埼玉県狭山市堀兼地区の土地利用の変遷と 環境要素との関連性

—連鎖型地域農業^{注1)}のための土地利用のあり方に関する考察 (その1)—

Changes in Land Use and Their Relations to Environmental
Settings in Horigane, Sayama City, Saitama Prefecture, Japan

—A Study on Framework of Land Use for “Chain-type Agricultural System”(1)—

小林 久*・千賀 裕太郎**

Hisashi KOBAYASHI and Yutaro SENG

I はじめに

近代化以前までのわが国の農業は、土地生産性を維持するために堆肥・きゅう肥などの多量の有機質肥料の投入を必要としていた。このため農村地域では、肥料源・燃料源としての農用林を用いた自然環境と密接に関係する有機肥料の自給体制や^{1), 2), 注2)}完成度の高い資源循環型の持続可能な農業生産・農村社会が形成・維持され^{3), 4)}比較的豊かな生物社会の存続が保障されていたと考えられている⁵⁾。

ところで、地域を支える要因は、地形、気候などの自然的要因と制度・経済活動のような社会的要因に分けて考えることができる。土地利用の前者を前提とした、後者の地域空間への投影であり、自然環境との間には相互関係が存在すると考えることができる⁶⁾。したがって、農村地域の計画・整備にあたって、土地の自然特性を活かし土地を持続的に利用しようとする場合には、まず持続可能な地域システムが成立していた時期の両要素の関連やその後の変遷を明らかにしておくことが重要である。仮に地域資源の高度利用・管理、物質収支を反映した土地利用と環境要素との関連性やその変容が合理的に説明できれば、有機的な農村生態システムや物質連鎖システムに基づく地域環境に調和した持続性のある農村地域整備

や土地利用計画に価値のある情報を提供することが可能になると考えられる。

筆者らはこれまでにこれらの点に関して、埼玉県狭山市の農業地域を例に、明治期^{注3)}、昭和初期、現在(平成3年)の土地利用の変遷を検討し、時間的な変化を考慮した土地利用図(時空間土地利用区分図)を作成した⁷⁾。さらに、この「時空間土地利用区分図」の各区分を外基と数量化Ⅱ類分析を行い、林地グループ、宅地・畑地混在グループ、畑地グループが区分されること、土地利用の配置・変遷と環境要素の間に関連性があり、その関連性は現在に比較して明治期でより顕著な傾向があることを明らかにした⁸⁾。

本文では、このような分析結果、文献上の背景を踏まえて、明治期および現在における土地利用と環境要因との関連性をさらに詳しく分析する。

II 研究の方法

1 調査対象地

土地利用の変遷が明らかに追跡でき、かつ明瞭な農業地域と位置づけられる地区として、都市的な土地利用需要が強い首都近郊に在りながら、現在も広い農地を維持している埼玉県狭山市堀兼地区を調査対象地に選定した。図1に示すように、堀兼地区は間口40間(約70m)、奥行350~400間

*茨城大学農学部 Faculty of Agriculture, Ibaraki University Ami-mach, 300-03 Japan.

**東京農工大学農学部 Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu-shi, Tokyo, 183 Japan.

Key Words : 1) 土地利用, 2) 環境要素, 3) GIS, 4) 数量化Ⅱ類, 5) 持続的農業

図1 調査対象地
Fig.1 Location Map

(600m～700m)の短冊型地割を基本に、江戸時代以降の開墾により開発された武蔵野台地上の新田村落であり^{9),10)}、東京都心から40km圏に位置している。

調査対象地は、関東平野西南部の関東ロームに覆われた武蔵野台地の一部である入間台地上に位置し、西側は入間川を介して関東山地の東縁部に接する。対象地の中央を北流する不老川沿いが最も低く、その北西側・南東側にゆくほど標高が高くなる。全体的には緩い凹地状の台地で、不老川の流下方向である北側に緩く傾斜する連続した平坦な地形を特徴としている。基本的な土地利用は、台地上の広大な短冊型地割の畑地と北西側に平地林を伴った集落から構成される。ただし、地区に隣接する北側と地区東南部には広い林地が分布している。平地林は、関越自動車道の開通等により転用が進んでいるものの、現在でも相当多く残存し、大部分が地区農家の所有となっている¹¹⁾。

堀兼地区は、昭和30年代まで商品作物として甘藷などの畑作物を江戸・東京に出荷することで地域農業を維持してきた。しかし、武蔵野台地上に

位置する畑地は火山灰土壌（黒ボク土）を主とするため、このような農業生産を維持するために、有機質肥料としての多量の堆肥投入を必要としていた^{10),11)}。主要な堆肥材料は平地林から採取される落葉・落枝で、農家は落葉類の供給を確保するためにクスギ、コナラ、アカマツなどからなる農用林を積極的に育成、管理していた。

大井¹¹⁾が川越市の福原および名細の両地区で行った聞き取り調査によると、基幹作物であった陸稲、麦類、甘藷の畑作物は、肥料の大部分を堆肥に依存し、その投入量は年間で360貫（1,350kg）～600貫（2,250kg）/haであったとされている。肥料投入を窒素の必要量としてみると、堆肥1,350kg～2,250kg/haの投入は窒素5kg弱/10aの投入に相当すると考えられ^{注4)}、これは上に述べた基幹作物の陸稲、麦類、甘藷の窒素要求量に近

い。また、武蔵野新田の開拓は1農家当りに約5ha（40間×370間）の短冊形の土地が配分され、開発当初は畑地と林地の割合が約2：1（畑地3.2ha：林地1.6ha）であった。大井による聞き取り調査の堆肥投入量を参考にすると、各農家の畑地が必要とする堆肥量は4,320kg～7,200kg/haと見積もられる。平地林10aからは約120貫（450kg）の落葉・落枝採取が可能とされるので、開発当初の畑地・林地配分であれば、各農家は林地1.6haから7,200kgの落葉類を採取することにより畑地に必要な堆肥を自家調達することができたと考えられる。

このように、対象地は地域内の資材で農業生産を維持するという伝統的な農業体系において肥料供給源の農用林と耕地が不可分の関係にあった地域といえる。今日では、このような伝統的な農業体系は崩壊しつつあるが、表1のように一部の農家によって継承されている。

2 分析方法

(1) 分析の流れ

土地利用区分を外的基準、地形、土壌などの自

然的な環境要素を主な説明項目とする数量化Ⅱ類による分析を行い、土地利用と環境要素の関連性および判別結果と実際の土地利用の関係を考察した。外的基準は空中写真と地図から判別される畑地、樹園地（茶園、桑園、果樹園）、宅地等、林地の4土地利用区分とし、時期による相違を把握するために、明治期、昭和初期および現在（平成3年）の3期を対象と

した。土地利用区分および説明項目の基本属性は、現地概査に基づき地理情報データベース、地形図、空中写真（1992年撮影）、土壌図などの既存資料から収集した。

分析手法の流れは図2のとおりで、データの収集、メッシュシステムの決定、データファイルの作成などのデータ整備とデータファイル間の演算、メッシュ単位のデータ行列の作成とその解析から構成される。

分析のための基礎資料には、数値地図のようにデータベース化されているもの、主題図として印刷されているもの、判読により基図を作成しなければならないものなどがあるので、これらを解析するためには、データの規格化を行う必要がある。本分析では、データをメッシュデータとしてファイル化し、表計算、統計処理、図化などのソフトウェアを支援ツールとする地理情報の統合的利用システム（GIS）としてこれらを運用した。

(2) メッシュサイズの選定

メッシュサイズが、細かいほど分析データとしての精度は高くなる。区画内の卓越項目をメッシュの分類データとする場合、サンプル理論からすると、メッシュサイズを分類対象の分布形状短辺の2分の1以下にすることができれば、その分布を捕捉することができる^{注5)}。しかし、メッシュサイズを細かくするほど計算、データ調整に要す

表1 耕地への落葉堆肥の投入実態

Table 1 Input Records of Fallen Leaves' Composts to Upland Farming Fields around the Study Area.

地区名	調査年	調査農家数	落葉堆肥の施用農家数	主栽培作物
堀 兼	1981	5	2	ほうれん草、えだまめ、ごぼう、さといも、にんじん
	1983		1	ほうれん草、ごぼう、だいこん、さといも、にんじん
	1985		3	ごぼう、さといも、にんじん、ほうれん草
	1986		1	ほうれん草、ごぼう、さといも、にんじん
	1991		4	ほうれん草、さといも
北岩岡	1981	5	0	さといも、ほうれん草、他軟弱野菜
	1983		2	ごぼう、さといも、ほうれん草、他軟弱野菜、緑肥作物
	1985		3	ほうれん草、他軟弱野菜、緑肥作物、休耕
	1986		4	さといも、すいか、はくさい、ほうれん草
	1991		2	さといも、ほうれん草
北岩岡	1981	5	3	だいこん、ほうれん草、にんじん、さといも
	1983		1	だいこん、にんじん、ほうれん草、さといも、緑肥作物
	1985		3	だいこん、にんじん、ほうれん草、緑肥作物
	1986		3	だいこん、ほうれん草、さといも、他軟弱野菜、緑肥作物
	1991		4	だいこん、ほうれん草、他軟弱野菜

埼玉県農試による「土壌管理実態調査結果」から収集・編集

図2 GISを利用した多変量解析のためのデータ整備・分析フロー

Fig. 2 Flow to Create Data Sets and Analysis for Multivalue Method Using GIS as a Tools

る作業が煩雑化し、手間が著しく増加する。また原データの精度が粗ければ、いかにメッシュサイズを細かくしても精度の向上は計れない。通常、地域圏～国土レベルの解析には、1km×1kmの「標準地域メッシュサイズ」¹²⁾が、市町村レベルの解析には100m×100m以下の細密数値情報のメッシュサイズが対応する¹³⁾といわれている。

本分析では、原データのうち最も精度の低い土壤図、植生図などの5万分の1主題図について、約2mm×2mmの情報を読み取ることとし、メッシュシステムは「標準地域メッシュ」の3次メッシュ1/10細分区画^{注6)}とした^{注7)}。

対象地は約800haの広さがあり、3次メッシュ1/10細分区画のメッシュサイズを用いると790メッシュでカバーされる。

3 データの収集と整備

分析に用いたデータ項目は、第一に自然環境を中心とした要素を選定した。また、現地での聞き取りの結果を参考に、土地利用と関連していたとされる利水・排水条件と六間道路に代表される人為的な要素としての道路についても検討対象に取り上げた。したがって、説明変数とした要素項目は、駅からの距離など地区外との関連性に対応するものではなく、地区内の環境に関する項目と考えることができる。収集・整備した情報は、以下の資料から採取した。

- ・現在の土地利用：国土数値情報磁気テープファイル「1/10細分区画土地利用」データ（平成3年作成）。
- ・明治期および昭和期の土地利用：1/2万迅速図（明治14年）、1/5万地形図（昭和16年）。
- ・標高：数値地図50mメッシュ（標高）データ（平成2年）。
- ・地形区分：空中写真（1992年撮影）の判読結果を1/1.5万狭山市全図にトレースして基図を作成。
- ・土壌：国土庁土地分類基本調査「1/5万土壤図（1972）」。
- ・植生：環境庁自然環境調査「1/5万植生図（1984）」。

また、道路接合の状況については、明治期、昭和初期、現在の3期それぞれの幹線・支線道路網と各メッシュの関係を未接合、支線のみ接合、幹線近傍（複数の幹線接合メッシュに隣接）、幹線接合に4区別し、同様に水路接合の状況に関しては不老川を中心とした水路と各メッシュの関係を未接合、近傍（複数の水路接合メッシュに隣接）、接合に3区別して把握した。

地形要素に関しては、標高データを加工して各メッシュの傾斜区分／傾斜方向／斜面形を指標化した。これらは、表5に示す項目とカテゴリーに整理してから、土地利用ファイル（明治期、昭和初期、現在の3種類、現在のものに関しては植生もオーバーレイさせたデータファイルを作成）、地形ファイル（標高、傾斜区分、傾斜方向、斜面形区分、地形区分の5種類）、土壌ファイル、道路アクセスおよび水路アクセスファイルの11データファイルとして整備し、分析に供した。

III 土地利用および環境要素の概要

整備したデータのうち、分析において外的基準となる時期別の土地利用とその説明項目となる環境要素の概要は次のようにまとめられる。

1 土地利用

明治期、昭和初期および現在の土地利用状況は図3のとおりで、土地利用別・時期別の変化マトリックスは表2のようになる。3期の土地利用はそれぞれ次のような概観される。

明治期：土地利用は大局的に、NE～SW方向の境界線により区画されている。林地は調査地の東南部に広く分布し、北西部にもまとまった分布が認められる。また、林地は宅地等の北西部にも1メッシュ程度の幅で分布し、両者はNE～SW方向の列を形成して分布することが多い。畑地と宅地等は、中央～北西部・南西部に分布する。茶園を主とする樹園地は、宅地等の南東に隣接して分布する。

昭和初期：基本的な分布パターンは、明治期のそれと大差がない。ただし、畑地から樹園地（茶園）に変化したメッシュが50強あり、これらは宅地等の南東部～東部に帯状（2メッシュ程度の

図3 明治期、昭和期、現在の土地利用
Fig. 3 Land Use of the Study Area in Meiji Era, Showa Era and the Present Age.

幅)の分布をしている。

現在：明治期に広い林地が分布していた南東部に、林地を2分するようなまとまった宅地等・畑地が分布している。畑地の分布パターンは、明治期のそれに類似しているが、宅地等のメッシュは地域全体に散在している。

なお、平地林はクスギ、コナラ、アカマツなどからなり、植生図によ

るとこれらは雑木林、スギ混合林、混合林などに区分される。スギ混合林は北西部の集落後背地に、雑木林・混合林は南西部に広く残存する林地を中心として分布している。

2 環境要素の概要

(1) 地形

調査対象地およびその周辺の地形は、最も低い不老川沿いの不老川台（標高40m～50m：立川面に対比される）とその北側・南側の川越台・大井台（標高50m～60m：武蔵野面に相当する）を中心とし、さらにその外側に金子台・所沢台（標高60m以上：下末吉面に相当する）、阿須山丘陵・狭山丘陵（標高100m～150m：多摩面に相当す

表2 明治期・昭和初期・現在の土地利用変化マトリックス

Table 2 Matrix of Land Use Change in Meiji Era, Showa Era and Present-day

		明 治 期					(単位：メッシュ数)				
		畑 地	樹園地	林 地	宅地等	計	現 在				
		401	11	348	30	790	畑 地	樹園地	林 地	宅地等	
		50.8%	1.4%	44.1%	3.8%	100.0%	285	17	2	41	
昭 和 期	畑 地	309	5	30	1	345	52	8	1	6	
	樹園地	60	3	4	0	67	25	4	252	57	
	林 地	27	0	311	0	338	1	0	0	39	
	宅地等	5	3	3	29	40					
現 在	畑 地	311	5	47	0	363					
	樹園地	23	1	5	0	29					
	林 地	23	0	232	0	255					
	宅地等	44	5	64	30	143					

る)が展開している。これらは、崖などの明瞭な境界を伴って配列されることは少なく、不老川から両側にゆくほど標高が高くなる緩い地形的向斜を形成している¹³⁾。解析に用いたデータ項目ごとの地形要素の概要は表3のように整理される。

(2) 土壌

調査地に分布する土壌は、すべて火山灰を母材とする台地上の黒ボク土壌で、腐植層序、砂礫層、地下水位などの違いから、表4のように今福統、高倉統、上広谷統、太田谷統、五味谷統、胃山統の6土壌統に区分される¹⁴⁾。これらの土壌は、上に述べたいくつかの地形区分に対応して分布する。いずれの土壌統も表土の土性は、壤土～埴壤土である。

表3 環境要素としての地形の概要
Table 3 Characteristics of Topographic Factors in the Study Area

標 高	調査のほとんどは、標高40m～60mの範囲(不老川台と大井台・川越台に相当)にある。5m刻みの標高区分では、50m～55mのメッシュが40%弱を占め最も多い。西側・南側の一部には、金子台・所沢台に相当する標高60m以上の部分がある。
傾斜区分	1%以下のメッシュが70%以上、1%～3%が20%程度を占め、きわめて平坦な地区である。4%以上のメッシュは西側の一部に限られる。
傾斜方向	全体的に緩く北東側に傾斜する地区であるため、N～NE傾斜のメッシュが全体の約75%を占め圧倒的に多い。
斜面形	南東側の標高50m以上の部分を中心に、やや凸状の平坦地形と緩斜の平行斜面が多い。表面排水は割合よいと考えられる。しかし、表面排水が集積するような凹地状の斜面や低地も不老川沿いを中心に30%程度ある。
地形区分	調査地のほとんどは境界が不明瞭な平坦地であるが、空中写真からはより低位の不老川台を中心とした地形区分と、高位の川越台・大井台および西側・南側の金子台・所沢台を中心とした地形区分が読み取れる。低位の地形区分は、さらに凹状のより低い部分と微高地の部分、およびこれらの中間的な部分に3区分することが可能である。凹状のより低い部分は、不老川沿いに散在して分布し、微高地は不老川から200m～400m離れた部分に川と平行して分布する。高位の地形区分はさらに、相対的に低い凹部と相対的な微高地の凸部に区分される。相対的な低地である凹部は、低位・高位ともそれぞれの区分の20%弱を占める。

表4 環境要素としての土壌統の概要
Table 4 Soil Series in the Study Area

今 福 統	表層腐植層があり、50～60cm以深に砂礫層のある黒ボク土壌で、不老川沿いの低位部に広く分布する。
高 倉 統	表層多腐植層で、砂礫層のない黒ボク土壌で、堆積様式は風積である。標高55m以上の高位部の平坦～凸部に分布する。
上広谷統	厚い表層腐植層と稀に礫を混ぜる下層土を持つ黒ボク土壌で、東側の低位部と高位部の境界付近に分布する。
太田谷統	全層多腐植層の層厚黒ボク土壌で、1m以浅に地下水位を持つことがある。低位凹部と高位部の谷地形の部分に分布する。
五味谷統	表層多腐植層で、褐～明褐・堆積土の下層土を有する黒ボク土壌である。調査地南部の高位部と低位部の境界付近および高位凹部の一部に分布する。
青山 統	薄い表層腐植層と暗褐～明褐で壤土の下層土からなる黒ボク土壌である。調査地の北側と南側に広がる高位部に広く分布する。

(3) 道路および水路接合

道路接合に関しては、明治期、昭和初期の未接合メッシュが約60%、現在が約50%で、幹線接合のメッシュは前者が約14%、後者が約17%である。水路網は明治期～現在まで同じであり、水路接合は3期を通して変更が認められない。

IV 土利用の変化のパターン

土地利用の変遷は、明治期、昭和初期、現在それぞれの土地利用(図3)を比較することによって表2に示すような土地利用変化として把握することができ、全体としては宅地の増加分を林地が賄ってきたという構図が概観される。これは、明治末から昭和初期における茶値の高騰⁹⁾による畑

地→樹園地(茶園)→畑地の変化と都市化に伴う畑地・林地の宅地化、林地の畑地化を基本とした土地利用変化と考えることができる⁸⁾。

また、表2に示すように各土地利用区分の明治期、昭和初期および現在の占有率は、畑地と樹園地を合わせた耕地がそれぞれ52% (412メッシュ)、52% (412メッシュ)、50% (392メッシュ)とほとんど変化な

く、林地がそれぞれ44% (348メッシュ)、43% (338メッシュ)、32% (255メッシュ)、宅地等がそれぞれ4% (30メッシュ)、5% (40メッシュ)、18% (143メッシュ)である。

このような変遷の特徴を参考にとすると、明治期から現在にかけての土地利用変化の特徴は次のようになる。

・林地の1/4は宅地、畑地、樹園地として開発された。

・樹園地は畑地に、宅地等に隣接する畑地は宅地に転換されたものが少なくない。

・宅地の拡大にともない、図3のように現在の土地利用分布では宅地等、畑地、林地の混在が明治期に比較して顕著となった。

化学肥料投入などが顕著でなかった明治期までの土地利用が、地域資源の活用により商品作物である野菜類の栽培を基幹とした持続的な地域の農業生産体系を成立させていたとすれば、表2に示す耕地(畑地、樹園地):林地:宅地等=10:9:1となる明治期・昭和初期の土地利用の面積構成比が、調査対象地区における地域資源の利用を核とした持続的な土地利用の一つのパターンであ

ったと考えることができる^{注8)}。

なお、明治期と昭和初期の土地利用は、分布パターンおよび後述の数量化Ⅱ類分析の結果にほとんど差異がなく、類似性が非常に高いと判断される。したがって、以降の検討では明治期のものを昭和初期までの代表的な土地利用とし、これと現在の土地利用の比較を中心に扱う。

V 数量化Ⅱ類分析の結果と解釈

1 数量の意味付け

数量化Ⅱ類は、サンプルがあらかじめ設定されたグループ（外的基準）のどれに属するのかわかり、区分符号である名義尺度や順序区分である序数尺度などの質的データ（カテゴリー）の重みを求めることにより判別式を作成して、予測・判別する分析手法の一つである。数量化Ⅱ数では、各カテゴリー（説明変数）の重みとそれに対応する各サンプル（メッシュ）の得点を求めることができ、複数のグループ区分がある場合には複数の分析結果が得られる。本分析では明治期と現在について、それぞれ表5のような3分析結果（各カテゴリーの重み係数）が得られる^{注9)}。

表5の分析結果からは、土地利用区分に対する各数量の意味付けが次のように考察される。

数量1：明治期、現在について、明瞭に林地メッシュが正の得点、畑地と樹園地のメッシュが負の得点となり、メッシュ数の多い両者を主に判別することが可能といえる。

数量2：明治期の宅地メッシュの得点重心が1.8、現在のそれが0.8となり、負の得点となることの多い他の土地利用メッシュと比較して顕著な正の値を示す。したがって、宅地と他の土地利用を区分する重み係数が得られる数量と考えられる。ただし、現在の宅地メッシュの得点重心と他の土地利用メッシュの得点重心との差は明治期に比較して小さくなる傾向にあり、とくに得点重心が正の値となる樹園地メッシュとの差は極めて不明瞭である。

数量3：両時期における各群の重心の絶対値が樹園地では1.2以上、その他の土地利用では0.2以

下となる。したがって、得点重心から判断すると樹園地メッシュとその他の土地利用メッシュを区分するカテゴリーの重みが求められていると考えられる。このように数量3の両者に関する各カテゴリーの重み係数の差異は明らかである。しかし、両時期共通して樹園地のメッシュ数が少ないこと、各樹園地メッシュの得点のバラツキが著しいことから、各メッシュの得点からは重み係数の差異に示されるほど樹園地と他の土地利用を明瞭に区分することはできない。とくに畑地と樹園地を区別することは、ほとんど不可能であり、本文では以降、畑地と樹園地を合わせて「耕地」と呼ぶことにする（耕地における畑地の占有率は明治期97%、昭和初期84%、現在93%）。

2 土地利用と環境要素の関連性

(1) 土地利用に影響のある環境要素

数量化Ⅱ類分析による各カテゴリーの重みから、外的基準（土地利用）の判別に対し影響が大きい説明項目（外的基準を規定する要因）を抽出することができる。明治期と現在における土地利用区分の数量化Ⅱ類による各カテゴリーの重み係数は表5のとおりで、耕地、林地、宅地等がよく区分される相関比の上位2位までの計算結果（数量1、2）によると、地形区分、土壌区分の重み係数のレンジが最も大きく、両者が土地利用に対して最も影響のある要因になっていことが窺える。また、道路接合の有無の重み係数のレンジの順位は、明治期と現在とも数量1が4～5位、数量2が2～3位、数量3が3～4位、同様に標高区分と傾斜区分は、それぞれ数量1が3～4位と3～5位、数量2が4～5位と7～5位にあり、これらの項目も土地利用区分を規定する要因の一つになっていると考えられる。

したがって、取り上げた説明項目の中では重み係数のレンジが大きい（規定要因としての順位が高い）地形区分、土壌区分、道路接合の有無、標高区分、傾斜区分が土地利用に対し、相対的に影響が大きい環境要素といえる。逆に、レンジの大きさの順位が低い斜面形区分、傾斜方向、水路接合の有無は、土地利用に影響の少ない環境要素と考えられる。

表 5 カテゴリー-の重み係数と各群の重心
Table 5 Weight Coefficient of Each Category and Average Score of Each Land Use

現在

数量化Ⅱ類：重み係数				数量化Ⅱ類：重み係数			
項目	数量1 重み係数	レンジ	数量2 重み係数	レンジ	数量3 重み係数	レンジ	数量3 重み係数
標高区分							
45.0m>	0.2616	0.2929	0.6650	0.1435	-0.2612	-0.5863	
45.0-50.0m	0.0952	0.4952	-0.1643	0.5334	-0.6788	0.2892	
50.0-55.0m	0.0695	-0.0547	0.1170	0.1260	0.1613	-0.0386	0.8755
55.0-60.0m	-0.1462	0.2387	-0.2138	-0.4176	0.3963	0.1194	
60.0m<	-0.2336	-0.2406	-0.3031	-0.4143	0.9769	-0.2479	
傾斜区分							
1%>	0.0490	0.0189	0.1178	0.0779	-0.0539	-0.0831	
1%-3%	0.1157	0.6894	-0.2946	0.2045	0.2288	0.1581	0.8219
3%-4%	0.0209	0.0803	-0.2526	-0.3839	-0.3643	0.2905	
4%<	-0.6404	0.1086	-0.6906	-0.3187	0.4432	0.7387	
傾斜方向							
N, NE, NW	0.0264	0.0903	-0.0461	0.2083	0.0517	0.0124	0.0425
E, SE, S, SW	-0.0639	0.1116	-0.0677	-0.1475	-0.1250	-0.0301	
斜面区分							
凹・平地	-0.1195	-0.1848	0.9808	0.1504	0.0667	-0.9649	
凹・下斜面	0.0446	0.1164	-0.0169	-0.0222	-0.2264	0.0658	1.0595
平斜面	-0.0087	0.0946	0.0303	0.0135	0.1695	-0.1164	
凸・上斜面	-0.0078	0.1067	-0.0873	-0.0189	0.0393	0.0947	
地形区分							
低位凹部	-1.5277	-0.9132	1.1871	-1.6810	-0.7419	-1.1619	
低位平凸部	-0.5379	0.4352	-0.1296	-0.3783	-0.5602	0.5782	
低位高凸部	0.0296	1.4639	-0.0555	0.2197	0.8822	0.1035	1.8107
急斜面	0.5634	-0.4234	-0.2635	0.8507	-0.7765	0.6488	
高位凹部	0.2313	-0.7535	0.0532	-0.1805	0.3263	-0.5849	
高位平凸部	0.4556	-0.6320	-0.1360	0.3458	0.8017	-0.0707	
土壌区分							
今福統	-0.7605	-0.8578	-1.6382	-0.7976	0.3676	1.3734	
青山統	0.5579	0.2334	0.6064	0.5106	-0.3462	-0.4745	
高倉統	-0.6879	0.7615	1.4111	-0.6072	0.3409	-1.4003	3.8768
太田谷統	0.6461	-0.4099	0.2123	1.0952	-0.3230	0.0304	
上丘谷統	0.4922	-0.0282	-2.1416	0.8138	-0.1861	2.4765	
五味谷統	0.3889	1.0762	-1.0215	0.8556	1.7861	0.7588	
道路区分							
未舗装	0.0273	-0.3825	-0.1640	0.1857	-0.3762	0.3294	
支線舗装	-0.2833	0.3706	0.9380	-0.3680	0.5537	-0.5561	1.0858
幹線舗装	-0.0166	0.6317	0.4693	-0.2273	0.6850	-0.7564	
幹線舗装	0.0873	0.2770	-0.5939	-0.1146	0.8458	0.2131	
水路区分							
未舗装	0.0406	0.2997	-0.4362	0.0616	0.1164	0.4387	
水路近傍	-0.1208	-0.2954	1.5801	-0.2430	-0.4405	-1.5953	2.8062
水路舗装	-0.2591	-0.5686	2.3626	-0.3041	-0.6023	-2.3674	
相関比(r)	0.8664	0.6276	0.4851	0.8328	0.6410	0.4778	
判別空間における各群の重心				判別空間における各群の重心			
群(土地利用区分)	f (1)	f (2)	f (3)	群(土地利用区分)	f (1)	f (2)	f (3)
畑地	-0.7580	-0.1341	0.0699	畑地	-0.6473	-0.2084	-0.0491
米田・樹園地	-0.6591	0.2815	-1.3019	米田・樹園地	-0.6208	0.5428	1.2363
宅地等	-0.2454	1.8226	0.1954	宅地等	0.1003	0.8113	-0.1466
林地	0.7778	-0.0560	-0.0005	林地	0.9217	-0.2252	0.0386

また、各土地利用区分の重心について、林地と耕地がよく分離されている数量1からは、説明変数の重みのレンジが大きい地形区分と土壌区分が林地と耕地を区別する主要な規定要因と捉えることができる。同様に、宅地等とその他の土地利用の重心が離れている数量2については、地形区分、土壌区分、道路接合の有無および標高区分が、宅地等と他の土地利用を区別する主要な規定要因と考えられる。

一方、明治期と現在を比較すると、明治期に対し現在では、道路接合の有無と標高区分の重み係数のレンジの順位が上昇している（道路：数量1で5位から4位に、数量2で3位から2位に上昇、標高区分：数量1で4位から3位に、数量2で5位から4位に上昇）。これは、道路接合、標高に関連する土地利用が、近代化とともに拡大したためと考えられる。

(2) 各土地利用の分布と環境要素の関係

表5に示す判別空間上の各土地利用群の重心とこの計算結果に対応するカテゴリーの重みから、耕地、林地、宅地等の各区分は以下の環境条件の部分に卓越して配置されていることが考察される。なお、これらの結果は、土地利用区分と説明項目のカテゴリーのクロス集計結果ともほぼ一致している。

耕地：地形区分の低位凹部、土壌区分¹³⁾の今福統、高倉統の土地に卓越して分布する。これに対し、地形区分の急斜部、高位平凸部、土壌区分の太田谷統、胃山統、上広谷統の土地では分布が制限される傾向にある。

耕地が卓越する土地のうち土壌区分の今福統は、表面排水が悪い（低位凹部）あるいは、下層に礫を伴うなど、耕作を制約する要因をもつが、地区内では相対的に湿潤な環境にある土地といえ、地下水位が浅いなど乾燥の制約がより少なく、耕作に対する水需要上の適性が相対的に高い土地と判断される。また、土壌区分の高倉統の耕地は、樹園地や林地開墾による畑地が多く、乾燥の制約に強い作物用の土地として利用されているものと考えられる。

林地：地形区分の急斜部・高位平凸部で土壌区

分の太田谷統・上広谷統・五味谷統・胃山統に相当する部分に広く認められ、通年的に乾燥しやすく、地下水位が深い高位の土地を中心に分布する傾向がある。また、相対的に低い土地に分布する場合は、耕作に適さない傾斜部であることが多い。したがって、林地は耕地としての適性がより低い乾性の土地や傾斜部を中心に形成されてきたと考えることができる。

宅地等：幹線接合または幹線近傍の部分あるいは地形区分の低位微高地、土壌区分の五味谷統・高倉統、標高55.0m以上の部分に比較的多く分布する傾向がある。また、低位凹部、高位および急斜部の地形区分は、宅地メッシュのスコアと顕著に相反する重み係数を示し、これらの土地は宅地が分布することに対し、強い制約を有している可能性が高いと判断される。

ヒアリング調査結果や既存資料によると、当地区は堀兼の井、七曲りの井^{注10)}の建設を見るように、昭和期以前は生活用水・農業用水の確保に困難を極めた地区であったといわれている。したがって、高位部では、深い地下水位のために水の確保がより困難であるという環境条件のために宅地の分布が制限されているとみなすことが可能である。一方、困難をともなうものの水確保がある程度保証される低位部では、より湿潤な環境には主に耕地が、表面排水が割合良好な微高地には耕地を含めた宅地が分布していると見ることができる。ただし、宅地は耕地あるいは林地との関連性が高い環境要素の部分にも分布する傾向があり、水確保がある程度容易でかつ、表面排水がある程度良好な部分では、宅地としての利用も耕地、林地としての利用も可能であったと考察される。

VI まとめ

高投入型農業の環境に対する高負荷の顕在化にともなって、生産性重視の農業体系に代えて、環境保全や持続性を新たな目標とする農業体系への方向転換が、農村地域における今日的な課題として認識されるようになってきている。このような課題の解決方向の一つとして、地域の生態システムを回復・維持するようなインプット～アウトプットまでを包含した内生的な地域資源管理の構築

があげられ、そのためには農村地域において崩壊しつつある有機的な物質連鎖による地域資源管理とそのデザインのあり方を明らかにすることが必要と考えられる。

本文は、そのための基礎的検討として、次のような考え方にに基づき、近代化初期まで林野の農的利用が盛んであった畑作地帯を例に、地域資源利用の変容とその地域環境との関連性の定量的な実態把握を試みたものである。

①生産資材を外部に依存しない農業体系が成立している場所では生産の場、生産資材供給の場、生活の場が相互に何らかの関連を有し、それぞれが地域環境と関連している可能性がある。

②このような関連性は、農業体系の変化とともに変容する可能性が高い。

③このような関連性やその変容は地域の土地利用に投影されていると考えられる。

本報では、分析に用いたGISと数量化Ⅱ類の手法の概要とそれによる土地利用変遷の把握、数量化Ⅱ数の分析結果の意味づけ、土地利用と環境要素との関連性に関する考察結果をまとめた。

分析・検討の結果、明治期の土地利用と環境要素の間には明らかな関連性があること、現在の土地利用も基本的にこれを継承していることが把握された。土地利用を外基、自然的な環境要素を主な説明項目とする数量化Ⅱ類分析からは、次のような考察結果がまとめられた。

①3つの異なる重み係数に対応する数量が求められ、それぞれについて相関比の最も高いものが林地と耕地を区別する数量、次に相関比の高いものが宅地とその他の土地利用を区分する数量、相関比の最も低いものが樹園地とその他の土地利用を区分する数量と位置づけられた。

②土地利用に対して影響の大きい環境要素は地形区分、土壌区分、傾斜区分、標高区分、道路接合の有無で、逆に土地利用に影響の少ない環境要素は斜面形区分、傾斜方向、水路接合の有無であった。

③道路接合の有無と標高区分は、明治期に比較すると現在の方がより土地利用に対して影響が大きいと考えられ、これは両者に関連する土地利用の近代化にともなう拡大を窺わせた。

④各カテゴリーの重み係数から耕地、林地、宅地等の土地利用とそれぞれ関連性の高い環境要素を抽出・整理し、以下のように水需要・水環境に関連する制約が地域の土地利用に強く影響する因子であることを明らかにした。

耕地：地下水位が浅い、表面排水が不良であるなど相対的に湿潤で、水確保が容易な土地に卓越して分布する。

林地：急斜部、より乾性な高位部を中心に分布する。

宅地等：道路との接合が確保され、水確保が比較的容易で、表面排水が相対的に良好な土地に多く分布する傾向がある。

以上のように、地域における有機的な物質連鎖の成立は自然環境要素に規定される土地利用と関連していることが把握された。これは、地域資源の高度利用・管理指針や内容が決定できれば、農業生産の場とその生産のための地域資源供給の場の適正な配置を、自然環境要素からデザインできる可能性のあることを示唆している。このような成果より、近代初期の土地利用について分析・考察が農村地域において内生的な地域資源管理を検討する場合の有効な接近法であると考えられた。

第2報では、土地利用と環境要素との関連性の時期による違い、実際の土地利用と数量化Ⅱ類による各メッシュの判別結果の分布状況の特徴の考察を通して、地域資源の高度利用を指向した農業のための土地利用のあり方やその立地に関する検討結果について言及する。

補注

注1) 本文では、廃物の農地還元・廃材の農的リサイクル・潜在資源の有効利用などすべての地域資源に関する連鎖的・循環的利用体系を持続的・環境保全的な地域農業システムのひとつと捉え、これを連鎖型地域農業(Chain-type Agricultural System)として定義する。

注2) 落葉などの農業生産資材、薪・炭などの燃料材や萱などの建築材は、地域内にある林地を重要な採取の場としていたことが三井他¹⁵⁾；犬井¹⁶⁾などにより報告されている。

注3) 対象とした明治10年代は、里山からの燃料材の調達、畜力の活用、ふん尿の農地還元などによるエネルギー・物質の地域内循環とこれを支える持続的な耕地・林地生態系が維持されていたと考えられる時期で、近代化にともなう環境変化の原点といえる時期である¹⁶⁾。

注4) 堆肥の窒素含量は原材料ごとに異なるが、全体としては0.3%~3.0% (T-N) の範囲を示すものが多く、サンプル平均値は1.6%程度となる¹⁷⁾。

注5) メッシュサイズの大きさはラスター要素の大きさに比べて十分に小さくないと、重要な空間対象物をデータとして捕捉できない危険を犯すことになる。通常、メッシュサイズを対象項目の分布形状短辺の2分の1以下（あるいは最小分布面積の4分の1以下の面積）にすることができれば、その分布は把握できる。しかし、要素の広がりにより正確に捕捉するためには、分類対象の分布形状短辺の3分の1ないし4分の1（9分の1~16分の1の面積）以下のメッシュサイズを採用することが好ましい¹⁸⁾。

注6) 国土地理院発行の1/25,000地形図（2次地域区画に相当）を縦横それぞれ10等分して、緯度方向30秒、経度方向45秒の3次地域区画）が作られる。この3次地域区画）をさらに縦横それぞれ10等分した区画基準が3次メッシュ1/10細分区画（緯度方向3秒、経度方向4.5秒）で、その大きさは約1haの区画となる。

注7) メッシュサイズは約100m方眼となり、空中写真・地形図の判読によると形状短辺が100m程度となることのある宅地、平地林については、その分布を完全に捕足しているとはいえない。より詳細な検討にはメッシュサイズをより小さくするか、ベクタ形式のGISによる分析を行う必要がある。とくに、大量の地理情報の合理的管理、複雑な空間分析を行うためには、座標値に基づく点・線・面の関係で属性が定義されるベクトル方式のGISとの連携が不可欠といえる。

注8) この時期の堀兼地区の人口・面積は、町村表進達¹⁹⁾によれば、1,797人（293戸）、785.6ha（林地309.9ha、耕地475.7ha）であるから、1戸（約6人）の生計を支えるためには、2.7ha（耕地：1.35ha、林地：1.21ha、宅地等：0.14ha）の農業・農村空間が必要であったと考えることができる。換言すれば、都市近郊にあって甘藷などの商品作物を出荷し、地域内の林地から採取される落

葉堆肥によってその農業生産を維持していた当該地域では、100haの農村空間に人口229人（37戸）が居住し、耕地：林地：宅地等＝50ha：45ha：5haの土地利用配分により、その地域農業を持続することができた考えることができる。なお、この土地利用の配分割合は開発当初の畑地：林地＝2：1に比較すると、林地面積がより大きな割合を占めている。これは、作付け率の増加などによる土地の集約的利用に原因しているものと考えられる。

注9) ここでは、各重み係数に対応する分析結果を、各土地利用区分がよりよく判別される順（相関比の高い順）に数量1、2、3とする。各数量における全メッシュの得点は、任意の2数量の直交座標における散布図として表現することができ、その得点の布置から空間的にまとまりのあるグループを区分が可能である。この散布図による分析については第2報に詳述する。

注10) これらの井戸は、台地上から深い地下水を取水する目的で建設された巨大な深いすり鉢型の井戸（七曲りの井は上口部の直径が26m、底部までの深さが10mで、さらに3.5mの四角い井筒部がある）で、すり鉢の斜面に水汲み道などが設けられている⁹⁾。建設は、9世紀から12世紀にまで遡るといわれている。

文献

- 1) 久守藤男（1984）：現代農業資源論，明文書房。
- 2) 高橋英一（1991）：肥料の来た道帰る道，研成社。
- 3) 古島敏雄（1974）：近世日本農業の構造，「古島敏雄著作集，第3巻」，東京大学出版。
- 4) 永田恵十郎（1988）：地域資源の国民的利用，農文協。
- 5) 守山弘・山岡景行・重松孟（1977）：都市における緑の創造，第3報 農業地帯における二次林・屋敷林の歴史的位置づけ，東洋大紀要（自然科学）20，35-49。
- 6) 井手久登・武内和彦（1985）：自然立地的土地利用計画，東京大学出版。
- 7) 小林久・千賀裕太郎・安富六郎他（1994）：埼玉県狭山市堀兼地区の土地利用配置に関する一考察，1994年度農村計画学会学術研究発表会要旨集，28-29。
- 8) 小林久・千賀裕太郎・五十嵐孝浩（1944）：GISを利用したパソコンによる農村空間分析，農土誌

- 62 (10), 1-7.
- 9) 狭山市 (1991): 狭山市史「地誌編」.
- 10) 中島紀一・佐倉朗夫 (1985): 関東地方平地林の農業の利用と都市的緑地利用の事例, 農村整備方策地域類型検討調査報告書 (I), 70-115.
- 11) 犬井正 (1982): 武蔵野台地北部における平地林の利用形態, 地理学評論, 55(8), 549-565.
- 12) 財団法人地図センター (1993): 数値地図ユーザーズガイド.
- 13) 武内和彦・恒川篤史 (1994) 環境資源と情報システム, 古今書院.
- 14) 埼玉県 (1972): 土地分類基本調査「川越」.
- 15) 三井計夫・林健一・坪井一郎・斉蔵与総治・伊佐山悦治 (1950): 農用林の喪失が農業経営に及ぼせる影響, 開拓研究 2(4), 71-81.
- 16) 犬井正 (1988): 埼玉県川越市福原・名細地区の平地林利用の変容, 経済地理学年報 34(2), pp29-40.
- 17) 農水省農蚕園芸局 (1982) 堆きゅう肥等有機質資材の品質—地力保全対策調査—, 地力保全対策資料, NO. 60, 1-11
- 18) Jeffrey Star・John Estes (1990) Geographic Information System—An Introduction— (岡部篤行他訳: 入門地理情報システム), 共立出版.
- 19) 狭山市 (1988): 狭山市史「近代資料編」.

The land use patterns of upland farming area in Horigane, Sayama city, Saitama Prefecture during Meiji era, Showa era and the present-day are studied mainly in relation to the physical environments, using Multivariate Analysis (Quantification method II) of grid data sets in the Area. The data sets for the analysis are arranged as 1/10 grid of JIS tertiary grid coordinate system. The Study area of around 800ha is covered with 790 pixels.

The Area is characterized by flat terrain of uplifted land (EL 40m-60m), deep black soils (Andosols) derived from tephra deposits and intensive upland vegetable farmings.

Land use distribution patterns in Meiji era, Showa era and the present-day are also examined and changes of land use during Meiji era and the present-day in the Area is clarified as follows:

- Quarter of wood lands in Meiji era were developed to house lots in present-day and upland farming fields.
- Farm lands cover around 50% of the total area of the Horigane in both Meiji era and the present-day.
- Tree crop lands were mainly changed to upland fields and many upland fields around house lots were changed to house lots from Meiji era to the present-day.
- Many complex areas of house lots, farm lands and wood lands occur in the present-day land use with expansion of house lots area.

Through the study, the mesh scores of three (3) sets which are obtained as results (Quantities) of the Quantification method II analysis are estimated and are as follows:

- Quantity 1 which is a mesh score set of highest correlation coefficient indicates the score dividing farm lands from wood lands.
- Quantity 2 which is a score set of second highest correlation coefficient indicates the score separating house lots from the others.
- Quantity 3 which is a score set of lowest correlation coefficient indicates the score separating tree-crop lands from the others.

According to the results of the analysis, it is considered that geo-morphological classifications, soil series, slope classifications, elevation classifications and accessibility to road network are the major environmental factors affecting the distribution of land use in this Area. The main factors that decide each land use distribution are estimated as (1) farm lands mainly found on lower lands, soil series of moisture to wet conditions, and lands with poor accessibility to roads, (2) wood lands mainly on sloping or uplifted lands and soil series of dry or wet, (3) house lots on lands with good accessibility to roads and lower convex lands.

(1995年10月28日 受理)

(1996年10月17日 再受理)