

有田川中流域における 1953 年大縮尺空中写真を用いた 棚田データの作製と現状土地被覆間の空間解析

Digital Spatial Data Construction and Land Cover Change Analysis of Terraced Paddies
using 1953 Large-scale Aerial Photographs in the Middle Part of Arida River Watershed

岡野 友哉* 原 祐二*

Tomoya OKANO* Yuji HARA*

Abstract: In order to conserve terraced paddy landscapes in mountainous areas in Japan, strategic land-use zoning for terraced paddies, surrounding forests and villages is important. For this purpose, it is essential to understand spatial distribution of original terraced paddy parcels before intensive afforestation and mechanism of land-use changes. In this study, we interpreted large-scale 1953 aerial photographs and constructed vector parcel dataset, and conducted spatial analysis in consideration of landforms and the current land covers.

As the results, we identified that many terraced paddy parcels in 1953 were very tiny lots with its sizes were less than 100m². It was suggested that terraced paddy parcels in nearby areas along the Arida River tended to be still cultivated until now, whereas those on the steep slope over 20 degree in upper river area are mostly abandoned. And our results also showed 40% of the parcels were planted with conifer trees and 40% could be changed into broadleaf forests as natural forest succession in this area.

Our parcel dataset could contribute to develop a deeper understanding of the land use change process of terraced paddy field and its backgrounds, and to make a new conservation strategy with not only conceptual design but also numerical goals based on scientific evidence.

Keywords: *Terraced paddies, GIS, Detailed aerial photograph, Land cover change*

キーワード：棚田，地理情報システム，大縮尺空中写真，土地被覆変化

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

棚田は、食糧生産、生態系保全など環境保全に関する多面的機能を有し、歴史民俗学・文化的な価値も高い。そのため、棚田保全の必要性がとらえられる機会が多い。近年では、周辺の森林も含めた農村全体の文化的景観を保全しようとする機運が高まっている¹⁾。

しかし、2000 年代初頭から棚田の大規模な耕作放棄が起こっている。この背景には、高齢化などによる耕作管理者の減少や、耕作地一区画当たりの面積が小さく、区画整理されていないため、低平地の耕作地に比べ労働生産性が著しく低いことなどの問題がある²⁾。

この対策として、棚田オーナー制度や日本の棚田百選が行われており、都市住民との交流を図るという点において一定の成果をあげている。しかし、住民の積極的な参加を促すのが困難で、様々なコストを地元が負担することも多いことなどのデメリットもあり、広域的な棚田保全の打開策にはなっていないとはいえない³⁾。

労働生産性改善のため、圃場整備が行われてきた地域

もある。しかし、景勝地の棚田における圃場整備事業は、景観保全の立場との間で、しばしば対立が生じる。景観配慮型の整備に伴う規制が原因で、農家が耕作放棄を考える事例もある。また、耕作放棄が進めば進むほど景観劣化による経済的な損失額が大きくなるわけではない。完全に荒廃した状態よりも、中途半端に荒廃した状態のほうが醜い景観になるという報告もある⁴⁾。

ところで、棚田の耕作放棄地には、スギやヒノキが植林され人工林化されている場合が多数みられる。この傾向は、1960 年代の拡大造林期に顕著であるといわれている⁵⁾。この背景には、植栽地（棚田区画）の地形が均平であるため、各種の作業において労働負荷が小さいこと、耕作履歴があるため最低限の作業道が既に確保されているなど、林業へ転向するにあたってのメリットが大きい点がある⁵⁾。しかし、木材輸入自由化や林業従事者の後継者減少をうけ拡大造林は衰退し⁶⁾、近年では放棄林化している場所もある⁷⁾。

高齢化などによる耕作管理者の減少や農林業整備の予算規模も縮小する中、全ての棚田を維持保全するのは現実的ではない。棚田を核としたランドスケープ保全を進

* 和歌山大学大学院システム工学研究科

* Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

めるためには、棚田と周辺森林、集落を包括的にゾーニングし、守るべきところと自然に戻すところを適切に分けていく必要がある。そのためには、従前の棚田の詳細な分布と、耕作放棄や森林化のプロセスを空間的にとらえ、土地利用変化のメカニズムを理解することが必要である。しかし、棚田の区画抽出が可能な大縮尺空中写真の多くは、拡大造林期以降に撮影されていることもあり、従前の棚田分布について詳細な分析はこれまで行われてこなかった。

近年、世界・日本農業遺産や日本の棚田百選など、地域に根付いた伝統的な文化の保全のための制度が調えられており、副次的に農業景観の保護も行われている。こうした地域制度の認定を受けるためには、地域の歴史を深掘りした申請書の準備が必須となっているが、実際には資料がなく現在まで残存したランドスケープに対する現代人の判断で選定が行われてしまうことが多い。このため、認定後の地域活動目標が不明瞭となり、評価者側の基準も定めにくいという現状もある⁸⁾。

こうした点もふまえ、本研究では、拡大造林期以前の1953年大縮尺空中写真を活用することで、拡大造林政策以前の農地が最も展開されていた時代の棚田区画のGISデータベースを構築し、現状の土地被覆や地形と比較する。そこから、造林活動・耕作放棄に伴う植生遷移が空間的にどのように生じたのかを明らかにする。さらには、当時の農林業センサスや、最近のデジタル森林簿とも比較することで、土地所有の面からも考察を加える。

1.2 棚田の耕作地と耕作放棄地の定義

一般的に棚田は農林水産省の1988年水田要整備量調査により「傾斜1/20以上にある水田」と認識されている。そのため棚田が存在する地域の耕作地を全体的に調査した本研究では単に耕作地として以後表現する。また、本研究における耕作放棄地については、「単に耕作されていない土地、植生が遷移して土地被覆が変化している土地」として定義付けしている。

1.3 研究対象地

研究対象地は和歌山県有田川町の旧清水町周辺集落の八幡村、安諦村、花園村を中心とした地域とした(**Fig. 1**)。この地域は農林水産省の日本の棚田百選や、文化庁の重要文化的景観に認定されたあらぎ島⁹⁾をはじめ、現在も棚田群が存在する。さらには、2018年10月現在、日本農業遺産に申請中の地域でもある。

対象地を含む和歌山県の中南部では、近代以降急激に林業が基幹産業として展開してきた。人々は棚田や天水田による水稻栽培や畑作の傍らで山林管理の労働を行っていた。この形態は戦後の拡大造林政策による林地転換まで保たれた¹⁰⁾。また、花園村周辺は高野山の荘園として開かれ、奥高野の秘境として知られる密教文化の地であり、長年コウヤマキの生産なども含めた林業と棚田が混在する地域とされている。これらのことから、本研究対象地は、拡大造林期以前の棚田を中心とした農地と林地の分布パターンを復元・考察する適地といえる。

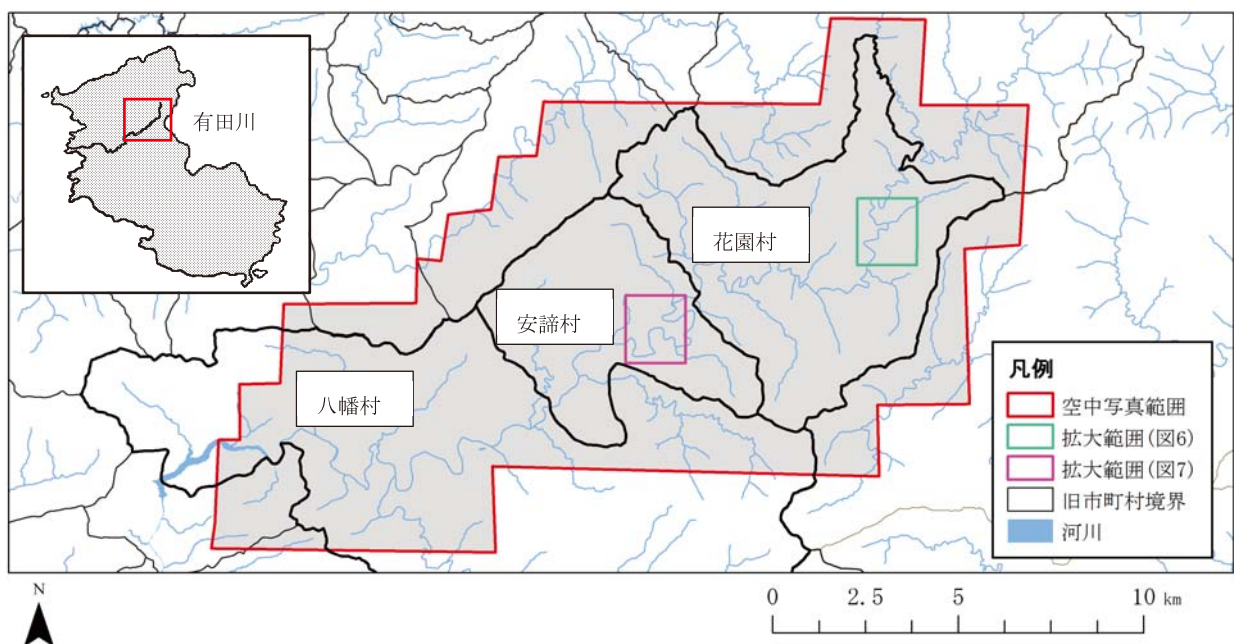


Fig. 1 調査対象地
Study area

2. 研究方法

2.1 使用した空中写真

本研究で使用した 1953 年の大縮尺空中写真は林野庁写真保管庫より発見されたモノクロ 1:15000 のものである。1953 年 7 月 18 日の有田川大水害後の、1953 年 12 月に被災地を撮影したものである¹¹⁾。今回は入手できた有田川中流域の 71 枚の写真を用いた。これをグレースケール 1200dpi でスキャンした後、Agisoft 社の PhotoScan Professional 64bit によりオルソモザイク処理を施し、ESRI 社の ArcGIS 10.2 にて ESRI 基盤空中写真を背景に画像周縁部の地物をコントロールポイントに、緯度経度を付与した。

2.2 ポリゴンデータの作製

この空中写真を背景として、目視判読にて耕作地の区画ポリゴンを作製した。この時、ポリゴンは畔で区切って一つずつ作製し、正確な面積を算出できるようにした。なお、ポリゴンを作製する際は縮尺 1/300 程度に拡大して行った。また、空中写真であるため山や木々の陰となっていて目視判断ができない場合がある。これらは、後述する他資料で明らかに耕作地である場合であっても、形状や範囲が見分けられないため、例外なくポリゴンを作製しないこととした。

次に、有田川町教育委員会より入手した 1954 年森林基本図の土地利用状況も参考にしながら、作製したポリゴンデータに「耕作地」、「耕作放棄地」、「河川沿いの判読不明区」、「その他判読不明区」の四つの属性の区分を写真判読により与えた。また、判読不明区は一見平坦な耕作地に見えるものの、地肌が耕作地とは異なり果樹園や植林地などに見えて一概に耕作放棄地とは考えにくい区画や、耕作地のように見えるが写真が不鮮明で判読できない区画のことを示す。ただし、河川周辺の判読不明区は有田川大水害による土砂くずれから復旧していない区域である可能性があると考えられたため、河川沿いの判読不明区として上記の判読不明区とは別のものとして処理した。

2.3 データの精度検証

作製したポリゴンデータの位置や形状の精度に関しては、検証に耐えうる精度の当時の実測図や文献資料が存在しないため、紀伊山系砂防事務所から提供いただいた 2015 年の有田川周辺の航空レーザ測量図を用いて精度検証を行った。まず、作製したポリゴンデータと赤色立体図をオーバーレイさせることで、ポリゴンと現在も残存している区画跡とのずれを目視で比較した。対象地全

域を通じて、河川付近の比較的広い平坦な段丘面に立地する拠点集落の周辺を中心に、耕作地の形状の変化が見られた。この河川付近の耕作地は、地理院地図の最新の空中写真や、赤色立体地図の地形データでは長方形の大区画となっており、作製した 1953 年におけるポリゴンデータでの複数の耕作区画が広大な一つの区画に整備されているように判読されるものが多数見受けられた。これらは労働生産性向上のために耕地整理された区域であると考えられる。また、土砂災害による耕作地の崩壊から判読不能となっていた区画が現在では復旧していると考えられるケースも複数見られた。そのため、全体の空間精度の誤差を検討する上では除外した。その他大半を占める斜面地ではポリゴンデータと赤色立体図の区画との間で、区画数や形状に大きな違いはみられなかったものの、団地全体が平行移動して数メートルのずれが多く見られた。これは、写真自体の劣化や、オルソ幾何補正プロセスでの誤差を含んでいるものと考えられた。これらより、作製データは絶対位置に関しては数メートルのずれを含んではいることを認識する必要があるものの、対象地全体としては区画数や区画面積分布の解析には耐えうる精度と判断した。

2.4 データの空間解析・考察

作製した区画ポリゴンデータと、国土地理院の基盤地図情報ダウンロードサービスより入手した 10m 解像度の数値標高モデル（以下 DEM と略す）をオーバーレイし、棚田区画の数・面積と傾斜の関係を分析した。また、解像度 10m の ALOS 高解像度土地被覆図（2016 年 9 月リリース版 v16.09）¹²⁾ とともオーバーレイし、1953 年の耕作地だった区画が現在どのような土地被覆となっているかの分布図（Fig. 2）を作製し、区画面積・傾斜ごとに集計した。この土地利用に関して、本研究では土地被覆図における「水域」「草地」「裸地」を『耕作放棄』、「都市」を『住宅化』、「水田」を『残存水田』、「畑地」を『畑地化』、「常緑落葉樹」「落葉広葉樹」を『広葉樹林化』、「常緑針葉樹」「落葉針葉樹」を『針葉樹林化』として扱う。なお、以後文中における耕作放棄地という用語は、これらのうち『耕作放棄』『広葉樹林化』『針葉樹林化』をあわせた表現とする。その後、作製した棚田データと、和歌山県庁より入手した 2015 年の森林 GIS データの森林小班データともオーバーレイし、森林として登記管理されている棚田区画の割合も算定した。

また、対象地内最上流部の旧花園村付近と、中流の旧安諦村付近の棚田分布拡大図（現在の土地被覆を属性付与したもの）を作製し、空間分布について比較検討した。さらには、1950 年農林業センサスと和歌山県調査結

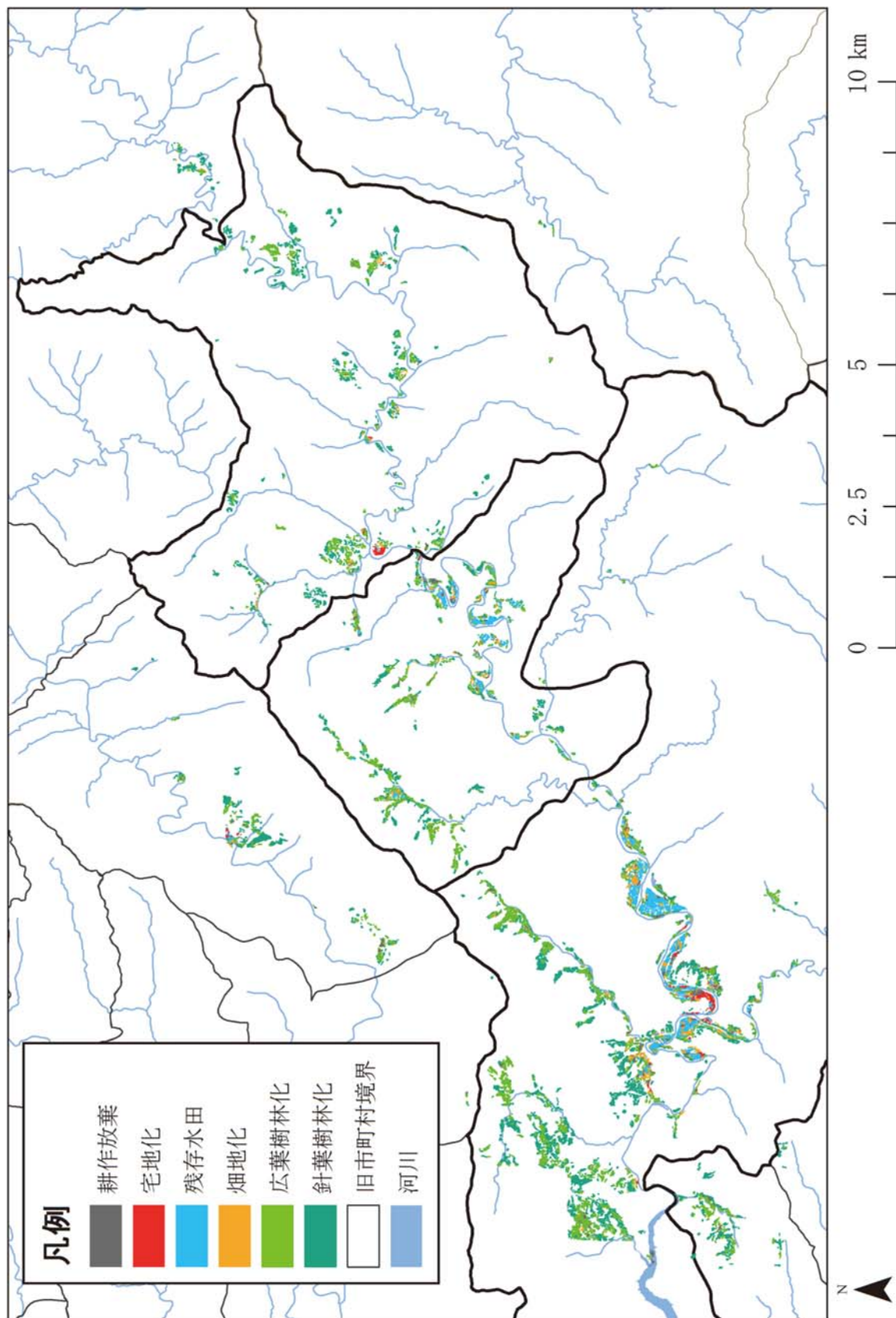


Fig. 2 1953 年棚田区画の土地被覆変化分布図
Distribution of 1953 terraced paddies and their current land covers

果の花園村・安諦村（対象地に全域含まれる）の統計データと、範囲内の作製した区画ポリゴンデータを照合し、その差異についても要因を考察した。

3. 結果と考察

3.1 棚田区画の面積・空間分布の特徴

1953年の空中写真におけるポリゴンの総数23,158区画・総面積約3,217,884m²のうち、上記の分類における「耕作放棄地」「河川沿いの判読不明区」「その他判読不明区」の属性のポリゴンは273区画・総面積100,885m²と全体の約3%しかなく、大多数が耕作地であった。そのため、以後は耕作地のみを考察する。

耕作地について、ポリゴン総数22,885区画・総面積約3,116,999m²に対し、11,876区画の耕作地が100m²以下であった。全体的に500m²以下の耕作地が大多数で、平均値が約136m²、中央値が約96m²であった。稲作の作業が動力耕耘機への移行段階にあった1955年頃までの水田の区画が全国的に1,000～2,000m²程度を標準とされていた¹³⁾ことを考慮すると、本対象地の平均面積はかなり小さい。同時に1999年に日本の棚田百選に認定されている棚田の一区画の平均面積は約750m²であることや、現在の清水町の棚田の一区画の平均面積が425m²であることと比べても¹⁴⁾その小ささが確認できる。この耕作地ポリゴンをALOSの土地被覆図とオーバーレイすることにより耕作放棄地の数値算出をしたところ、耕作地ポリゴンの約8割が耕作放棄されていることが確認できた（Fig. 3）。これについて区画面積と傾斜の面から考察する。

傾斜に関して、Fig. 4は1953年の耕作地が現在どのような土地被覆となっているかを示す図である。かつて多くの割合を占めていた傾斜20～30度の耕作地が放棄されたことが確認できた。これは1999年に日本の棚田百選に認定されている棚田の平均傾斜¹⁴⁾が約8.3度であることや現在の清水町の棚田の平均傾斜が約4.8度であることから確認できる。また、20度あたりから樹林化の進行が顕著に見られる。これについては次項で述べる。

Fig. 5は1953年の耕作地のポリゴンを区画面積ごとに土地利用の変化による放棄について表したグラフである。区画面積が大きくなるごとに残存水田と転作された畑地の割合は増加し、放棄地は減少することが確認できる。また、50m²以下の微小耕作地は全体的に分布しているが、下流部に比較的多く見られた。ただし、これは下流域に耕作地が多いことに起因する可能性があるため全体的な傾向と考えることは不適切だとも考えられる。

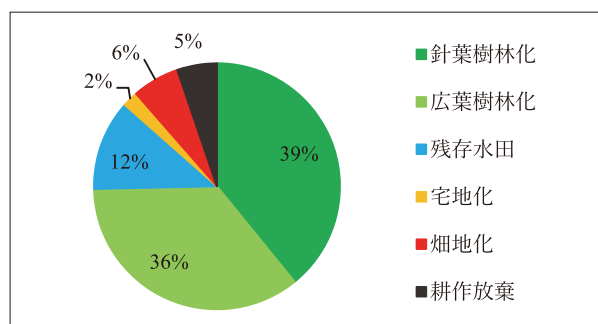


Fig. 3 1953年棚田区画の転換状況
Land-use change of 1953 terraced paddies

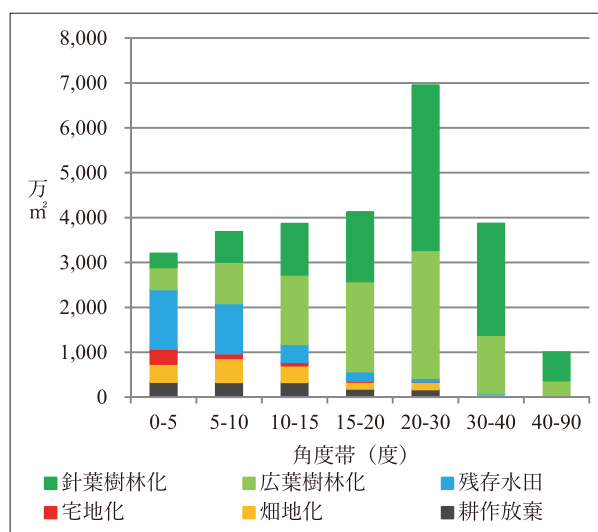


Fig. 4 1953年棚田区画の傾斜別転換状況
Land-use change of 1953 terraced paddies by slope ranges

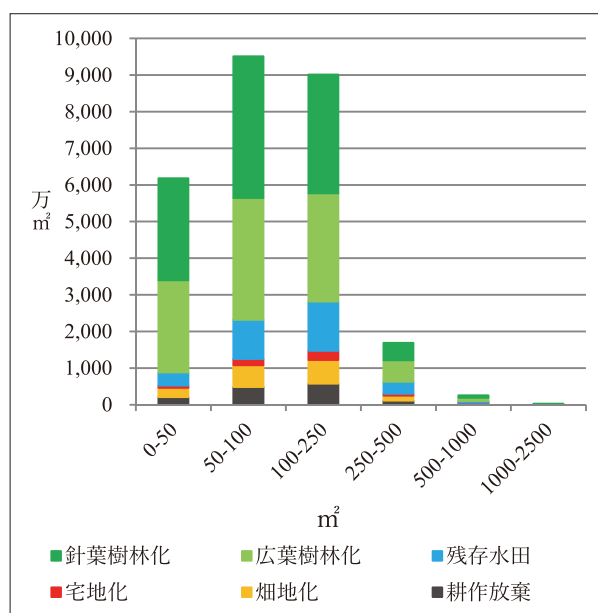


Fig. 5 1953年棚田区画の区画面積規模別転換状況
Land-use change of 1953 terraced paddies by parcel size classes

全体に関しては、河川付近については緩傾斜の耕作地が多く見られ、耕作放棄は比較的少ないことが確認できた。また、畑地化や住宅化も河川付近に多いことが確認できた。

3.2 棚耕作放棄地における樹林化区域についての考察

Fig. 3 より、耕作地ポリゴン 22,885 区画のうち 18,049 区画、耕作地区画の全体の約 80% が耕作放棄され、そのうち約 39% が針葉樹林化、約 36% が広葉樹林化しており、いることが確認できた。また耕作放棄地の中では約 93% が樹林化していることがわかった。

傾斜に関して、上記 Fig. 4 から 20 ~ 30 度の傾斜帯で 1953 年の耕作地が樹林化、特に針葉樹林化面積が大きい。このことから耕作地として条件不利地であった区画が放棄され、林業化による針葉樹林化されていたと考えられる。

ここで、1953 年の耕作地のポリゴンを森林 GIS 小班データと重ね合わせたところ、8051 区画が交差した。これらの棚田ポリゴンが交差した森林 GIS の小班ポリゴン樹木ポリゴンのおよそ 8 割が人工林で、さらにシュロなどが特林として 1 割ほど登記されていた。シュロは和歌山県ではシュロ縄やたわしなどに加工される樹木であり、よく植林されていたとされる¹⁵⁾。こちらも林業の為の人工林と考えたとおおよそ 9 割が人工林として登記されている。このように森林 GIS では高い割合で人工林化されていることが示されたが、そもそもこういった登記情報には大きな誤差を含んでいるため¹⁶⁾、登記上耕作地となっている区画が森林、特に広葉樹林に遷移しているにも関わらず、変更されずに放置されている区画が多数存在している可能性もある。特に農業と林業の両方で生計を立てる人々が多数いた和歌山県では、あいまいに登記されている可能性は高い。

3.3 集水域上部と下部の比較

Fig. 6 は上流部の花園村付近の拡大図、Fig. 7 は対象地下流部の安諦村付近の拡大図である。上流部は河川から少し離れた山肌に沿って不整形・小規模な耕作地が分布しており、現在耕作放棄され樹林化されている区画が大多数である。対して下流部では河川周辺に残存水田が多くみられる。これは 1953 年の段階で河川周辺に長方形に整備された耕作地が多いことによるものと考えられる。この残存水田の周辺で畑地化や住宅化が行われている。

1950 年農林業センサス和歌山県調査結果では花園村の水田耕作面積が 642,400m²、安諦村が 863,800m²であった。下流に位置する安諦村の方が村域面積も小さい

ことも考慮すると、1953 年時点で安諦村の方が耕作適地が多かったことが推察される。Table 1 は自作農と小作農の戸数と経営農地面積を示す。農地改革後の小作農地の割合が 10%であることを考えると¹⁷⁾、この表から 1953 年では農地解放が進行していたことがみられる。個人が土地利用を自由に変更できる契機となり林業化への要因にもなったと考えられる。そのため、耕作条件の厳しい上流部にて耕作放棄や樹林化への拍車がかかったと考えられる。

ここで、旧市町村該当地域にあたる区域のポリゴンの面積合計を算出したところ、花園村相当区域が 3,133 区画 450,691m²、安諦村相当区画が 4,686 区画 590,110m²となり統計との差異がみられた。この差異の要因として、まず大洪水による崩落地点が考えられる。この地点は後に撮られた空中写真で耕作地として復旧していることが確認できるものが見られた。そのため、使用した空中写真によって抽出した耕作地は、少なからず通常時の営農状態から減少していると考えられる。また、本研究では耕作地のポリゴンを作製するにあたって畦ごとに周囲を囲う方法をとった。1950 年農林業センサスの調査法が複数の耕作地区画群となっている場所の計測では畦を含んでいるということも考えられ、その差異がある可能性も考えられる。

4. おわりに

本研究では、有田川中流域の 1953 年大縮尺空中写真から耕作地区画ポリゴンを作製し、面積規模や地形との関係、転換状況を考察した。結果は以下にまとめられる。

- ・100m² 以下の微小な耕作区画がおおよそ半数を占めた。
- ・河川周辺部では残存水田がみられたが、上流部の急傾斜地といった耕作土地条件が厳しい場所の大部分が耕作放棄されていた。
- ・棚田区画の 4 割が人工林、もう 4 割が広葉樹林へ遷移していた。
- ・作製した棚田区画情報と統計情報には差異があり、土地所有や利用上意味のある差異か、単純な空間精度誤差か、今後もさらなる資料調査を要する。
- ・現存している保全対象となりうる棚田は、1953 年当時の 1 割程度であり、かつ地域内で断片化していることが分かった。既指定の重要文化的景観⁷⁾や申請途上にある日本農業遺産も棚田に注目・言及しているが、オープンデータとして公開予定の本研究成果により、棚田の残存・保全の意義について再度深掘りした議論が可能になると考えられた。

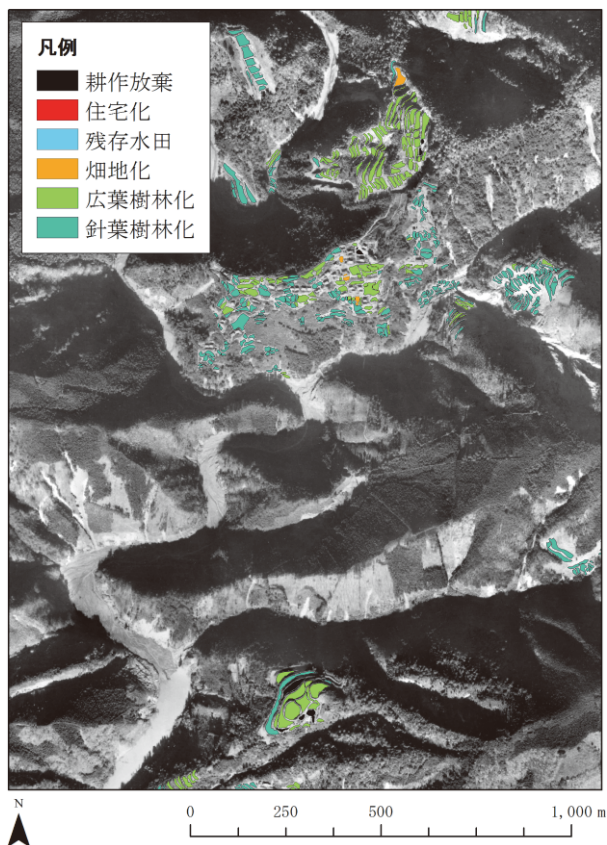


Fig. 6 集水域上部花園村集落における区画転換
Land-use change in Hanazono village

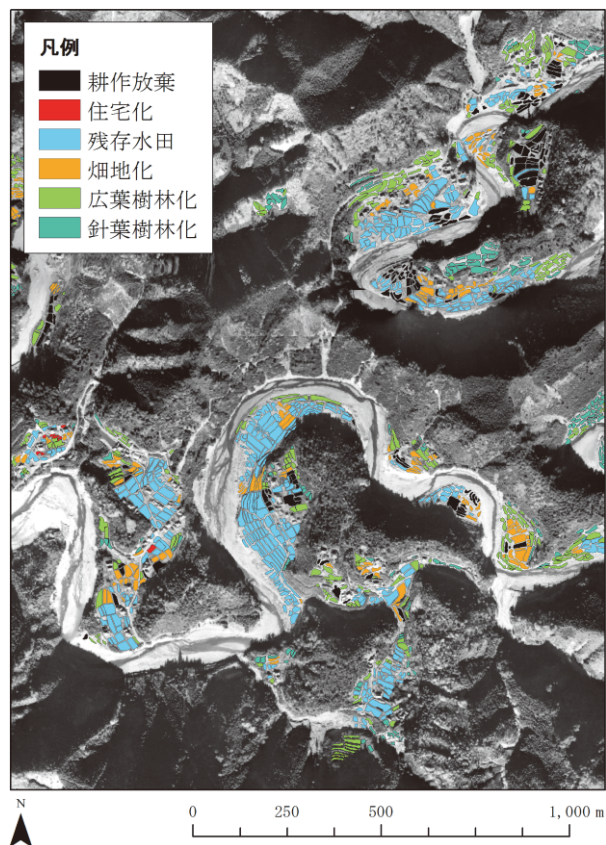


Fig. 7 集水域下部安諦村集落における区画転換
Land-use change in Ade village

Table 1 1950 年農林業センサスにおける対象地自小作別農家数および経営農地面積
Land tenure, farm households and areas in 1950 census

	総数		自作		自作兼小作		小作兼自作		小作	
	農家数	面積	農家数	面積	農家数	面積	農家数	面積	農家数	面積
花園村	245	15098	199	13757	26	970	11	258	9	112
安諦村	296	14633	161	10523	66	3105	27	717	15	289

注：1) 農家数単位：戸，面積単位：畝
出展：和歌山県の農業 1950 年世界農林業センサス基本調査結果

また，耕作放棄には耕作地の形状も影響すると考えられる。地形に合わせたままの不整形な区画と，機械化に対応するために長方形に圃場整備された区画とでは，土地利用変化が異なる可能性もある¹⁸⁾。本研究ではこの点はまだ検証できていない。さらなる郷土資料の渉猟とあわせ，今後の課題としたい。

謝辞

本研究を進めるに際し，和歌山大学システム工学部の江種伸之教授，平井千津子研究員，三瓶由紀研究員から多くの御指導を賜った。ここに記して深謝したい。

引用文献

1) 相田明 (2011)：岐阜県恵那市坂折棚田における文化的景観の保全活動史，ランドスケープ研究，74 (5)，409-41.

- 2) 中島峰広 (2002)：棚田の分布と特質，農業土木学会誌，70 (3)，195-198.
- 3) 高尾堅司・前田真子・野波寛 (2003)：棚田オーナー制度の導入手続きの公正評価と棚田オーナー制度に対する評価奈良県明日香村の棚田保全運動に対する地元住民の評価，農村計画学会誌，22 (1)，26-36.
- 4) 藤見俊夫 (2006)：耕作放棄や圃場整備による棚田景観劣化の経済損失，環境科学会誌，19 (3)，195-207.
- 5) 鳥居厚志・篠宮佳樹・田淵隆一・吉永秀一郎・酒井武・酒井敦 (2006)：中山間地における植林された耕作放棄地の増加と棚田跡の植栽木の成長，森林立地学会，48 (2)，105-109.
- 6) 大内幸雄 (1987)：拡大造林政策の歴史的展開過程（統一テーマ：戦後日本林業の展開と森林資源政策，1987 年度春季大会報告），林業経済研究，1987 (111)，3-11.
- 7) 鳥居厚志・篠宮佳樹・田淵隆一・吉永秀一郎・酒井武・酒井敦 (2006)：中山間地における植林された耕作放棄地の増

- 加と棚田跡の植栽木の成長, 森林立地学会, 48 (2), 105-109.
- 8) ダニエル ナイルズ (2017): 世界重要農業遺産システム GIAHS のランドスケープから学ぶ, ランドスケープ研究, 81 (3), 260-263
- 9) 和歌山県有田川町, あらぎ島 (参照 2019.1.31), 入手先 http://www.town.aridagawa.lg.jp/kanko_map/meisho/1219.html
- 10) 加藤幸治 (2012): 紀伊半島の民俗誌 技術と道具の物質文化論, 社会評論社
- 11) 原祐二 (2015): 景観の構造とその特性, 蘭島及び三田・清水の農山村景観保存計画 5 章, 140-183. (参照 2017.6.23), 入手先 http://www.town.aridagawa.lg.jp/aragijimakeikan/updata/1_5_1_land.pdf
- 12) JAXA: 日本域高解像度土地利用土地被覆図 2016 年 9 月リリース版 (v16.09), (参照 2018.1.26), 入手先 http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/jlulc_jpn.htm
- 13) 農林水産省 (2011): 農業生産を支える農地, 資金, 研究・技術開発, 関連団体をめぐる状況, (参照 2017.12.1), 入手先 http://www.aff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h22_h/trend/part1/chap2/c7_01_05.html
- 14) 農林水産省構造改善局・農村環境整備センター (1999): 「日本の棚田百選」による詳細情報, (参照 2017.12.1), 入手先 <https://tanada.or.jp/data/100sen..pdf>
- 15) 藤田和史 (2013): 海南市の家庭用品産業集積における開発・販路拡大活動の企業空間とネットワーク, 和歌山大学経済研究所, 地域研究シリーズ 42, 1-29.
- 16) 山本伸幸・萩原美寿々 (2003): 森林計画情報と地籍情報の整合性および相互利用可能性, 日本林学会誌, 85, (4), 326-331.
- 17) 山岸清隆 (1987): 戦後日本林業の展開と土地問題 (1), 林業経済, 40 (5), 10-16
- 18) 天満類子・菊地成朋 (2012): 隈上川流域の棚田景観と水利システム—新川・田竈地区の山村景観保全に関する研究その 1—, 日本建築学会計画系論文集, 77 (674), 805-811. (2018.6.3 受理, 2019.2.8 採用)