場合には、自らが居住する集落の外での支援が可能かを把握しなければならない。

供給量については、将来における支援が可能との回答数から直接推計する（ただし、回答率に応じた通常の補正は必要）。これは以下の理由による。需要とは異なり、支援の可能性に加齢が影響を及ぼすのかは必ずしも自明ではない。すなわち、高齢者の方が元気である限りにおいては支援を行う意向が高い可能性も十分にありうる。このため以下では、需要量のように年齢層といった属性を経ることなく、集落別の供給量を調査結果から直接的に把握することとして議論を進める。

なお、将来における支援の可能性については、金銭的な報酬がどれほどか、時間的な拘束がどれほどかなどに影響を受けると考えられる。しかし、本研究で行った調査ではそこまでを把握しておらず、ここではそれらの要因については考慮しない。ただし、以下で議論する手法は、それらの要因ならびに支援を要する人々の支払い意思などの調査結果が得られれば、容易に拡張可能である。

#### 3.3. 各集落の需給バランスの把握

3.1, 3.2 で把握された供給量から需要量を差し引くこ

とにより、集落別に需給バランスを求めることができる。ただし、現実には一人が複数の人に支援を行うことができ、供給量と需要量の単純な差でバランスを求めるのは必ずしも適切ではない。しかし本研究では、地域や各集落の将来を見据えて今後に必要な対応策を検討するための材料を与えることが目的であることから、楽観的な見通しよりは、悲観的な見通しにたった安全側の検討が必要であろう。このため、一単位の供給量が充足できる需要量については控えめな想定をしておく必要がある。そこで、以下では一単位の供給量は一単位の需要量しか充足できない、すなわち、一人は一人しか支援できない状況を想定する。

需要に対する供給の不足が生じる集落では、支援を必要としているにもかかわらずそれが行き渡らない人々が発生することを示している。このため、その不足量は、他の集落からの相互扶助を必要とする量、すなわち、広域的な相互扶助システムに対する支援の需要量でもある。

その一方で、需要に対する供給の超過が生じる集落では、集落内の相互扶助で十分需要が満たせる。この超過に、集落外にも支援が可能な供給量が含まれていれば、その分の供給量は当該の集落外へ支援可能な供給量、すなわち、広域的な相互扶助システムに対する支援の供給量である。

以上を形式的に整理すると以下ようになる。地域における集落の集合を  $N$ 、任意の集落を  $i (\in N)$  で表す。集落  $i$  における当該の活動に関する需要量、供給量をそれぞれ  $d_i, s_i$  で表す。このとき、集落内での相互扶助によって需要が満たされない場合とされる場合はそれぞれ(1), (2)式で表される。

$$s_i - d_i < 0 \quad (1)$$

$$s_i - d_i \geq 0 \quad (2)$$

需要に対する供給の不足が生じる集落の集合を  $D$ 、そうでない集落の集合を  $S$  で表すと、それぞれ次式で表わされる。

$$D = \{i \mid s_i - d_i < 0\} \quad (3)$$

$$S = \{i \mid s_i - d_i \geq 0\} \quad (4)$$

集合  $D$  に属する集落は、広域的な相互扶助システムに対する支援を必要とする集落の集合でもある。しかしながら、集合  $S$  に属する集落は必ずしも広域的な相互扶助システムに対する支援の供給が可能な集落の集合ではない。この点について、以下で詳述する。

### 3.4. 広域的な相互扶助システムに対する需給量の把握

(2)式の成立は、広域的な相互扶助システムのもとで集

落外に支援可能な人が存在することを直ちに意味しない。これは、集落外に支援可能な人はその意向をもつ人に限定されるためである。また、支援可能な人であっても、自らの集落に供給が不足した場合にそれを放置して集落外へ出向くことは現実的には考えられない。以上より、集落  $i$  において、集落外に支援可能な供給量  $u_i$  は次式で与えられる。ただし、集落  $i$  における供給量  $s_i$  の中で集落外で支援可能な人の割合を  $p_i$  で表す。

$$u_i = \begin{cases} p_i s_i & ((1 - p_i) s_i - d_i \geq 0) \\ s_i - d_i & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (5)$$

同様に、集落  $i$  において、集落外からの支援を必要とする需要量  $v_i$  は次式で表わされる。

$$v_i = \begin{cases} d_i - s_i & (s_i - d_i < 0 \text{ のとき}) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (6)$$

すると、広域的な相互扶助システムのもとで支援を必要とする集落の集合  $D^*$ 、支援を行い得る集落の集合  $S^*$  は次式のように表される。

$$D = D = \{i \mid v_i > 0\} \quad (7)$$

$$S = \{i \mid u_i > 0\} \quad (8)$$

以上より、広域的な相互扶助システムを想定した場合に、そのシステムに対する支援の需給量がどの集落にどれだけあるのかが明らかになる。

### 3.5. 広域的な相互扶助システムに対する需給バランスの把握

広域的な相互扶助システムに対する供給量が需要量よりも小さい場合、すなわち次式が成立する場合、広域的な相互扶助システムを構築しても満たされない需要が生じる。

$$\sum_{i \in S^*} u_i - \sum_{j \in D^*} v_j < 0 \quad (9)$$

この場合、集落外に支援可能な供給量を増やさなければ、広域的な相互扶助システムによって需要を満たすことができない。そこで、何らかの方法により、集落  $i$  における供給量  $s_i$  の中で集落外で支援可能な人の割合が  $\theta_i$  ( $\theta_i \geq 0$ ) になったとする。このとき、次式が成立すれば、広域的な相互扶助システムによってすべての需要を満たすことができる。ただし、 $u_i(\theta_i)$  は、集落  $i$  における供給

量  $s_i$  の中で集落外で支援可能な人の割合が  $\theta_i$  であるときの供給量  $u_i$  を表している。

$$\sum_{i \in S^*} u_i(\theta_i) - \sum_{j \in D^*} v_j \geq 0 \quad (10)$$

なお、集落外に支援可能な供給量を増やすということは、必ずしも支援可能な人数を増やすということに限定されない。一人当たりの充足可能な需要量を上げる（例えば、一人で数人の需要を満たす）ということも考えられる。このため、本研究では「一人は一人しか支援できない」というとりあえずの前提をおいてはいるものの、技術的には  $\theta_i$  を変化させることその前提を変えた場面のもとで広域的な相互扶助システムの分析ができる。

#### 4. 広域的な相互扶助システムの分析手法

##### 4.1. 相互扶助システムの概要

広域的な相互扶助システムの具体的な運用には様々な方法が考えられるが、ここでは以下のように想定する。ある活動に関して支援を要する人に対して、事前に登録しておいた支援可能な人材を自治体や NPO などの何らかの組織が斡旋・派遣する。支援可能な人材は自身の宅から支援を要する人の自宅に向かい、当該の活動に関する支援を行う。その際に生じるコストについては、支援を要する者、システムを運営する組織、行政といった何らかの負担者がいる。ただし、先述のように、ある活動において、一人の支援可能な人は一人の要支援者しか支援できないとする。その理由は上に述べたとおりである。

例えば、一人のドライバーが複数の人を外出先に送迎することができるといったように、一人が複数の人に同時に支援する場面については、先述のように  $\theta_i$  によって表現できる。そこで、以下ではいくつかの  $\theta_i$  のもとでの連携を検討するアプローチをとる。なお、一人につき何人まで支援できるかがあらかじめ分かっている場合については、そのような想定を与えればよい。この意味で、ここでの手法は一般性を損なっていない。

##### 4.2. 効果的な連携の導出モデル

広域的な相互扶助システムの有効性を判定する一つの尺度として、支援を行う人々の総移動距離がある。ただし、移動距離は、物理的な距離のみを意味するものではない。移動距離が長いと、支援を行う人は多くの疲労、交通事故リスクを伴うといった体力的・リスク的な負担を負う。また、より多くに拘束時間にも直面する。また、移動費用も高くなることから、その費用を誰が負担するにしても、システム全体の運営コストが高くなる。また、

長い移動を伴って遠方まで出向くということは、見知らぬ人同士が接触する可能性を高め、支援をする側も受ける側も心理的な抵抗感や気兼ねを覚える。このように、移動距離に着目することは、広域的な相互扶助システムの有効性に関わる様々な側面を同時に評価することになり、まずは、この尺度に着目することが有用である。

このため、総移動距離が最小となるようにするためにはどの集落の供給をどの集落の需要に割り当てるかという数理モデルを構築し、それに基づいて総移動距離が最小となる割り当てを導出することが有効である。また、そのモデルの計算結果としてある集落の供給がある集落の需要に割り当てられた場合は、それらの集落で広域的な相互扶助の連携を要することを意味する。さらに、連携が地域全域にわたっていけば、地域を一括とした大規模な連携が必要であると判断でき、逆にそうでなければいくつかの地区ブロックに分割した小規模な連携で十分であることを把握することができる。このような結果は、将来に構築すべき広域的な相互扶助システムのもとでの連携の姿の「たたき台」として有効な情報を提供しうる。

集落  $i$  から集落  $j$  への移動距離を  $c_{ij}$ 、集落  $i$  から集落  $j$  に出向いて支援を行う人数を  $x_{ij}$  とする。ただし、 $x_{ij}$  は非負の整数である。すると、総移動距離を最小化にする問題は以下のように定式化できる。

$$\sum_{i \in S^*} \sum_{j \in D^*} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (11)$$

$$\sum_{j \in D^*} x_{ij} \leq u_i \quad (\forall j \in S^*) \quad (12)$$

$$\sum_{j \in S^*} x_{ij} \geq v_j \quad (\forall i \in D^*) \quad (13)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (\forall i \in D^*, \forall j \in S^*) \quad (14)$$

ここに、(12)式は供給量の制約、(13)式は需要充足のための制約、(14)式は非負制約である。この数理問題は、輸送問題として古くから知られているものである。なお、生活支援を必要とする頻度はどの集落においても同様としており、上記によって算出される総移動距離とは生活支援が生じる一日当たりの総移動距離である。この問題の解として得られた目的関数が最小化された総移動距離であり、それを実現する連携が総移動距離が最小となっているという意味で最も効果的な連携である。ただし、(9)式が成立している場合には実行可能解が存在しない。このため、その場合には、少なくとも(10)式が成立する  $\theta_i$  の最小値以上に、集落外に支援可能な供給量を増やす必要がある。

## 5. 事例分析

### 5.1. 対象地域およびアンケートの概要

鳥取県三朝町を一つの地域として上記の手法を適用する。三朝町は、鳥取県の中央部・岡山県との県境に位置する自治体である。町の中心部には三朝温泉があり、町内の東部にある三徳山投入堂とともに町内の重要な観光資源となっている。人口は7,690人（平成18年度、住民基本台帳）であり、高齢化率は30.3%である。

### 5.2. 生活支援の需給バランスの把握

#### (1) 各集落の需要量の推計

谷本・垣田<sup>9)</sup>によって実施されたアンケート調査結果（2007年度）を用いる。アンケート調査には、各活動を実施するにあたって、現在、誰かの支援を必要としているかに関する設問があり、その選択肢として①自分と家族で対応できる、②近所の人々、③地区内の人々、④集落内の人々、⑤その他（民間のサービスなど）が示されている。これらのうち、①の回答は他人による支援は不要とし、②～⑤と回答した人は他人の支援を要するとした。これらの回答より、年齢層ごとに支援を要する人の割合、すなわち、年齢別の一人当たりの需要量を算出した。その結果をTable 1に示す。ただし、60歳未満については支援を要する人はいないものとした。また、Table 1には本研究で対象とした活動もあわせて示す。

一人当たりの需要量に将来時点での各集落の年齢別人口を乗じ、活動ごとの需要量を算出した。なお、将来とは現在からおおむね10年後を想定し、人口についてはコーホート法によって算出された2015年予測値を用いた。

Table 1 各活動に関する年齢別の需要原単位

| 年齢区分<br>(歳) | 活動    |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 除雪    | 介護    | 鳥獣対策  | 買い物   | 通院    |
| 60～69       | 0.151 | 0.163 | 0.163 | 0.058 | 0.059 |
| 70～79       | 0.188 | 0.178 | 0.198 | 0.218 | 0.208 |
| 80以上        | 0.210 | 0.178 | 0.198 | 0.258 | 0.210 |

#### (2) 各集落の供給量の推計

アンケート調査では、ここ10年の間に当該活動において他人を支援する余力があるかを尋ねている。そこで、この回答から供給量を直接把握する。ただし、本アンケート調査は必ずしもすべての集落を対象としておらず、供給量が把握できる集落は一部である。そこで、アンケート調査の対象となっていない集落については回帰分析により供給量を推定する。ただし、これはあくまで次善の対応であり、本来はそれぞれの集落における供給量を直接的に把握する必要がある。ここではあくまで目安の

値を得ることに焦点を当て、単純な回帰モデルとする。具体的には、供給量は将来の人口に資するというモデルを線形回帰する。ただし、供給量は人口の自然減には影響を及ぼしえないため、将来の人口としてはコーホート法によって算出された2015年の壮年人口とした。

すると、将来の壮年人口を被説明変数  $y$ 、供給量を説明変数  $x$  とする回帰式を想定することになるため、既知の変数である壮年人口  $y$  から供給量  $x$  を推計することになり、回帰の逆推定<sup>7)</sup>を行う必要がある。なお、アンケート調査の対象である集落については逆推定を行う必要はなく、アンケート調査結果から直接供給量を把握する。

回帰の逆推定には主に以下の二つのアプローチがある。なお、以下では、 $y = y_0$  が観測された場合の  $x$  の値  $\hat{x}_0$  を推定するという一般的な場面について説明する。

#### a) アプローチ1

推定回帰式が次式のように得られているとする。

$$y = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 x \quad (15)$$

上式より、次式により  $\hat{x}_0$  を得る。

$$\hat{x}_0 = \frac{y_0 - \hat{\alpha}_0}{\hat{\alpha}_1} \quad (16)$$

#### b) アプローチ2

本来あるべきモデルを無視して形式的に  $x$  に対する  $y$  の回帰を考え、以下の式による推定回帰式を得る。

$$x = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 y \quad (17)$$

上式より、次式により  $\hat{x}_0$  を得る。

$$\hat{x}_0 = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 y_0 \quad (18)$$

いずれのアプローチにも長所・短所があるが、ここではどちらのアプローチが有効であるのかを特定するのではなく、将来の供給量を過大に推計することを排除するという観点で次式によって供給量を与える。ただし  $\hat{x}_{01}$ 、 $\hat{x}_{02}$  はそれぞれ(16)、(18)式によって推計される値である。

$$\min[\hat{x}_{01}, \hat{x}_{02}] \quad (19)$$

#### (3) 各集落の需給バランスの把握

以上を踏まえて、各集落の需給バランスをFig.1～5に示す。これらより、すべての活動に関して、集落内のみで需要が充足されない集落が生じることがわかる。ただし、除雪と介護については、需要が満たされない人数は三朝町全体でそれぞれ4,6人であり、ほぼ集落内のみで生活支援ができると言える。3.3で述べた「一人は一人し

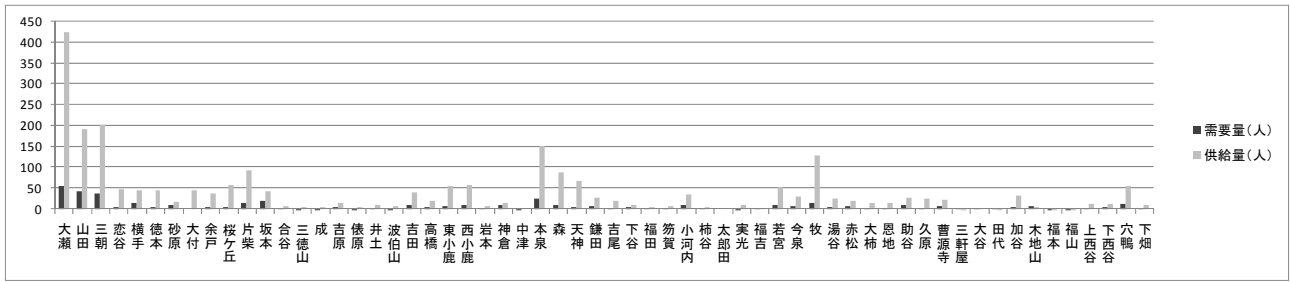


Fig.1 各集落の需給バランス (除雪)

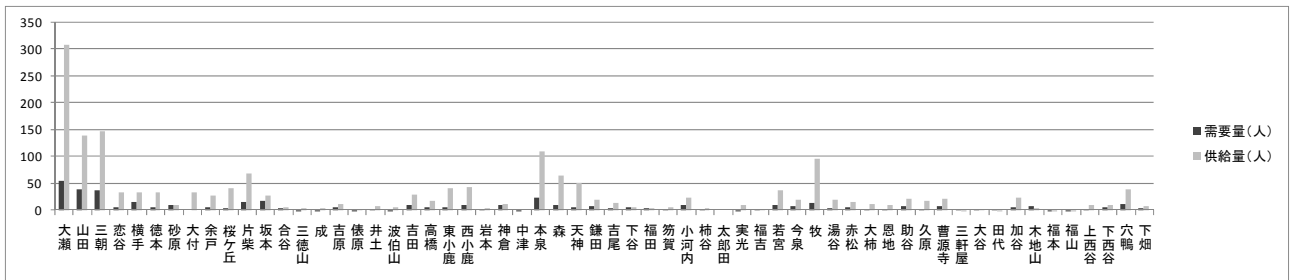


Fig.2 各集落の需給バランス (介護)

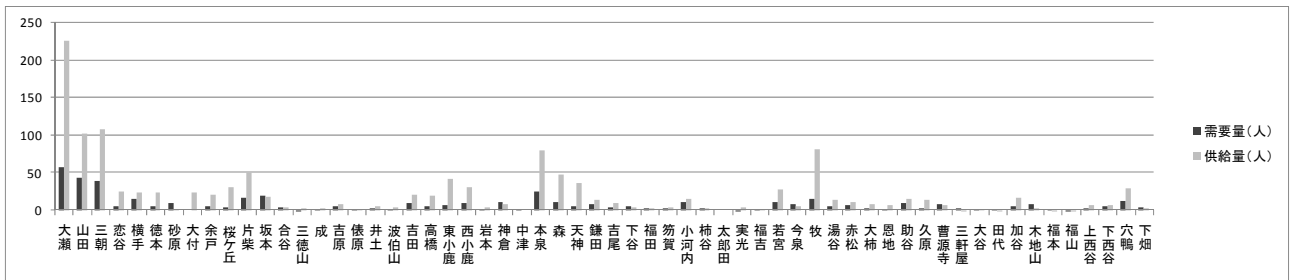


Fig.3 各集落の需給バランス (鳥獣対策)

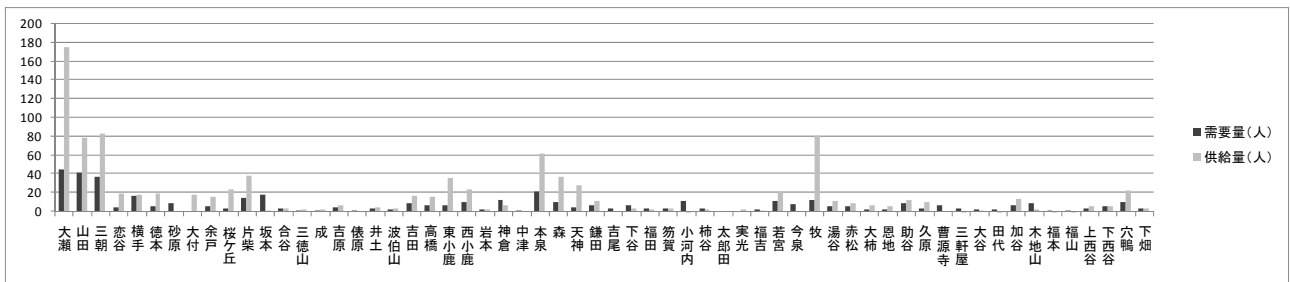


Fig.4 各集落の需給バランス (買い物)

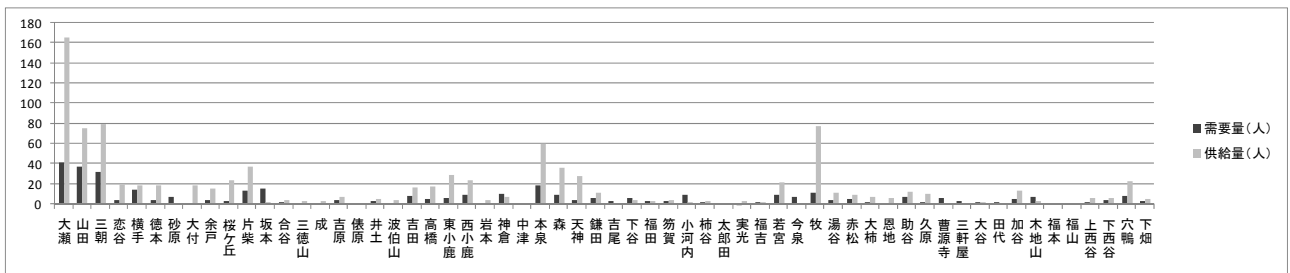


Fig.5 各集落の需給バランス (通院)

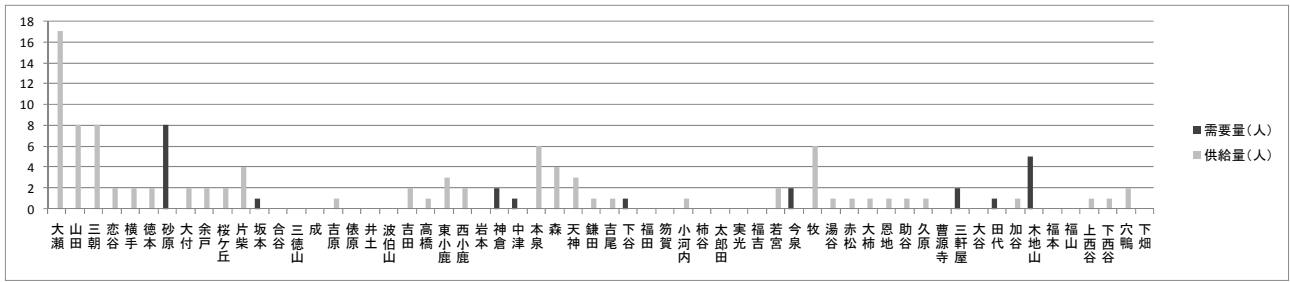


Fig.6 広域的な相互扶助システムに対する需給バランス (鳥獣対策)

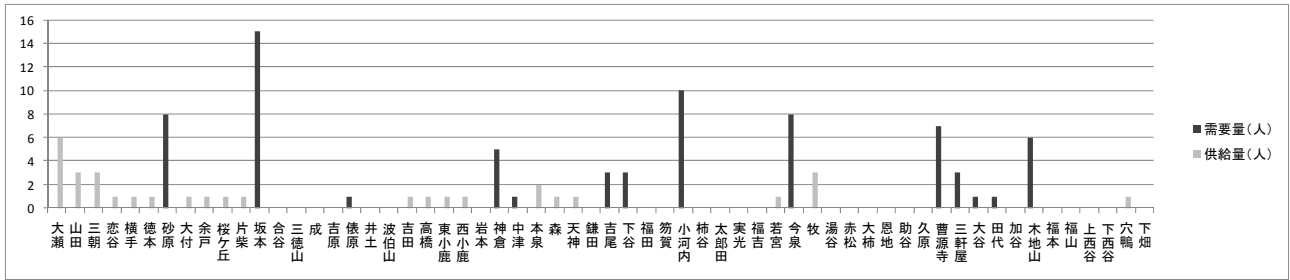


Fig.7 広域的な相互扶助システムに対する需給バランス (買い物)

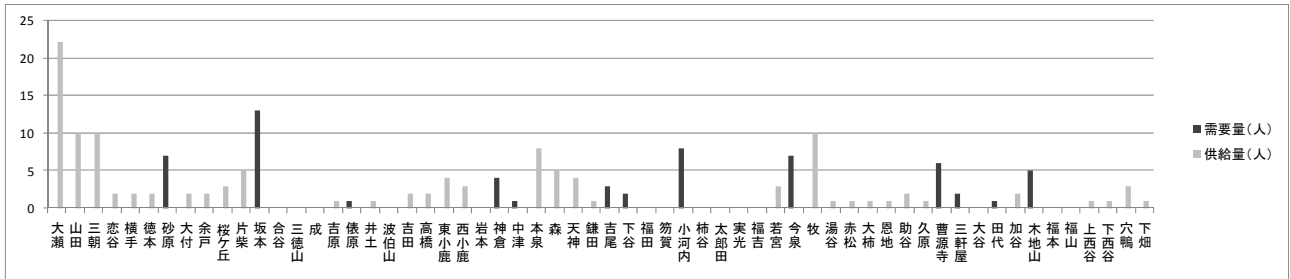


Fig.8 広域的な相互扶助システムに対する需給バランス (通院)

か支援できない」という前提を若干緩めるだけで、すなわち、数人の個人が複数の人を支援できるとすれば、除雪と介護に関する生活支援については広域的な相互扶助システムを必要としない。そこで以下では、除雪と介護を除いた活動について、広域的な相互扶助システムを想定した分析を行う。

**(4) 広域的な相互扶助システムに対する需給量の把握**

(5), (6)式に基づき、広域的な相互扶助システムに対する需給量を算定した。その際、集落  $i$  における供給量  $s_i$  の中で集落外で支援可能な人の割合  $p_i$  をすべての集落で等しいとし、アンケート調査に基づき、鳥獣対策、買い物、通院に対してそれぞれ 0.075, 0.033, 0.132 を与えた。需給量の結果を Fig.6~8 に示す。

**(5) 広域的な相互扶助システムに対する需給バランスの把握**

Fig.6~8 によると、鳥獣対策と通院については、三朝町全体では広域的な相互扶助システムに対する供給量が需要量を上回っており、本システムによって需要の充足が可能であることが明らかとなった。しかし、買い物につ

いてはそうならず、集落  $i$  における供給量  $s_i$  の中で集落外で支援可能な人の割合を現行の 0.033 から 0.078 程度まで引き上げないと需要が充足されないことが(10)式より明らかになった。

**5.3. 広域的な相互扶助システムの分析**

**(1) 鳥獣被害**

広域的な相互扶助システムに対する支援を要する集落は検討の対象とした 60 集落中 9 集落ある。広域的な相互扶助システムに対する需要量、供給量はそれぞれ 23, 93 (人) である。鳥獣対策に関して、集落  $i$  における供給量  $s_i$  の中で集落外で支援可能な人の割合は 0.075 であり、Fig.9 に示す結果、すなわち、集落外で支援可能な人の割合を 10% とした場合が現行のケースにおおむね対応している。

ここで、集落外で支援可能な人の割合をすべての集落で一定とし、その値が 20%, 30% といったように高く設定していった場合の連携を分析した。その結果を Fig.10, 11 に示す。また、総移動距離の変化を Fig.12 に示す。なお、30% 以上の場合は総移動距離、連携ともに不変である。集落外で支援可能な人の割合を高めていくと、需要が発

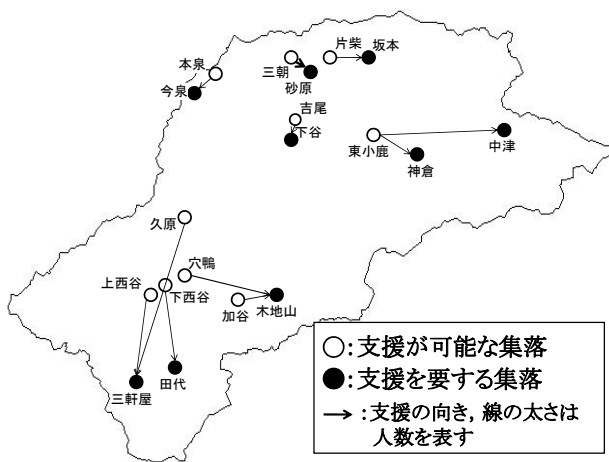


Fig.9 集落間の連携

(鳥獣対策, 集落外への割合が10%の場合)

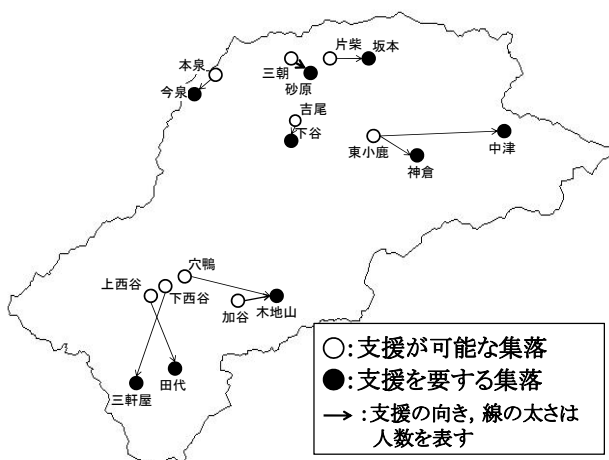


Fig.10 集落間の連携

(鳥獣対策, 集落外への割合が20%の場合)

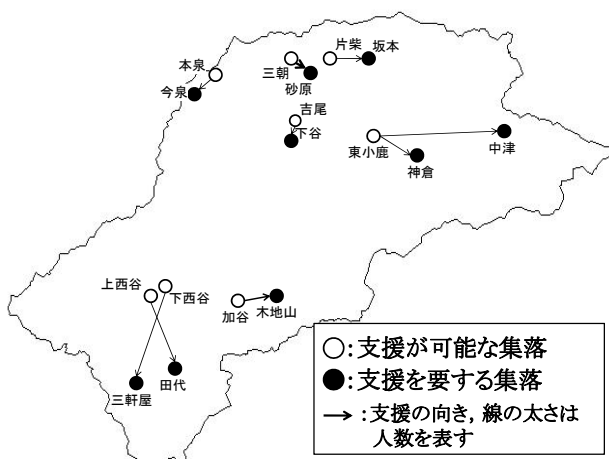


Fig.11 集落間の連携

(鳥獣対策, 集落外への割合が30%以上の場合)

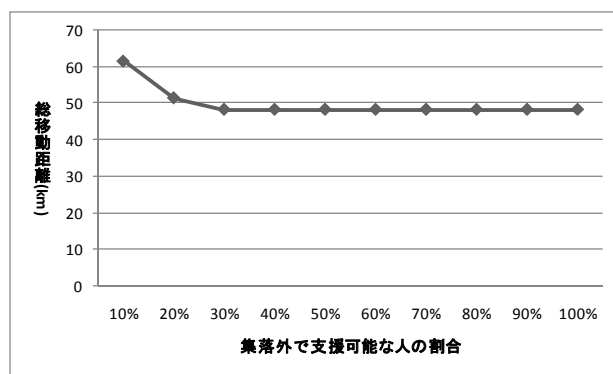


Fig.12 集落外で支援可能な人の割合と総移動距離の関係 (鳥獣対策)

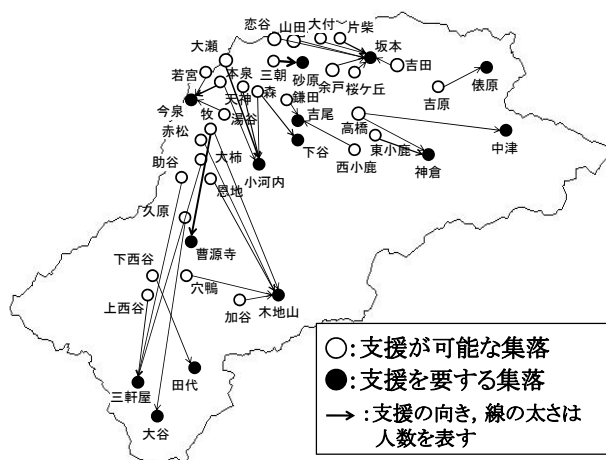


Fig.13 集落間の連携

(買い物, 集落外への割合が10%の場合)

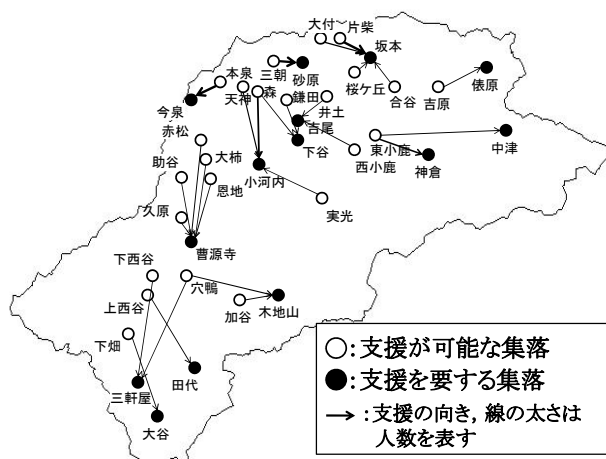


Fig.14 集落間の連携

(買い物, 集落外への割合が20%の場合)



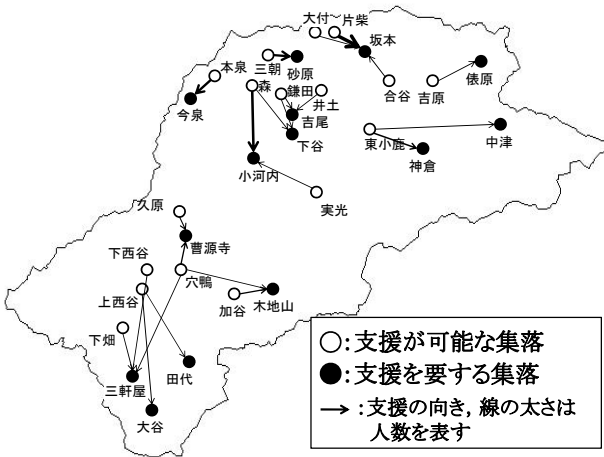


Fig.15 集落間の連携

(買い物, 集落外への割合が30%の場合)

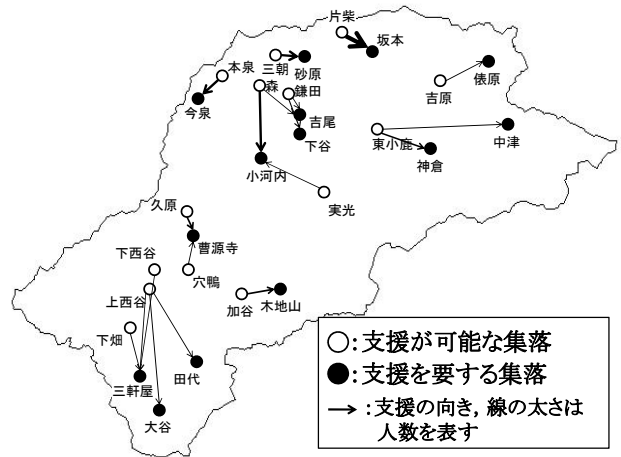


Fig.18 集落間の連携

(買い物, 集落外への割合が60%の場合)

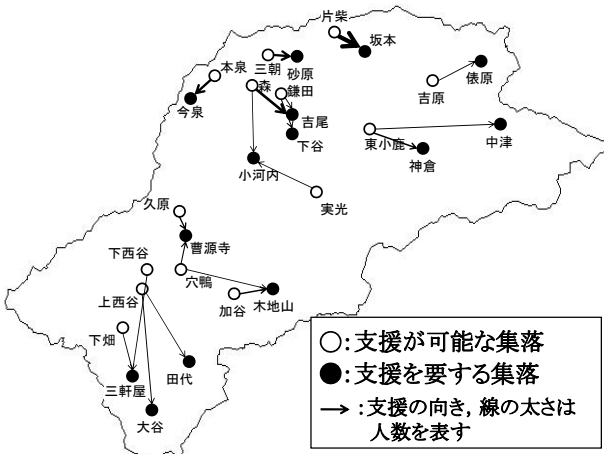


Fig.16 集落間の連携

(買い物, 集落外への割合が40%の場合)

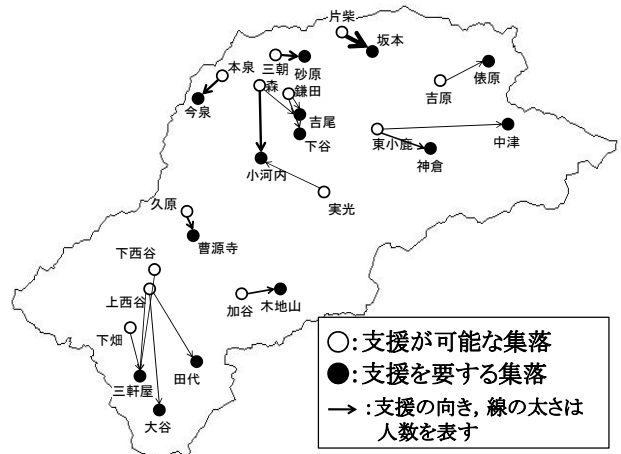


Fig.19 集落間の連携

(買い物, 集落外への割合が70%以上の場合)

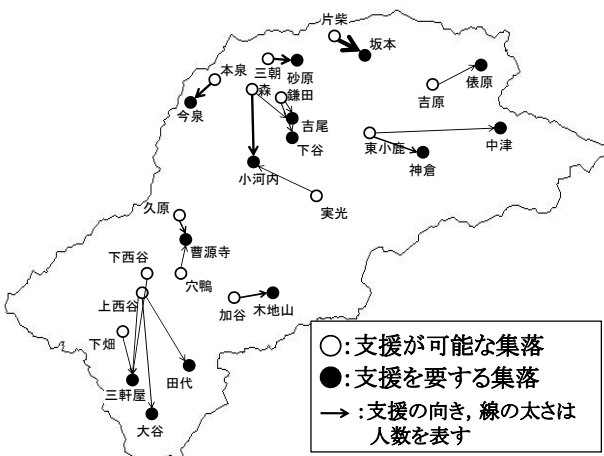


Fig.17 集落間の連携

(買い物, 集落外への割合が50%の場合)

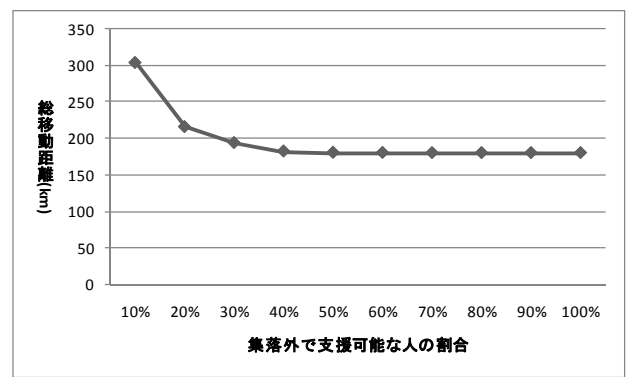


Fig.20 集落外で支援可能な人の割合と総移動距離の関係

(買い物)

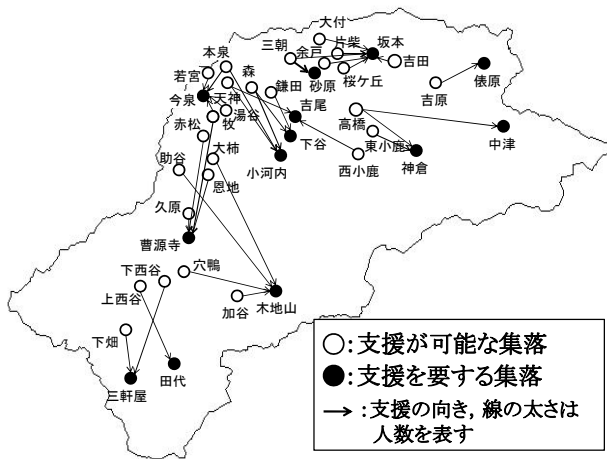


Fig.21 集落間の連携

(通院, 集落外への割合が10%の場合)

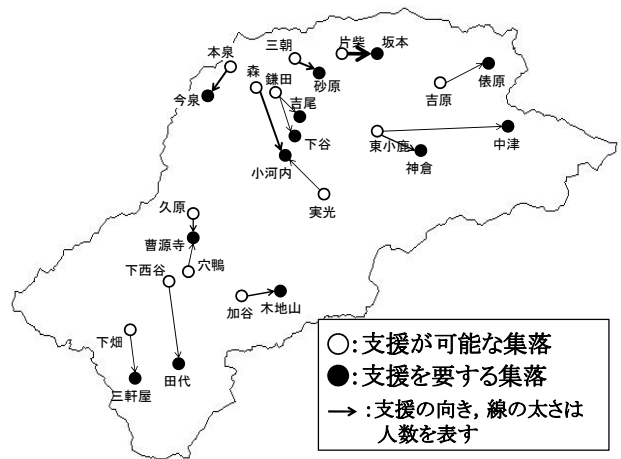


Fig.24 集落間の連携

(通院, 集落外への割合が40%の場合)

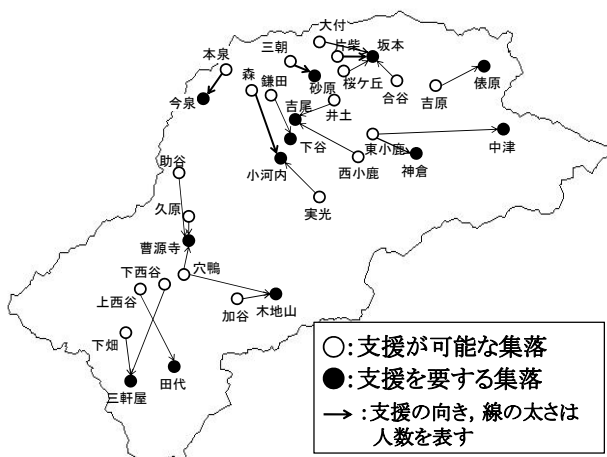


Fig.22 集落間の連携

(通院, 集落外への割合が20%の場合)

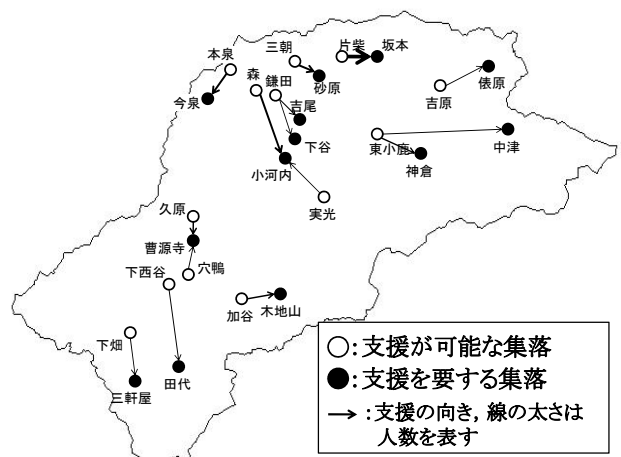


Fig.25 集落間の連携

(通院, 集落外への割合が50%の場合)

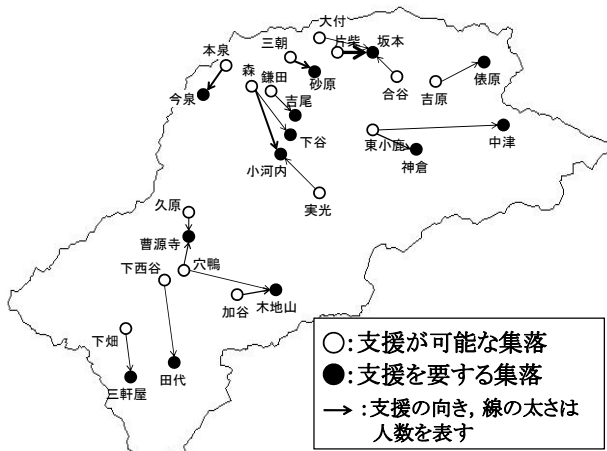


Fig.23 集落間の連携

(通院, 集落外への割合が30%の場合)

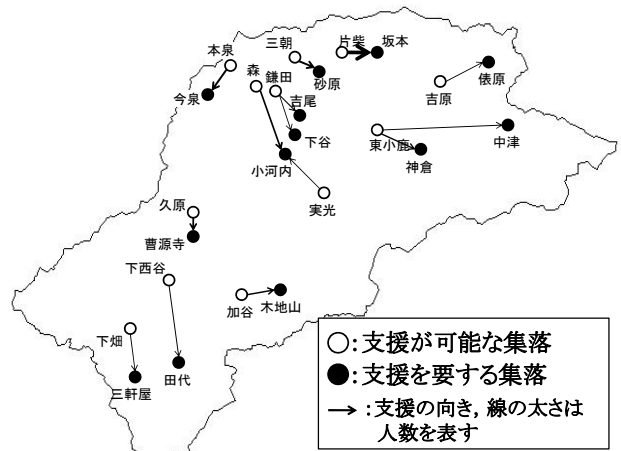


Fig.26 集落間の連携

(通院, 集落外への割合が60%以上の場合)

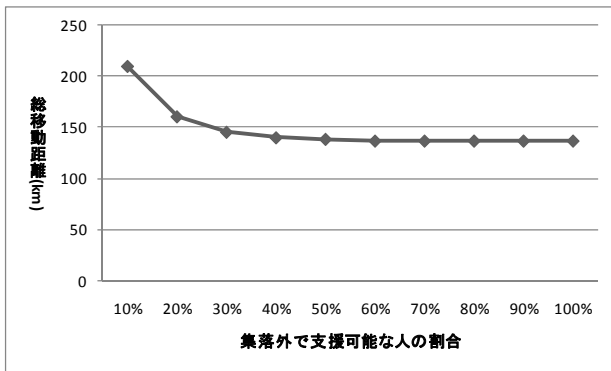


Fig.27 集落外で支援可能な人の割合と総移動距離の関係 (通院)

生している集落に近い集落からの相互扶助で需要が充足されることが分かる。また、少なくとも、地域の北部と南部で分割した地域ごとでの連携があれば十分であることも分かる。

## (2) 買い物

広域的な相互扶助システムに対する支援を要する集落は 60 集落中 14 集落ある。広域的な相互扶助システムに対する需要量、供給量はそれぞれ 72, 32 (人) である。買い物に関して、集落  $i$  における供給量  $s_i$  の中で集落外で支援可能な人の割合は 0.033 であるが、先述のようにこの割合では広域的な相互扶助システムですべての需要を満たすことができない。このため、少なくとも 0.078 程度まで割合を高める必要がある。0.078 まで割合を高めた状況としては、集落外で支援可能な人の割合を 10% とした Fig.13 のケースが現行のケースにおおむね対応している。

鳥獣対策と同様に、集落外で支援可能な人の割合をすべての集落で一定とし、その値を高めた場合の連携を分析した結果を Fig.14~19 に示す。また、総移動距離の変化を Fig.20 に示す。なお、70% 以上の場合は総移動距離、連携ともに不変である。集落外で支援可能な人の割合が 10~20% の場合は、地域全体一括に近い規模で連携を形成する必要があるものの、30% 以上であれば、少なくとも地域の北部と南部で分割した地域ごとでの連携があれば十分であることが分かる。

一方で、現行では需給バランスが成立しておらず、成立させるためには集落外で支援可能な人の割合を 0.033 から 0.078 までの約 2.4 倍としなければならない。加えて、その割合に達したとしても、Fig.13 の状況のように地域全体にわたり長い移動が生じる状況になるため、集落外で支援可能な人数に多くが期待できない場合は、地域で一元的な体制を整え、一人で数人を支援しようような効率的な運用形態が望ましいということも示唆される。

## (3) 通院

広域的な相互扶助システムに対する支援を要する集落は検討の対象とした 60 集落中 13 集落ある。広域的な相互扶助システムに対する需要量、供給量はそれぞれ 60, 119 (人) である。通院に関して、集落  $i$  における供給量  $s_i$  の中で集落外で支援可能な人の割合は 0.132 であり、この活動についても集落外で支援可能な人の割合を 10% とした場合 (Fig.21 参照) が現行のケースにおおむね対応している。

集落外で支援可能な人の割合をすべての集落で一定とし、その値を高めた場合の連携を分析した結果を Fig.22~26 に示す。また、総移動距離の変化を Fig.27 に示す。なお、60% 以上の場合は総移動距離、連携ともに不変である。集落外で支援可能な人の割合が 10% の場合は、地域全体一括に近い規模で連携を形成する必要があるものの、20% 以上であれば、少なくとも地域の北部と南部で分割した地域ごとでの連携があれば十分であることが分かる。

## (4) 全般

ここで対象とした鳥獣対策、買い物、通院については、集落外で支援可能な人の割合が 10% から 20% に高くなった場合に、多くの総移動距離の軽減がなされる。このことは、Fig.12, 20, 27 から確認できる。このため、連携の効果、すなわち、広域的な相互扶助システムの機能を向上させるためには、割合を 20% 程度まで高めることが有効であると言える。

また、この程度以上に割合が高められると、支援する人の移動の方向はおおむね同様であり、これらの活動については別々の体制を整えて対応する必要はないと考えられる。ただし、これはあくまで集落外で支援可能な人の割合が十分に高い場合についてである。そうでない場合は、先述のように買い物では地域全体を一括した組織が有効になることもあり、活動によって連携の規模が異なりうる。

## 6. おわりに

高齢化や人口減少が進む集落においては、今後、集落内のみでの相互扶助では生活機能を充足できない住民が生じうる。このため、生活機能が充足できない人々が発生するような事態を招く前に、生活支援の需給バランスの観点から将来における集落の相互扶助の可能性を把握し、必要があれば、集落の連携に基づいた広域的な相互扶助システムをあらかじめ検討することが必要である。

この認識のもと、将来における生活支援の需給バランスを把握する手法を提案するとともに、集落間の連携に

基づく広域的な相互扶助システムを想定し、どのような連携が効果的かを鳥取県三朝町を対象に実証的に分析した。その際、支援を行う人々の移動距離を広域的な相互扶助システムの有効性の尺度として用い、除雪や通院などといった活動を対象に、どのような規模の連携が必要かを集落外へ支援可能な供給量と関連付けて分析した。これにより、広域的な相互扶助システムの必要性ならびに具体的な連携の姿、そのもとで生じる移動距離について明らかにすることができた。また、集落外に支援可能な人の割合をどの程度まで高めることがシステムの機能の向上に大きく寄与するかについても明らかにすることができ、ここでの手法の有効性を示すことができた。

一方で、ここでのシステムが成立するためには、需要と供給の数量的な関係のみならず、いくつかの要素が同時に機能しないと成立しない。以下では、この点について言及しよう。まずは、需要量の把握についてである。今回は既往のアンケート調査を用いてそれらの量を把握したが、実施段階においては定期的にアンケート調査を行って量を把握するのではなく、電話などによる登録を経て把握することが想定される。しかし、助力を必要とする方は登録に億劫であったり、そもそもこのようなシステムがあることを認知しないかもしれない。これについては、近年各地で始まった集落支援員を活用し、助力ニーズの把握や登録等の代行をすることが考えられる。もっとも、集落支援員でなくても、これらの作業の実施を引き受ける団体や住民組織があれば、それで十分である。

次いでは、需要と供給をマッチングし、本システムを運営する組織についてである。これについては既に、自治体や NPO が該当しうることを述べた。事前に登録したベビーシッターを子育て世帯に派遣する制度をもっている自治体があるように、自治体の本システムを運営することは制度的・経験的に可能であると考えられる。しかし、このシステムでは、人と人とのマッチングを行うため、円滑な運営のためにはそれらの人の事情や個性を把握しておくことが肝要である。このため、地域住民に近い位置にある NPO による運営や、自治体が運営するにしても上述の集落支援員等をマッチングの検討に参加するなどといった方策が重要であろう。

また、前章において触れたように、現行において供給量が不足している活動もあり、供給量の継続的な確保も重要な要素である。団塊の世代の退職などにより、当面は物理的に助力が可能な人が増える可能性がないことはない。しかし、本システムに関する理解と協力意識なしには参加は得られないであろう。参加を促進するためには、地域の客観的な将来を伝えるとともに、近い将来には自身も助力を要する可能性があり、その場合にはここでのシステムが不在であればなかなか立ち行かないこと

を示していくことがまずは重要と考えられる。そのためには、地域の将来像を客観的に診断し、人々の参加意識を啓発することが必要であり、その一助として本研究の検討手法、とりわけ需給バランスの把握というアイデアを活用することができる。また、一般の住民ではなく、地域の小中学生が教育の一環で参加するなど、多様な人々の参加が求められよう。このような状況をも想定すれば、助力をするそれぞれの人々の時間的・体力的・経済的な事情をより細かに把握し、それを踏まえてシステムの有効性を分析する手法として本研究を拡張することが求められよう。

i) 生活支援の需給バランスだけでなく、祭事や維持清掃といった集落機能についても、現行の活動を維持するために必要な人数（需要量）とそれぞれの活動に参加できる人数（供給量）を求め、それらの需給バランスを明らかにしている。

## 参考文献

- 1) 国土交通省 (2008) 「維持・存続が危ぶまれる集落の新たな地域運営と資源活用に関する方策検討調査」。
- 2) 中国地方中山間地域振興協議会 (2007) 「平成 18 年度共同研究 中山間地域周辺部における限界集落出現の現状把握と持続可能な地域運営の戦略・モデル構築」。
- 3) 財団法人農村開発企画委員会 (2006) 「平成 17 年度 限界集落における集落機能の実態等に関する調査報告書」。
- 4) 財団法人農村開発企画委員会 (2007) 「平成 18 年度 限界集落における集落機能の実態等に関する調査報告書」。
- 5) 山浦陽一 (2008) 「中山間地域の地域資源管理体制の再編, 日本農業研究所研究報告」, 『農業研究』第 21 号, pp.227-248.
- 6) 谷本圭志, 垣田智美 (2008) 「地域力の把握による集落診断手法の開発 - 生活機能の需給バランスの予測 -」, 『平成 19 年度 持続的過疎社会形成研究プロジェクト研究報告書』, 鳥取大学, pp.122-129.
- 7) 久米均, 飯塚悦功 (2003) 「回帰分析」, 岩波書店.

## 謝辞

本研究は、鳥取大学持続的過疎社会形成研究プロジェクトの助成を受けた研究成果の一部である。アンケートの配布等に関しては、鳥取県三朝町地域振興課、鳥取県企画部分権自治推進課に協力をいただいた。また、データの整理・集計にあたっては、垣田智美氏（当時、鳥取大学 4 年生）の協力を得た。ここに感謝の意を表します。

## ANALYSIS ON INTER-COMMUNITY MUTUAL AID SYSTEM BASED ON DEMAND AND SUPPLY OF FUNCTIONING

Keishi TANIMOTO<sup>1</sup>, Maki SHINAGAWA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dr. of Eng., Associate Professor, Department of Social Systems Engineering, Tottori University  
(E-mail: tanimoto@sse.tottori-u.ac.jp)

<sup>2</sup>Department of Social Systems Engineering, Tottori University  
(E-mail: b03t7033b@edu.tottori-u.ac.jp)

It may be difficult for small communities to maintain the basic functioning of daily life of all residents by mutual aid because of the decrease of the population. To maintain the basic functioning, it is effective to establish the inter-community mutual aid system. This study aims to develop the methods to design the system by which demand and supply for the system is estimated and propose the effective coalition for mutual aid among the communities. Then the methods are applied to Misasa Town in order to show their usefulness.

**Key Words:** *mutual aid system, functioning, demand and supply, depopulated areas*