

中山間地域における集落再編策検討のための QOL指標・インフラ維持費用評価手法

宮田 将門¹・加藤 博和²・林 良嗣³・川合 紀寿⁴

¹正会員 名古屋大学助教 大学院環境学研究科 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町D2-1 (510))
E-mail:miyata@corot.nuac.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学准教授 大学院環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2 (651))
E-mail:kato@genv.nagoya-u.ac.jp

³フェロー 名古屋大学教授 大学院環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2 (651))
E-mail:yhayashi@genv.nagoya-u.ac.jp

⁴正会員 日本工営 (株) コンサルタント国内事業本部 (〒102-0083 東京都千代田区麹町4-2)
E-mail:a7145@n-koei.co.jp

過疎化の進む日本の中山間地域においては、持続が可能もしくは必要な集落に住民を集約することが迫られている。本研究では各集落をインフラ維持費用と得られるQOL (Quality Of Life) の観点から定量評価し、集約すべき集落を選定する方法を構築している。ケーススタディとして三重県松阪市・多気町の中山間地域を対象に、各集落のQOL値とインフラ維持費用を算出した。その結果、全体としてQOLは都市地域に比べて中山間地域が低いものの、中山間地域より低い都市地域も沿岸部に存在した。また、インフラ維持費用は、総額では松阪市中心部などで高いが、1人当たりで換算すると中山間地域において高く、特に末端に向かうにつれて高くなる傾向が把握できた。

Key Words : *quality of life, land use, rural planning, district planning*

1. はじめに

日本の中山間地域は、高度経済成長期以降衰退の一途を辿り、国全体での人口減少に伴って更に拍車がかかると考えられる。しかし、中山間地域には、土砂災害防止、や水源涵養、二酸化炭素吸収といった様々な生態系サービスを生み出す多くの森林および農地が存在している。これら生態系サービスは外部効果であるため、市場経済に任せては維持されない。中山間地域から人がいなくなり、森林や農地の維持・管理が滞ることによって、生態系サービスの低下が懸念され、それを国民全体が享受できなくなれば、持続可能な社会が脅かされることが懸念される。国民はこの事態を十分に認識した上で、中山間地域について考えていく必要がある。

そこで著者らは、中山間地域の森林が発揮する生態系サービスと必要な維持・管理費の比である、NOD (social Necessity Of District) 指標を提案し、その算出方法を開発してきた¹⁾。この指標によって、各森林に人が携わるべきかの優先順位設定が可能となった。

しかし一方で、NOD値の高い、人に携わってほしい地区の周辺にある集落が、住環境や行政負担の面から見ても良好であるか否かは全く別の問題である。これを良好とすることで、森林を維持・管理できる人に住んでもらうのか、それとも集落維持を放棄し、維持・管理する人は別の地域から通ってもらうのかを検討する必要がある。また、今ある中山間地域の集落を全て維持することは財政面からみて現実的ではないため、支援の「選択と集中」が必要であると考えられる。

そこで本研究では、中山間地域における集落再編策を検討する指標としての利用を念頭に、QOL (Quality Of Life) およびインフラ維持費用を定量評価する方法を開発する。そして、三重県松阪市・多気町の中山間集落に適用し評価を試みる。

2. 中山間集落の評価の重要性

中山間地域における集落の撤退は、地方の切り捨てと

も受け取られ禁忌とされているくらいがあった。しかし、林ら²⁾は、中山間地域の持続性を高めるためにこそ、集落の「積極的な撤退」が必要であると論じている。また、前川ら³⁾は、集落移転に関する国・都道府県の動向を考察した結果、財政力指数の低い県では集落移転が検討されており、国もこの方針を承認していることから、集落移転は現実的な選択肢の1つとなりつつあるとしている。今後限界集落が増加していく中で、集落再編の動きが本格化することも考えられる。

集落の存続可能性に関しては過去にいくつかの研究が行われている。保永ら⁴⁾は中山間地域における主要構成員である農家に着目し、農家世帯員の職業選択の観点から、個々の就業者の就業属性に対する需要と、就業を提議する側とのミスマッチが人口流出を招いていることを示した。林ら⁵⁾は、二地域居住による人口維持可能性について、石川県と京都府を対象にシミュレーションを行った。その結果、石川県において、楽観的シナリオで2025年、現実的シナリオで2015年、京都府においては、楽観的シナリオで2050年、現実的シナリオで2020年に限界を迎え、維持できない集落が出てくることを示した。齊藤ら⁶⁾は、京都府の中でも財政力指数が最も小さな市町村を対象として、居住地再配置による道路維持管理費用削減効果を推計した。その結果、少なくとも見積もっても年間525万円、最大では年間1,695万円の費用削減が実現できることを示した。立川⁷⁾は、岡山県の中山間地域における、1990年までの30年間の集落人口分析を基に、集落の存続のための必要水準として、「集落戸数20戸前後以上、小学校までの距離3.5km以下」を導き出した。鈴木⁸⁾は、阿蘇南外輪地域および九州山地を例として、中山間地域の環境保全型農業は環境の持続性という観点では大きな機能を果たしているものの、多額の収入と収益にはつながらないため、農家独自の自助努力と行政の救済策に支えられて辛うじて崩壊を免れていることを示した。橋詰⁹⁾は、農業集落消滅の主な要因が、集落規模の小ささ、農家数の急激な減少、役場や小学校といった公共施設へのアクセスの悪さにあったことを明らかにした。また、島根県の中山間集落を対象に集落動態を分析し、集落を存続させるためには、1集落当たり少なくとも5戸程度の農家が必要であることを明らかにした。

以上のように、既存集落の存続可能性の評価はいくつか行われており、個別インフラに関する維持費用の比較なども行われているが、集落再編の有効性や、集落再編に伴う住環境改善や行政負担といった視点から検討されたものはない。

そこで本研究では、中山間地域の集落を評価する指標として社会・経済側面に着目し、QOL指標およびインフラ維持費用を算出する手法を構築する。持続可能性の高い集落は、QOL値が高く1人当たりインフラ維持費用が

表-1 本研究で使用した QOL 指標の評価要素

評価要素	要素細目	指標
a) 交通利便性 (AC : Accessibility)	就業施設利便性	就業場所へのAC
	教育・文化施設利便性	高校へのAC
	健康・医療施設利便性	病院へのAC
	買物・サービス施設利便性	大型小売店へのAC
b) 居住快適性 (AM : Amenity)	居住空間使用性	1人あたり居住延べ床面積
	建物景観調和性	建物高さのばらつき
	周辺自然環境性	1人あたり緑地面積
	局地環境負荷性	交通騒音レベル
c) 災害安全性 (SS : Safety & Security)	地震危険性	地震による期待損失余命
	洪水危険性	洪水による期待浸水深
	犯罪危険性	年間街頭・侵入犯罪件数
	交通事故危険性	年間人身事故発生件数

低いと考えることができる。

3. 集落再編策検討フレーム

(1) QOL推計手法

QOL値の推計には、加知ら¹⁰⁾が開発した、式(3a)-(3c)で表される手法を用いる。表-1に示すAccessibility(AC)、Amenity(AM)、Safety&Security(SS)の3つの評価軸からなる12の項目を生活環境質向上機会 (Life Prospects: LPs) として、対応するデータを用いて数値化し、それに個人の価値観を表す重み w を乗じて総和をとることによりQOLを定量化している。QOLの尺度には余命を用いている。

$$QOL_{ki} = w_k^T LPs \quad (3a)$$

$$w_k^T = [w_k^{AC} \quad w_k^{AM} \quad w_k^{SS}] \quad (3b)$$

$$LPs_i^T = [AC_i \quad AM_i \quad SS_i] \quad (3c)$$

ここで、

QOL_{ki} : 個人属性グループ k の地区 i でのQOL値

w_k : LPs各要素に対する個人属性グループ k の価値観 (重み)

LPs_i : 地区 i の生活環境質向上機会

AC_i : 地区 i の交通利便性

AM_i : 地区 i の居住快適性

SS_i : 地区 i の災害安全性

加知らは、この手法を都市地域に適用するにあたり500mメッシュ単位で推計を行った。しかし、実際の地

域での土地利用を考える場合、この単位が適切であるとは必ずしも言えない。特に、中山間地域での集落再編策を検討する場合には、地理的なまとまりや地縁による結びつきの強さなどから、集落単位で評価することが適切であると考え、本研究でもそれに従う。

また、都市地域で調査されたQOL指標の決定構造を中山間地域でそのまま用いることは適切ではない。本研究ではデータの制約上、 w は、2006年に名古屋市を対象にして行われた「生活環境に対する意識調査」に関するアンケート結果をコンジョイント分析により推計したものをを用いる。ただし、以下a) - c)で説明する視点を考慮することで、中山間地域に適用可能なQOL推計システムに改良する。

なお、本研究では中山間地域を特定農山村法における特定農山村地域、山村振興法における振興山村、過疎地域活性化特別措置法における過疎地域のいずれか一つに含まれる地域とする。分析単位は、平成17年度国勢調査の小地域統計における大字を集落と定義し用いる。

a) AC

ACは就業、教育・文化、健康・医療、買物・サービスの各施設への交通利便性（近接性）によって構成されると定義し、式(3d)-(3f)のように定式化する。

$$AC_i = \sum_k^m (\alpha_k AC_{ik}) \quad (3d)$$

$$AC_{ik} = \sum_j^n \{R_{jk} \exp(-\beta_k c_{ij})\} \quad (3e)$$

$$R_{jk} = \frac{A_{jk}}{\sum_j^n A_{jk}} \quad (3f)$$

ここで、

i : 評価対象地区、 j : 近隣地区、 k : 評価要素、 l : 対象施設

AC_i : 地区 i のアクセシビリティ

AC_{ik} : 地区 i の評価要素 k へのアクセシビリティ

R_{jk} : 地区 j の評価要素 k の魅力度（全体合計値に占める割合）

c_{ij} : 地区 i から地区 j への交通抵抗

A_{jk} : 地区 j の評価要素 k の魅力度

α 、 β 、 γ : パラメータ

式(3e)は重力モデル形のアクセシビリティであり、距離逓減を指数関数で表現している（ β_k が距離逓減を表す）。これを集落単位で計算する場合、その面積や形状は一定・一様ではないことから、本研究では、ACを予め500mメッシュ単位で算出しておき、各集落内に重心があるメッシュのACの平均値をとることでその集落のACを求めることとする。

b) AM

周辺自然環境性として夜間人口当たり緑地面積が評価指標となっている。しかし、中山間地域のほとんどは森林・農地に囲まれているため、そのまま評価すると、QOL値が過大になる。そこで、補正方法として既存の都市政策目標を参考とする。旧建設省によって作成された緑の政策大綱¹¹⁾においては、緑地面積の目標値を夜間人口当たり20m²としている。これを参考に、夜間人口当たり20m²以上の緑地がある場合には式(3g)に示す対数関数を用いて、AMの説明変数として用いる面積の値を逓減させる。

$$y = 2.14 \ln(x) + 13.58 \quad (3g)$$

c) SS

中山間地域では災害として、地震や洪水とともに、土砂災害の危険性が高い。本研究の対象地域においても、土砂災害危険区域内に建物が多く存在している。土砂災害は地震や洪水に比べ局所的であるものの、死亡リスクが高いため推計に含めることが必要である。なお、地震リスクは、地震発生確率に地震による死亡率と、アンケート結果により得られた、損失余命のQOLへの換算係数（価値観）を乗じて評価している。また、水害リスクは、市町村が整備している防災ハザードマップの期待浸水深に、浸水深を表す重みを乗じて算出している。

本研究では、杉原ら¹²⁾による土砂災害発生危険度の確率評価を参考に、土砂災害発生確率が80%を超える時間雨量である50mm/h以上の降雨の発生確率に、土砂災害発生確率、土砂災害による死亡率、土砂災害危険区域内にある建物の割合及び期待損失余命を乗じて、土砂災害による会計損失余命としてQOL評価式に組み込む（式(3h)）。価値観を表す重みは地震による死亡率との比として定義する。土砂災害による死亡率は、国土交通省砂防情報室が公開している平成18年発生土砂災害被害状況から算出する。

$$QOL_s = w_e \cdot PR \cdot PS \cdot PD \cdot rb \cdot LLE \quad (3h)$$

ここで、

QOL_s : 土砂災害危険性によるQOL低下量

w_e : 土砂災害による被害の重み（損失余命への換算係数）

PR : 土砂災害を起こす降雨の発生確率

PS : 土砂災害発生確率

PD : 土砂災害による死亡率

rb : 集落における土砂災害危険区域内建物割合

LLE : 期待損失余命

(2) インフラ維持費用推計手法

対象とするインフラは道路・公共上下水道・簡易水道・農業集落排水・合併処理浄化槽とする。各集落におけるインフラ維持費用は、式(3i)で計算する。費用は各インフラの残存量に、表-2に示す費用原単位を乗じて算出する。実施が1年毎でないものについては、1年当りに換算して推計に用いる。

$$Cost = \sum_r f_r p_r \quad (3i)$$

ここで、

r : インフラの種類

f_r : インフラ r の単位量あたりに必要な費用

p_r : 集落におけるインフラ r の存在量

4. 実地域への適用

(1) 対象地域の概要

対象地域は、図-1に示す三重県の松阪市と多気町の1市1町から構成される櫛田川流域圏とする。松阪市は旧松阪市と、嬉野町・三雲町・飯南町・飯高町が2005年1月に合併してできた。また、多気町は、旧多気町と勢和村が2006年1月に合併してできた。人口は、松阪市が16万8千人、多気町が1万6千人で、面積は623.77km²、103.17km²である。なお、旧嬉野町・三雲町は、櫛田川でなく雲出川流域であるが、ここでは櫛田川流域圏として扱う。

櫛田川は全長約85kmの一級河川でその流域圏は、西部の最上流(旧飯高町・飯南町)から、東部の河口まで多様なエリアを有している。流域圏の西部は振興山村、特定農山村、過疎地域に指定されており、人工林の広がる中山間地域である。中山間地域では、以前は林業と建設業が主産業であったが、今はどちらも衰退している。特に林業の衰退が森林管理の面から問題視され、豪雨時の土砂災害の危険性が高まっている。人口分布を図-2に示す。櫛田川から北に離れた東部の都市地域に人口が集中し、櫛田川に沿っては上流から下流まで少数の人口が分布している様子が見てとれる。

(2) QOL推計結果

建物景観調和性、局地環境負荷性、犯罪危険性、交通事故危険性については、市町単位未満のデータが得られなかったため、推計からは除外している。

図-3に夜間人口あたりQOL値推計結果を示す。松阪市の中心部及び北部の嬉野地域においてQOL値が高い。しかし、都市地域でも、櫛田川の下流部や河口部において

表-2 インフラ維持費用原単位

インフラ名	データ整備	費用の区分	原単位	実施のタイミング
市町村道	ESRI社[ArcGIS] 「GISonDemand (切削オーバーレイ工事)」	維持・管理	480[円/m]	毎年
上水道	内閣府「地震被害想定 支援ツール」に格納	更新(打替え)	32,147[円/m]	40年に1度
		維持・管理	80[円/m]	毎年
下水道	各市町村の供用区域内 に総延長を按分	更新(打替え)	75,000[円/m]	50年に1度
		維持・管理	24[円/m]	毎年
農業集落排水	各市町村の供用区域内 に総延長を按分	更新(打替え)	62,000[円/m]	50年に1度
		維持・管理	24[円/m]	毎年
合併処理 浄化槽	排水インフラ未整備区域 へ総数を按分	更新(建設費)	957,000[円/基]	30年に1度
		維持・管理	73,000[円/基]	毎年



図-1 対象地域と旧市町村の集落数

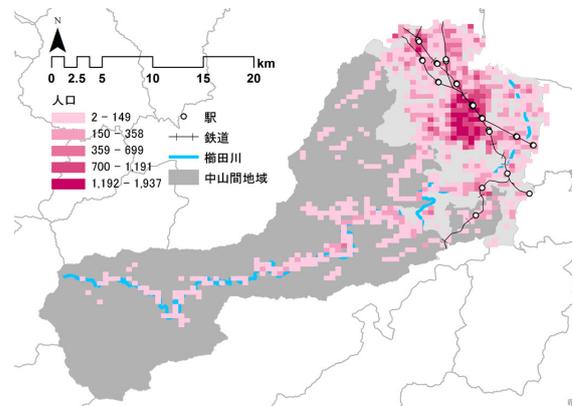


図-2 櫛田川流域圏の人口分布

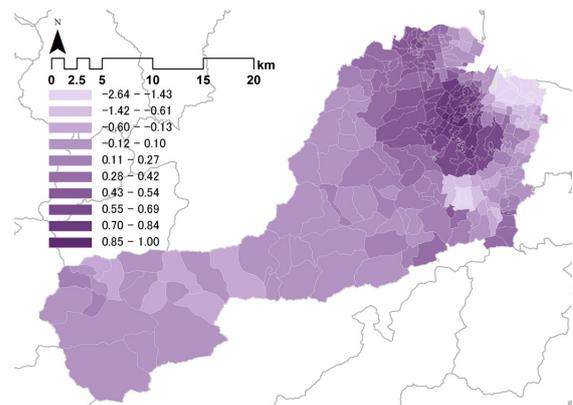


図-3 夜間人口あたりQOL

は水害リスクの影響が大きく、非常に低い値となっている。これは水害リスクへの重みが大きい名古屋市民のデータを使用したことが理由である。また、中山間地域に目を向けると、都市地域に比べて一様に低いという結果が得られた。

図-4に評価要素毎のQOL値を地域別に示す。これを見ると、旧多気町は、AC、AMIは高いが、SSが低いために合計QOL値が低くなっている。中山間地域である飯高町と飯南町では、AMIに関しては旧松阪市と同等以上のQOLを得ているが、ACにおける大きな差が影響し、合計QOL値が旧松阪市に比べかなり低くなってしまっている。このことは、多気町では災害のリスクを抑える施策が重要であり、飯高・飯南地域では主にACを改善する施策が重要であることを示唆している。

(3) インフラ維持費用推計結果

図-5に集落毎の総インフラ維持費用を、図-6に夜間人口当たりインフラ維持費用を示す。総費用は人口集中している松阪市の都市地域および流域圏の中央部に位置する飯南地域において高い値となっているが、中山間地域は比較的低い値となっている。一方、夜間人口当りに換算すると、都市地域では低い値となり、逆に中山間地域では高い値を示している。これは、公共下水道や農業集落排水がない地域に整備されている合併処理浄化槽の維持管理費が大きく影響している。合併処理浄化槽に比べ、公共下水道や農業集落排水は、整備する際に多額の資金が必要になるが、維持管理費は合併処理浄化槽より大幅に安い。また、合併処理浄化槽の場合、各家庭にそれぞれ浄化槽を整備するため、集落規模は関係しないが、公共下水道や農業集落排水では、集落規模が大きい場合に費用効率的となる。

図-7に地域別の夜間人口当たりインフラ維持費用を示す。旧松阪市よりも旧多気町の方が下水道や農業集落排水の整備が進んでおり、夜間人口当たりインフラ維持費用が小さくなる様子が分かる。現松阪市の下水道普及率は42.9%であり、中山間地域を多く含んでいることを考慮しても小さい値となっている。また、旧飯高町・飯南町において市町村道が非常に大きい値となっている。これは、集落間距離が大きく、市町村道が長くなるため非効率になっていることを示している。換言すれば、現状夜間人口当たりのインフラ維持費用が高い場合でも、道路沿いへの集約を促すことで新規インフラ投資を回避できることを示唆している。

(4) QOLとインフラ維持費用の空間分布

図-8に都市地域、中山間地域別に、夜間人口当たりQOL値と夜間人口当たりインフラ維持費用の分布を示す。横軸の夜間人口当たりインフラ維持費用は対数軸で表示

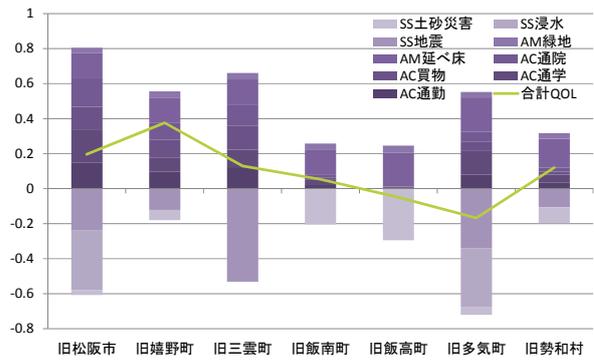


図-4 地域別要素毎のQOL内訳

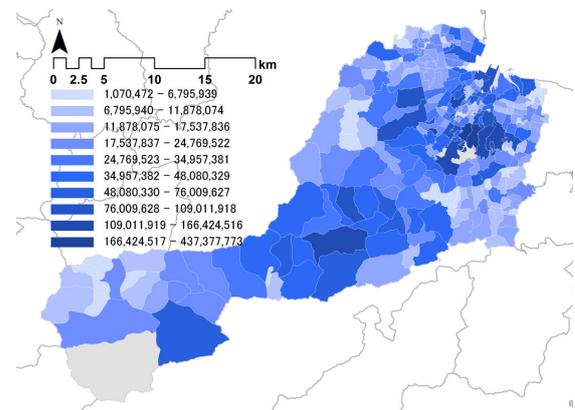


図-5 総インフラ維持費用 (万円/年)

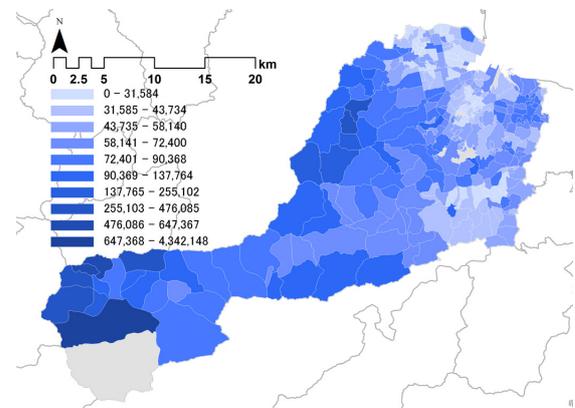


図-6 夜間人口当たりインフラ維持費用 (円/年)

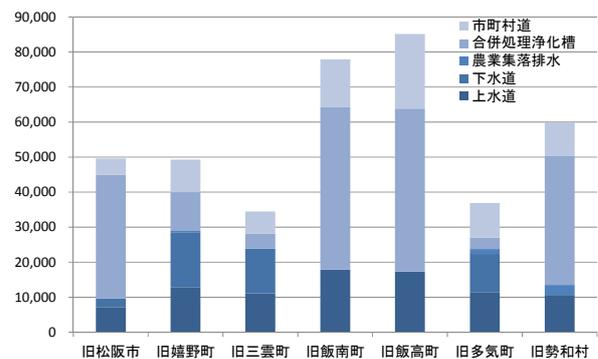


図-7 地域別夜間人口当たりインフラ維持費用内訳 (円/年)

している。中山間地域は都市地域と比較すると夜間人口当たりQOL値が低く夜間人口当たりインフラ維持費用も高い地域が多数存在することが分かる。QOL値とインフラ維持費用が共に都市地域の平均を超える中山間地域の集落は1箇所のみであった。また、都市地域に比べ中山間地域はQOL値のばらつきが小さく、逆にインフラ維持費用の分布に非常に幅があることが分かる。特に夜間人口当たりのインフラ維持費用は、最大値と最小値でおよそ10倍の差があることが分かる。このことは、中山間地域における集落再編によって、大幅な費用削減が見込める可能性を示唆している。

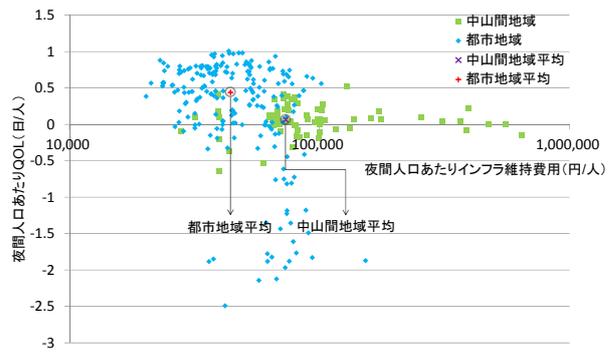


図-8 QOL-インフラ維持費用分布

5. まとめ

本研究では中山間地域における集落再編策を検討するための指標として、QOL値とインフラ維持費用を算出する手法を構築した。

三重県松阪市・多気町に適用した結果、QOLは都市地域に比べて中山間地域が小さいものの、都市地域のうち浸水想定区域においては中山間地域より小さい地域も存在した。上下水道などの生活インフラを対象とした維持費用は、総額では松阪市中心部などで高いが、1人当たりに換算すると中山間地域において高く、特に末端に向かうにつれて高くなる傾向があった。

今後は、QOL指標とインフラ維持費用算出結果を用いて集落再編策を検討し、生態系サービスの十分な発揮も可能とする、持続可能な中山間地域の構築策を見出す。

謝辞：この研究は、文部科学省の名古屋大学グローバルCOEプログラム「地球学から基礎・臨床環境学への展開」、環境省の環境研究総合推進費E-1105の支援を受けた。また、(社)中部経済連合会との共同研究成果の一部である。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 宮田将門, 加藤博和, 川合紀寿, 川瀬康博, 林良嗣: 中山間集落の社会的必要性を評価する指標の提案, 土木計画学研究・講演集, Vol.42, CD-ROM(227), 2010.
- 2) 林直樹, 齋藤晋, 一ノ瀬友博, 前川英城: 共同研究会「撤退の農村計画」—人口減少時代の戦略的農村再構築—, 農村計画学会誌, Vol.25, No.4, pp.564-

- 567, 2007.
- 3) 前川英城, 林直樹: これまでの集落移転事業の効果と問題点, 農村計画学会春期大会学術研究発表会要旨集, pp.41-42, 2008.
- 4) 保永展利, 永木正和: 中山間地域農業の現代的課題-農家世帯員の就業選択を中心にして-, 筑波大学農林社会経済研究, Vol.19, pp.31-48, 2002.
- 5) 林直樹, 齋藤晋: 二地域居住の限界と集落移転の実際, 第37回環境システム研究論文発表会講演集, pp.81-86, 2009.
- 6) 齋藤晋, 林直樹: 居住地再配置による道路維持管理コスト削減効果-京都府旧M町を事例として-, 平成20年度農業農村工学会講演会講演要旨集, pp.104-105, 2008.
- 7) 立川雅司: 中山間限界集落の存続に関わる集落戸数規模要因, 中山間地域農業・農村の多様性と新展開, 農林水産省中国農業試験場, pp.60-68, 1997.
- 8) 鈴木康夫: 中山間地域における環境保全型農業の展開と持続可能性-阿蘇南外輪地域および九州山地を例として-, 経済地理学年報 Vol.43, No.4, pp.276-292, 1997.
- 9) 橋詰登: 中山間地域における農業集落の存続要件に関する分析, 農林水産政策研究, Vol.7, pp.1-24, 2004.
- 10) 加知範康, 加藤博和, 林良嗣, 森杉雅史: 余命指標を用いた生活環境質(QOL)評価と市街地拡大抑制策検討への適用, 土木学会論文集 D, Vol.62, No.4, pp.558-573, 2006.
- 11) 建設省: 緑の政策大綱~21世紀「緑の文化」形成を目指して~, 1994.
- 12) 杉原成満, 篠崎嗣浩, 大石博之, 荒木義則, 古川浩平: ロジスティック回帰分析を用いた土砂災害発生危険度の確率的評価, 砂防学会研究発表会概要集, pp.160-161, 2010.

A ESTIMATION OF QUALITY OF LIFE INDICATOR AND MAINTENANCE COSTS OF THE INFRASTRUCTURE FOR RELOCATION OF SETTLEMENTS IN HILLY AND MOUNTAINOUS AREA

Masato MIYATA, Hirokazu KATO, Yoshitsugu HAYASHI and Norihisa KAWAI