

メッシュデータを用いた札幌・東京・大阪圏における 土地利用変化と地形との関係分析

Mesh Data Analysis on Land Use Change and Its Correlation with Topographic Condition in Sapporo, Tokyo and Osaka Metropolitan Areas

大原 譽丈*, 山下 亜紀郎**
Yoshitomo OHARA* and Akio YAMASHITA**

キーワード：メッシュデータ，土地利用変化，地形条件，都市圏

Key words : mesh data, land use change, topographic condition, metropolitan area

I. はじめに

1. 研究目的

土地利用は人為的，自然的な様々な要因に影響され時代とともに変化するものであり，その変遷を追うことは，都市の発展やそれに伴う自然環境の変化を把握する上で重要なことである。

既往の土地利用研究を概観すると，日本では，国土交通省が中心となって，土地利用に関するデジタルメッシュデータが整備・公開されており，比較的容易に土地利用分析を行うことが可能である（杉森・大森，1996；山下，2004 など）。しかし，このデータは1970年代以降を対象としたものであり，それより過去のデータはない。

それに対して，旧版地形図を用いて過去の土地利用を復原し，現在との比較分析を行った研究としてはまず，氷見山幸夫らによる一連の研究が挙げられる（氷見山・綿木，1990；氷見山ほか，1991；氷見山・太田，1993；氷見山・本松，1994 など）。この研究では明治・大正期および昭和中期（1950年代）の5万分の1地形図から，日本全国2 km メッシュ単位の土地利用データを作成

している。また，王尾ほか（2006）や王尾（2008）では，北関東の那珂川，霞ヶ浦，鬼怒川，小貝川の4流域を対象に，明治期の5万分の1地形図から250 m メッシュの土地利用データを作成し，標高や河川からの距離等の自然的条件との関係解析を行っている。池見ほか（2008）は，1900年代と1950年代の5万分の1地形図から，福岡県全域の100 m メッシュ土地利用データを作成し，時系列的変化を分析している。

これらのように土地利用データをGISで利用可能なデジタルメッシュデータとして整備することの利点は，ほかのデジタルデータと重ね合わせてその空間的相互関係を解析できるところにある。しかし，先述の王尾らの研究のように，ある程度長い時間スケールを対象に土地利用の変遷を明らかにし，ほかの地域条件との空間関係を解析したものはほとんどない。

そこで本研究では，札幌・東京・大阪の3都市圏の3時期を対象に土地利用メッシュデータを独自に作成し，土地利用の空間的変遷を明らかにするとともに，地形的条件として標高と傾斜を取り

*財団法人北海道農業近代化技術研究センター／Foundation the Hokkaido Agricultural Modernization Technology Research Center, Japan

**筑波大学大学院生命環境科学研究科／Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan

上げ、それらと土地利用変化との関係性を分析し、都市圏間の差異について考察することを目的とする。

2. 研究方法

分析対象地域は、日本の2大都市圏である東京、大阪に加え、それらとは歴史的、自然的背景が異なる独自性を有する北海道の札幌を合わせた3都市圏とした。時間スケールとしては、既往研究の対象年次や基図としての旧版地形図の整備状況などを勘案し、1930年頃、1970年頃、2000年頃の3時期とした。ただし札幌圏については2000年頃以降の5万分の1地形図が未整備の範囲があるため、1990年頃とした。

本研究で用いる土地利用メッシュデータのうち東京圏と大阪圏については、山下ほか(2009)やYamashita(2011)で作成されたものである。これらの研究では、3時期の土地利用分布とその変化の概要が述べられているが、本研究では札幌圏を加えてより詳細な解析を行い、3都市圏を比較する。札幌圏のデータは、東京圏、大阪圏と同様の作成基準と方法によって、本研究で独自に作成したものである。

データの詳細な作成基準と方法については上記の先行研究で述べられているので、ここではそれを要約して簡潔に述べる。まず、分析対象地域の3時期の国土地理院発行5万分の1地形図を収集し、スキャナーで画像データ化し、幾何補正した。次に別途作成した500 mメッシュをGIS上で重ね合わせ、各メッシュの中で最も卓越している土地利用を目視判読し、カテゴリーデータとして入力した。カテゴリー(土地利用項目)としては「森林」、「草地・荒地」、「田」、「その他の農地」、「工業用地」、「宅地」、「水域・湿地」、「その他」、「海」の9項目を設定した。

このように作成された土地利用メッシュデータに、国土地理院の基盤地図情報の数値標高モデル(DEM)10 mメッシュを重ね合わせ、土地利用データの500 mメッシュごとに平均標高と平均傾斜を算出することによって、本研究では、地形を標高と傾斜の2つの指標で代表させ、3都市圏の土地利用変化と地形との関係を分析した。

II. 研究対象地域の概要

本研究が対象とする都市圏とは、山下ほか(2008, 2009)にならい、各都市の都心からみて土地利用としての市街地が連担している範囲を包含するような、それよりやや広い範囲とした。なお本研究では以下に示す通り地形図の図幅で形式的に対象地域を区切っているが、本研究は都市圏を対象に、土地利用変化のなかでも特に農地化や都市化といった土地開発の空間的拡大過程と地形特性との関係を比較分析することに主眼を置いており、そのような現象が起こった範囲と開発前線としてのその周辺部を包含している限り、本研究の趣旨を達成する上で問題ないと判断される。

1. 札幌圏

分析対象範囲は国土地理院発行5万分の1地形図で『小樽東部』『石狩』『銭函』『札幌』『江別』『定山溪』『石山』『恵庭』『千歳』の9図幅分とした(本研究ではこの範囲を札幌圏とよぶ)。

札幌圏は札幌市の大部分および、江別市、北広島市、恵庭市の全域、石狩市、千歳市の一部などを含む。北海道最大の一級河川である石狩川の中流・河口付近に広がる石狩平野に位置している。石狩平野は東側を夕張山地、南西側を余市岳および恵庭岳、北側を増毛山地などに囲まれ、東部に日本最大の炭田である石狩炭田、西部に札幌市が位置している。また、石狩川が蛇行する中央部に低湿な泥炭地が形成されており(小崎ほか編, 1994)、低地が高い割合を占めている。

札幌圏の標高データからは、概ね東部が低標高・緩傾斜地域であり、南西部が高標高・急傾斜地域であることがわかる。標高値の最大は1,481.1 m、平均は222.9 mであり、標高100 m以下の地域は全体の59.3%である。また、傾斜角は最大77.3度、平均8.6度であり、傾斜5度以下の地域が全体の52.0%を占める。

2. 東京圏

分析対象範囲は国土地理院発行5万分の1地形図の図幅で『三崎』『小田原』『平塚』『横須賀』『富津』『大多喜』『秦野』『藤沢』『横浜』『木更津』『上野原』『八王子』『東京西南部』『東京東南部』『五日市』『青梅』『東京西北部』『東京東北部』『秩父』『川越』

『大宮』『野田』『姉崎』『千葉』『佐倉』『龍ヶ崎』『寄居』『熊谷』『巣鴨』『水海道』『高崎』『深谷』『古河』『小山』『土浦』『真壁』の36図幅分とした(本研究ではこの範囲を東京圏とよぶ)。

東京圏は、日本で最大の平野である関東平野をほぼ包含し、関東地方の1都6県にまたがる範囲である。関東平野は西側を関東山地、北側を阿武隈・八溝・足尾・三国諸山地、東側と南側を太平洋に囲まれている。また、関東平野には台地と丘陵が多く形成されており(中村ほか編, 1994)、埼玉県の大宮台地や比企丘陵、東京都の武蔵野台地や多摩丘陵などがある。

東京圏の標高データからは、東部に低標高・緩傾斜地域、西部に高標高・急傾斜地域が分布していることがわかる。また、南東部にもわずかながらあるが高標高・急傾斜地域があることがわかる。標高値の最大は1,734.7 m、平均は136.0 mであり、標高100 m以下の地域が全体の71.4%である。また、傾斜角は最大83.7度、平均8.2度であり、傾斜5度以下の地域が全体の63.2%を占める。

3. 大阪圏

分析対象範囲は国土地理院発行5万分の1地形図の図幅で『尼崎』『岸和田』『五条』『須磨』『大阪西南部』『大阪東南部』『桜井』『神戸』『大阪西北部』『大阪東北部』『奈良』『三田』『広根』『京都西南部』『京都東南部』『京都西北部』『京都東北部』の17図幅分とした(本研究ではこの範囲を大阪圏とよぶ)。

大阪圏は、大阪府の大部分を含む近畿地方の6府県におよぶ範囲である。大阪圏には石狩平野や関東平野のような大平野が存在せず、小規模な平野・盆地と山地が交錯した複雑な地形条件となっている。大阪圏の中心部に位置する大阪平野は東側を生駒山地、西側を大阪湾、南側を和泉山地、北側を北摂山地に囲まれている。また、各府県境が山地であることが多いため、各府県は地形的に分断されている。そのため、各府県庁が所在する中心都市はそれぞれの府県の中心的な平野・盆地に立地することが多いが、兵庫県ではやや異なっており、播州平野に立地する姫路ではなく、大阪平野と隣接する六甲山地南麓に県都である神戸がある(金田・石川編, 2006)。

大阪圏の標高データからは、中央部に低標高・緩傾斜地域があり、その周囲を高標高・急傾斜地域が取り囲んでいることがわかる。標高値の最大は1,124.0 m、平均は193.1 mであり、標高100 m以下の地域は全体の38.7%である。また、傾斜角は最大78.2度、平均13.0度であり、傾斜5度以下の地域が全体の35.5%を占める。札幌圏、東京圏と比べて低標高・緩傾斜地域の割合が低い。

Ⅲ. 土地利用分布とその変化

1. 札幌圏

札幌圏の土地利用メッシュマップ(図1)から、札幌市の東部に農地、西部に「森林」が多く分布していることがわかる。これは3時期に共通することである。1930年頃から1970年頃にかけては、札幌市周辺の「宅地」の増加と、南東部に分布している「水域・湿地」から「田」への変化が特徴的である。また、1970年頃から1990年頃にかけては札幌市周辺部で「宅地」がさらに増加している。

札幌圏における3時期の土地利用割合(図2)を見てみると、「森林」、「水域・湿地」は一貫して減少し、「宅地」、「工業用地」は増加している。「草地・荒地」、「田」は1930年頃から1970年頃にか

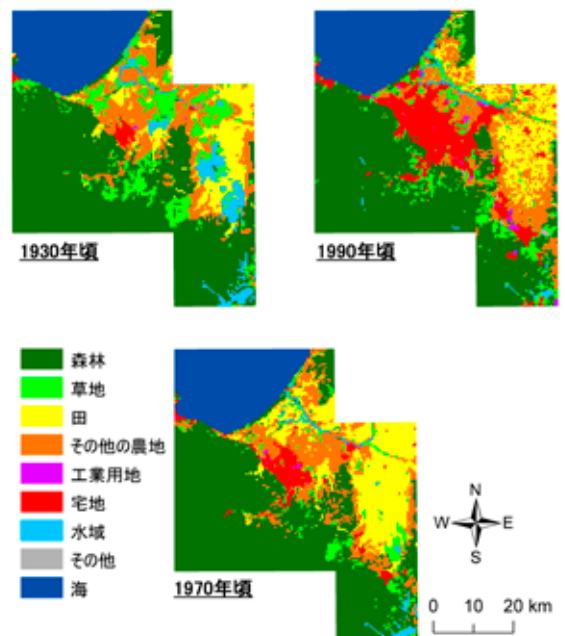


図1 札幌圏の土地利用分布

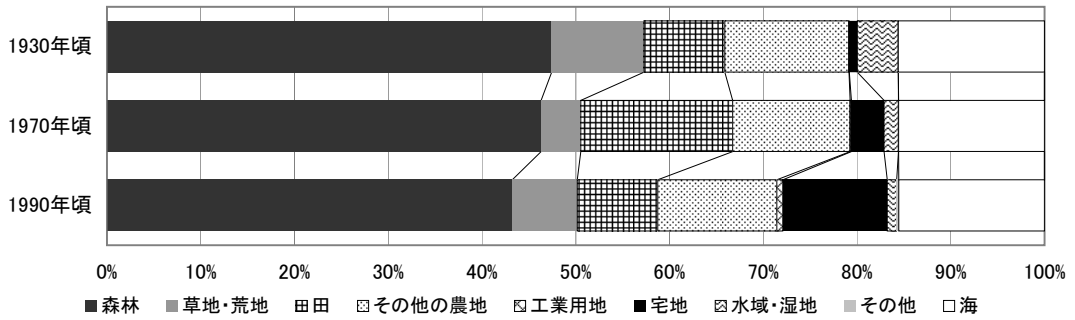


図2 札幌圏における3時期の土地利用割合

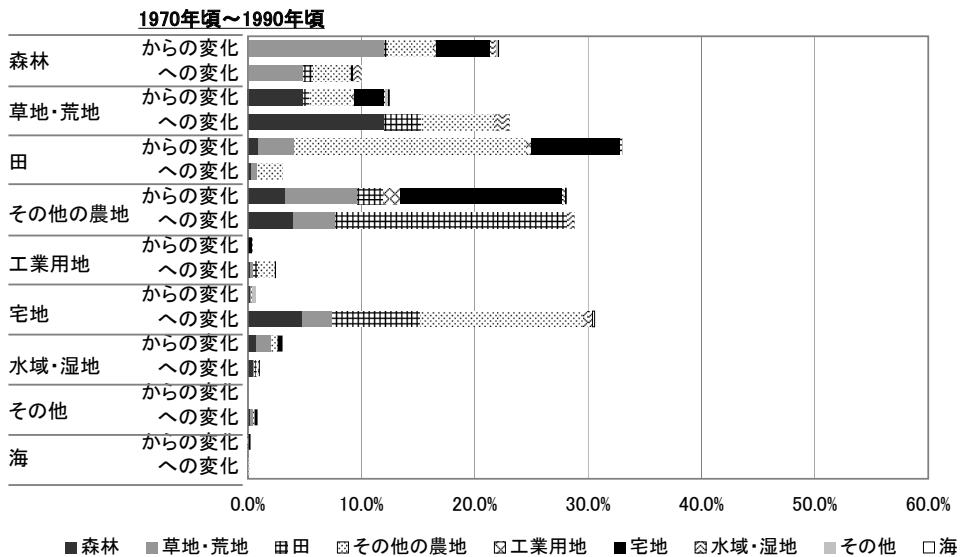
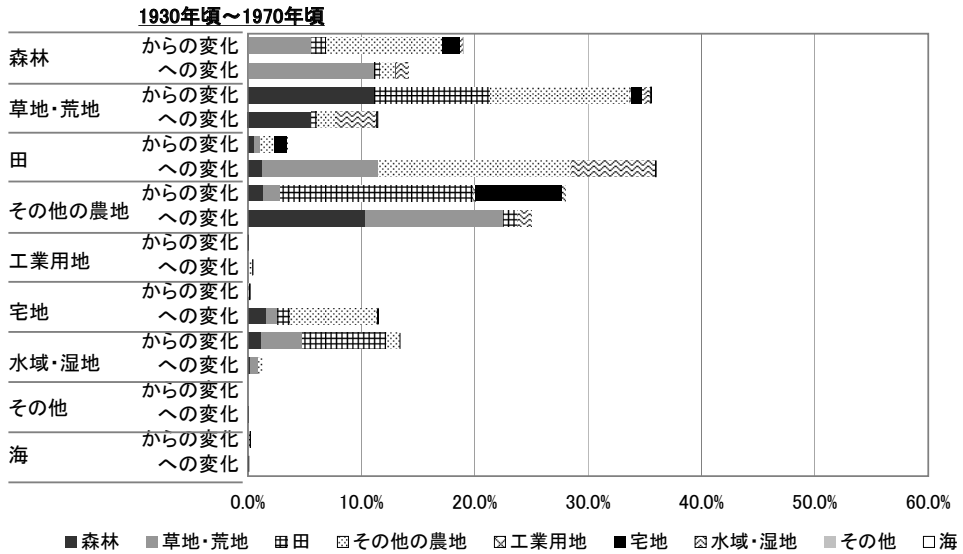


図3 札幌圏における土地利用項目別変化割合
各項目の「からの変化」および「への変化」をそれぞれ合算すると100%になる。

けて一旦増加してから1990年頃までに減少した。「その他の農地」は同程度の割合で推移した。

1930年頃から1970年頃では、全体の23.3%（海を除く）のメッシュで卓越土地利用が変化している。この2時期間での土地利用項目別変化割合（図3）を見てみると、「草地・荒地」からの変化と「田」への変化が高い割合を示した。「草地・荒地」からは「田」、「その他の農地」への変化が多く、「田」への変化は「その他の農地」からの変化が多かった。「その他の農地」への変化は高い割合を示したが、「その他の農地」から他の土地利用への変化の割合と同程度であるため、「その他の農地」の面積率自体は見かけ上あまり変化していない（図2）。「宅地」は主に「その他の農地」からの変化であった。また、「水域・湿地」から「田」や「草地・荒地」への変化も高い割合を示した。

次に、1970年頃から1990年頃では、全体の25.5%（海を除く）のメッシュで卓越土地利用が変化している。この2時期間での土地利用項目別変化割合（図3）を見てみると、「田」からの変化と「宅地」への変化が高い割合を示した。「田」からは「その他の農地」への変化が多く、「宅地」へは「その他の農地」からの変化が多かった。また、「その他の農地」は1930年頃から1970年頃にかけてと同様に高い割合で変化しているが、「その他の農地」からの変化と、「その他の農地」への変化が同程度であるため、「その他の農地」の面積率はあまり変化していないことになる（図2）。

以上を要約すると、札幌圏では1970年頃までは畑地の水田化が積極的に行われた一方で、1970年頃以降は逆に水田の畑地化が進んでいることが分かった。宅地化の進展については、まず草地・荒地といった自然緑地が水田や畑地といった生産緑地に転換され、その後それらの生産緑地が宅地化されるという2段階の土地利用変化を経てきたことが分かった。

2. 東京圏

東京圏の土地利用メッシュマップ（図4）から、1930年頃では中央部に位置する都心部より北部に「田」、西部に「その他の農地」、「森林」が分布していることが分かる。1970年頃、2000年頃では「田」、「その他の農地」が減少し「宅地」の

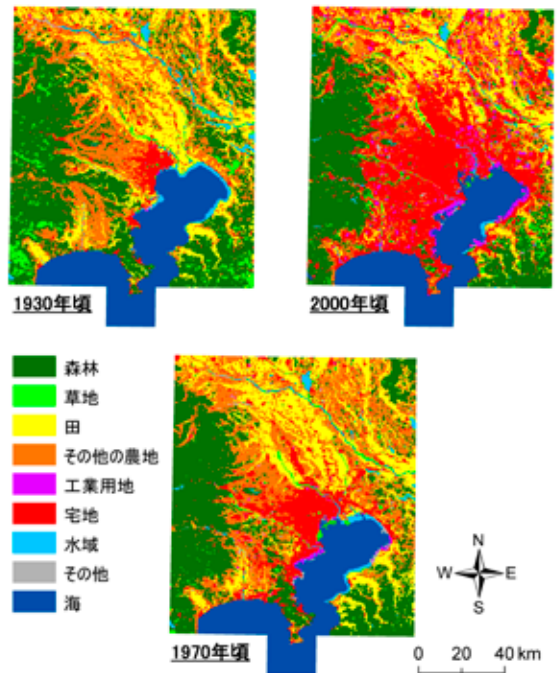


図4 東京圏の土地利用分布

増加がみられたが、西部の「森林」は3時期を通してあまり変化していない。

東京圏における3時期の土地利用割合（図5）を見てみると、「宅地」、「工業用地」は一貫して増加しているが、「森林」、「水域・湿地」は減少していた。「草地・荒地」、「田」、「その他の農地」は1930年頃から1970年頃にかけて増加したが、1970年頃から2000年頃にかけては減少した。

1930年頃から1970年頃では、全体の28.8%（海を除く）のメッシュで卓越土地利用が変化している。この2時期間での土地利用項目別変化割合（図6）を見てみると、「森林」からの変化と「その他の農地」への変化が高い割合を示し、特に「森林」から「その他の農地」への変化が高い割合を占めている。また、「宅地」への変化も高い割合を示し、「田」、「その他の農地」からの変化が多かった。

次に、1970年頃から2000年頃では、全体の35.0%（海を除く）のメッシュで卓越土地利用が変化している。この2時期間での土地利用項目別変化割合（図6）を見てみると、「その他の農地」からの変化と「宅地」への変化が高い割合を示し

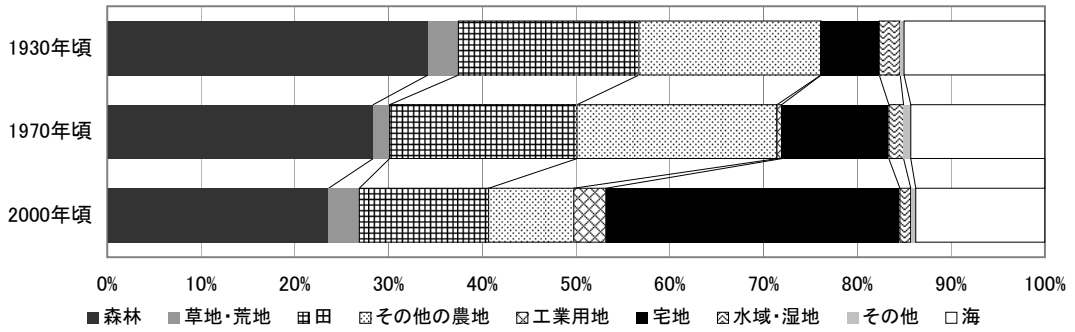


図5 東京圏における3時期の土地利用割合

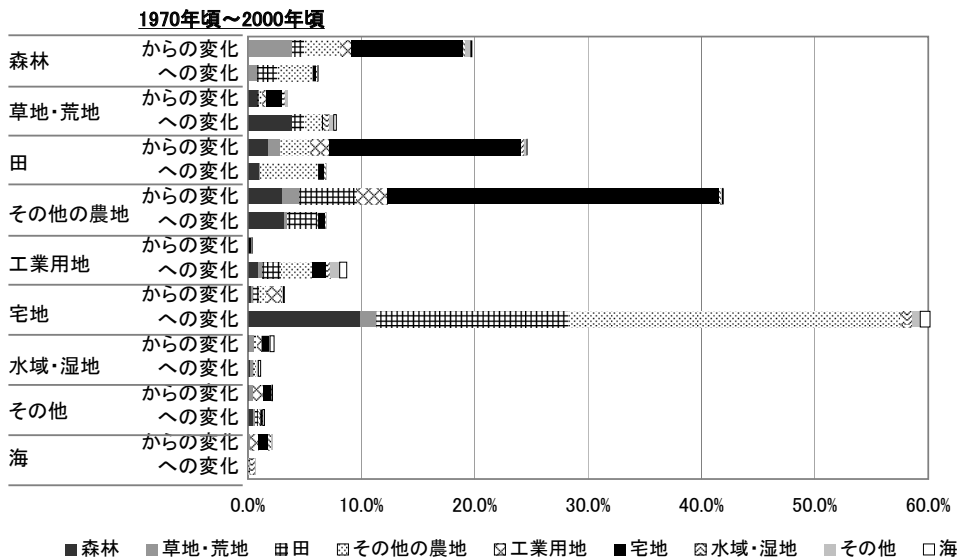
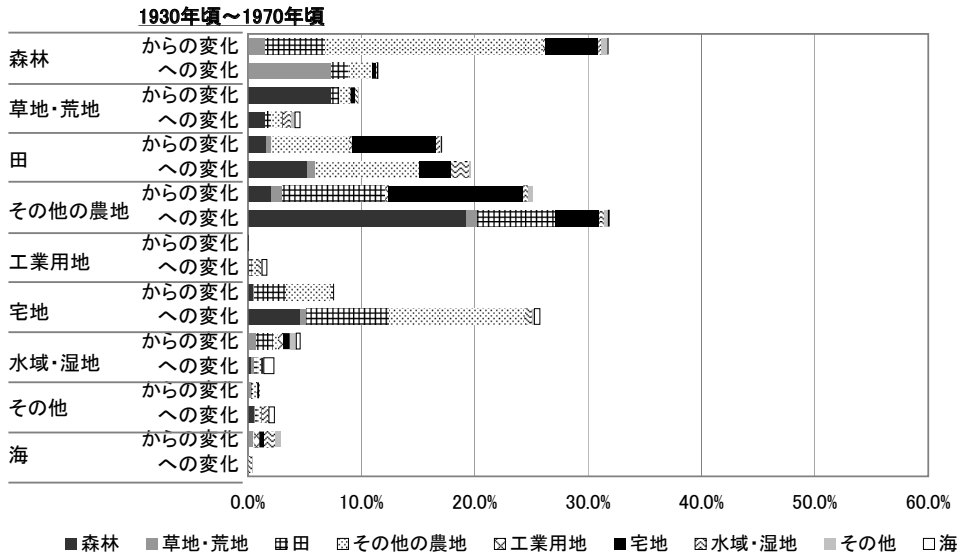


図6 東京圏における土地利用項目別変化割合
各項目の「からの変化」および「への変化」をそれぞれ合算すると100%になる。

た。「その他の農地」からの変化の大部分は「宅地」への変化であった。また、「宅地」は「その他の農地」以外では「田」からの変化が多かった。

以上を要約すると東京圏では、札幌圏でみられたような自然緑地が生産緑地を経て宅地化するという2段階の土地利用変化パターンがより明瞭であり、具体的には平野部において市街地としての宅地の周辺に農地が広がり、さらにその周辺に森林が分布していたところへ、市街地の拡大に伴い農地がさらに外縁へ遷移していったということであろう。

3. 大阪圏

大阪圏の土地利用メッシュマップ(図7)から、1930年頃では中央部と北東部に「宅地」が分布

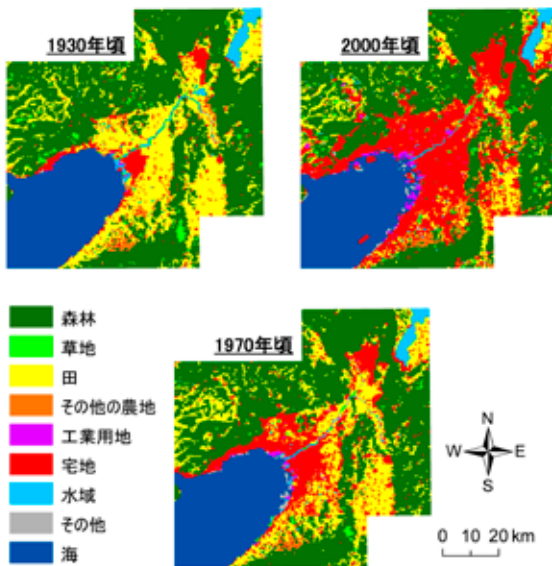


図7 大阪圏の土地利用分布

していることがわかる。さらに、「宅地」の周辺に「田」が多く分布し、それらを取り囲むように「森林」が分布している。1970年頃、2000年頃では「宅地」の周辺の「田」が減少し、「宅地」の増加がみられた。

大阪圏における3時期の土地利用割合(図8)を見てみると、「森林」、「田」、「水域・湿地」は3時期を通して減少し、「宅地」、「工業用地」は増加している。「草地・荒地」、「その他の農地」は3時期ともに低い割合であった。

1930年頃から1970年頃にかけては、全体の17.8%(海を除く)のメッシュで卓越土地利用が変化している。この2時期間の土地利用項目別変化割合(図9)を見てみると、「田」、「森林」からの変化と「宅地」への変化が高い割合を示し、特に「田」から「宅地」への変化が高い割合を占めた。また、「森林」から「田」への変化も高い割合を占めた。

次に、1970年頃から2000年頃にかけては、全体の22.9%(海を除く)のメッシュで卓越土地利用が変化している。この2時期間の土地利用項目別変化割合を見てみる(図9)と、「田」、「森林」からの変化と「宅地」への変化が高い割合を示し、特に「田」から「宅地」への変化が高い割合を示した。これらは1930年頃から1970年頃にかけての土地利用変化と同様であるが、さらに高い割合で変化していた。また、「森林」から「宅地」への変化も高い割合を示した。

以上を要約すると、大阪圏は札幌圏、東京圏と異なり農地の大半を水田が占め、畑地はほとんどないといえる。また、「森林」から「田」を経て「宅地」になるという2段階変化がみられる一方で、1930

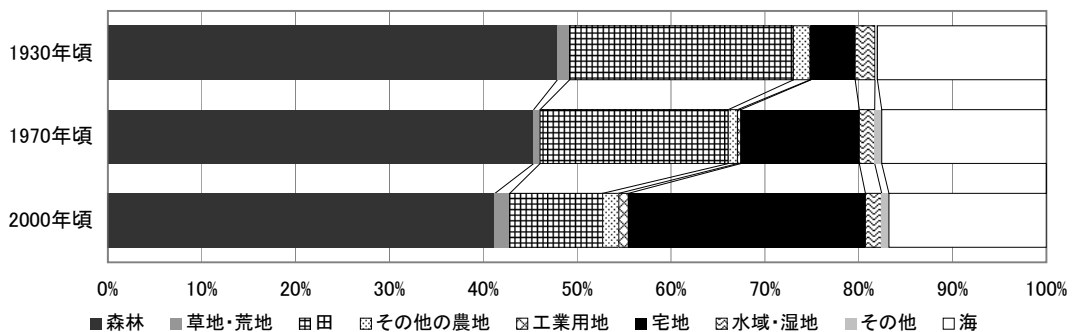


図8 大阪圏における3時期の土地利用割合

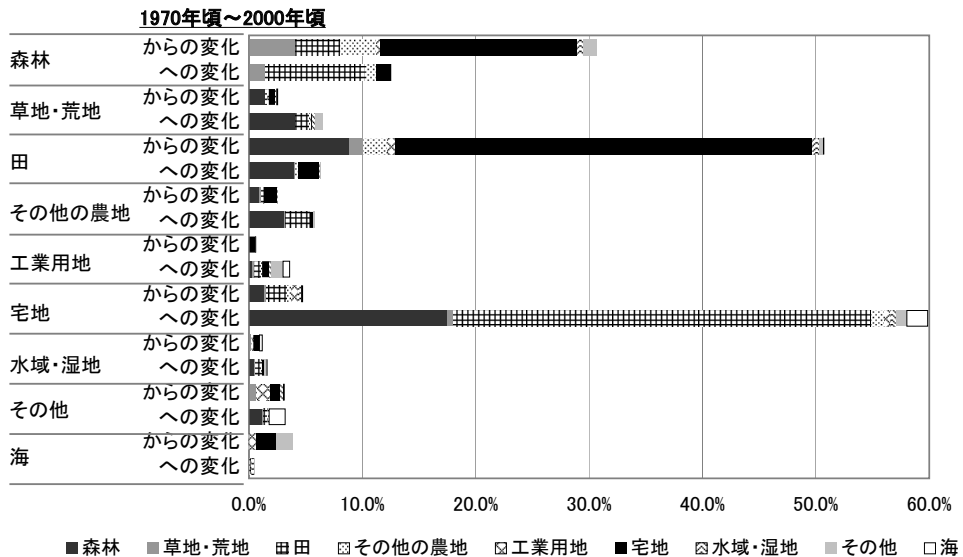
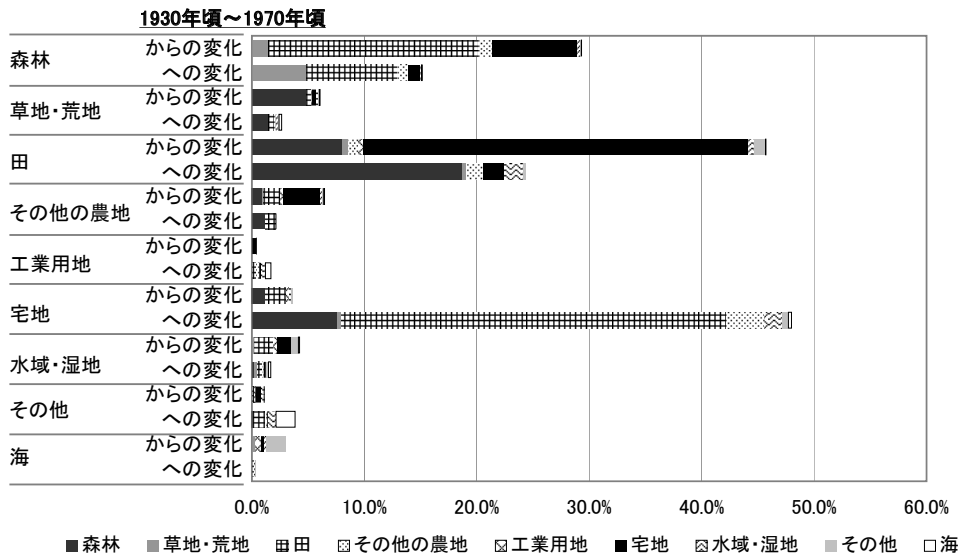


図9 大阪圏における土地利用項目別変化割合
各項目の「からの変化」および「への変化」をそれぞれ合算すると100%になる。

年頃においてすでに「田」であったところで宅地化が顕著なこと、1970年頃以降、「森林」が直接宅地化される変化が多くみられることが特徴的である。

4.3 都市圏の比較

時期を経るごとに3都市圏ともに「森林」の減少、「宅地」の増加がみられた点は共通している。大阪圏では3時期を通して農地の減少がみられた

が、札幌圏・東京圏では1930年頃から1970年頃にかけて農地が増加し、1970年頃以降減少した。また、札幌圏は東京圏・大阪圏に比べ「宅地」の面積が狭い一方、農地の占める割合が高かった。これらのことから、札幌圏は東京圏、大阪圏に比べ都市圏が今後も拡大していく可能性が考えられる。

1930年頃から1970年頃にかけて、土地利用が変化している地域の割合は東京圏が最も高く、次

が札幌圏で、大阪圏が最も低い割合であった。これは1970年頃から2000年頃(札幌圏は1990年頃)でも同様であった。

3時期間の土地利用変化を見てみると、「宅地」への変化が高い割合を占め、特に大阪圏では、土地利用の変化した地域の73.5%が「宅地」への変化であった。札幌圏では43.6%、東京圏では54.3%であった。「森林」、「草地・荒地」から「宅地」へ変化している割合は札幌圏、大阪圏が同程度で、それぞれ18.2%、18.7%であり、東京圏は16.6%であった。「田」、「その他の農地」から「宅地」への変化は東京圏が最も高い割合を示し、62.4%であった。札幌圏、大阪圏はそれぞれ55.8%、54.2%であった。さらに、1930年頃で「森林」、「草地・荒地」、1970年頃で「田」、「その他の農地」そして2000年頃で「宅地」へと2段階変化しているメッシュは、東京圏では1,640メッシュが該当し、これは「宅地」へと変化した地域の10.3%を占める。同様のメッシュは、札幌圏では177メッシュで11.2%、大阪圏では255メッシュで3.7%を占める。

以上のことから、土地利用変化パターンからみると、2大都市圏としての東京圏と大阪圏は非常に対照的であり、北海道の札幌圏は、その両都市圏の特徴を合わせ持つような変化をしてきたことが明らかとなった。

IV. 土地利用変化と地形特性との関係

本章では、3都市圏3時期の土地利用メッシュマップ、標高図、傾斜図より、標高、傾斜別に土地利用割合および変化割合を算出することで、土地利用分布やその変化と地形特性との関係を分析した。

1. 札幌圏

札幌圏の標高20mごと、傾斜1度ごとの土地利用割合(図10, 11)を見てみると、1930年頃から1970年頃にかけて、標高40m以下、傾斜4度以下の地域で「田」の増加がみられた。一方、標高40m以上、傾斜4度以上の地域では「その他の農地」の増加がみられた。低標高・緩傾斜地域では「その他の農地」から「田」へ、高標高・急傾斜地域では「田」から「その他の農地」へと

変化したところが多かった。1930年頃では「宅地」の大部分は標高0~60m、傾斜0~2度の地域に分布しているが、1970年頃ではそれ以上の高標高・急傾斜地域でも「宅地」が増加している。

1970年頃から1990年頃にかけては、標高0~20m、傾斜0~1度の低標高・緩傾斜地域で「その他の農地」が増加していた。この大部分は「田」からの変化であった。それ以外の地域では「その他の農地」から「宅地」へと高い割合で変化していた。1990年頃では標高100m以下の地域の9.6%、傾斜5度以下の地域の22.7%が「宅地」となっている。

2. 東京圏

東京圏の標高20mごと、傾斜1度ごとの土地利用割合(図12, 13)を見てみると、1930年頃から1970年頃にかけて、低標高・緩傾斜地域の「森林」が減少し、「宅地」へと変化している。「その他の農地」は標高20m以上、傾斜6度以上の地域で増加がみられ、その大部分は「森林」からの変化であった。

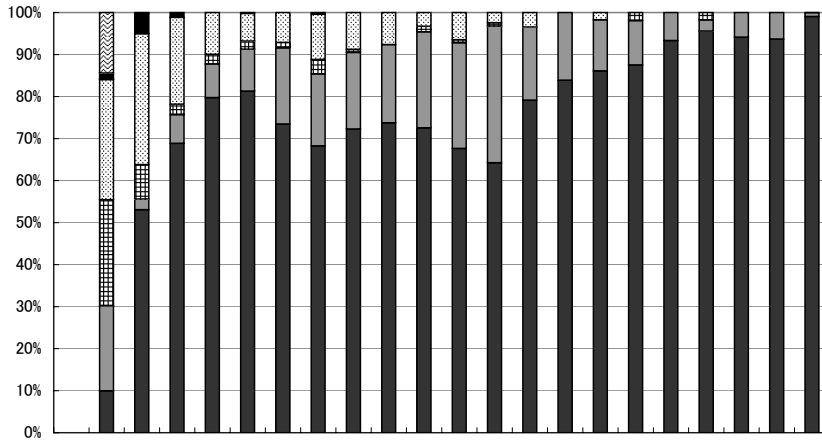
1970年頃から2000年頃にかけては、「田」、「その他の農地」は大幅に減少し、その大部分は「宅地」へと土地利用変化しているが、低標高・緩傾斜地域の方がより高い割合で変化していた。2000年頃では標高100m以下の地域の48.5%、傾斜5度以下の地域の48.0%が「宅地」である。

3. 大阪圏

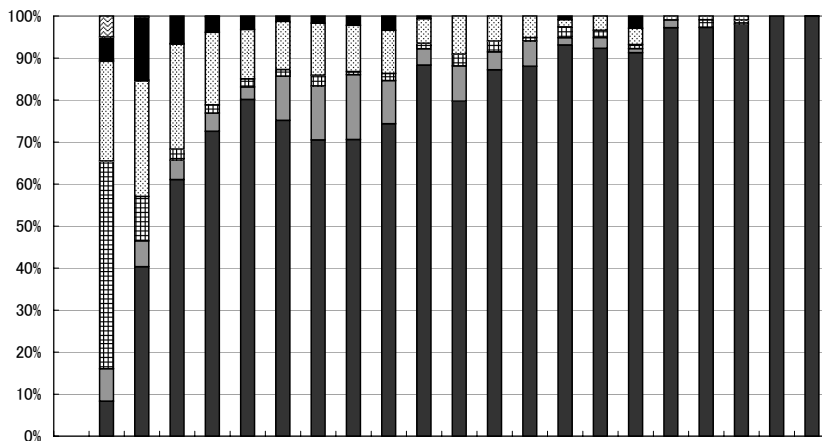
大阪圏の標高20mごと、傾斜1度ごとの土地利用割合(図14, 15)を見てみると、1930年頃から1970年頃にかけて、標高100m以上の地域、傾斜7度以上の地域で「田」の増加がみられた。この大部分は「森林」からの変化である。また低標高・緩傾斜地域で「森林」、「田」から「宅地」へと変化した割合が高かった。

1970年頃から2000年頃にかけても、低標高・緩傾斜地域でさらに高い割合で「宅地」が増加した。2000年頃では標高100m以下の地域の64.7%、傾斜5度以下の地域の62.1%が「宅地」である。

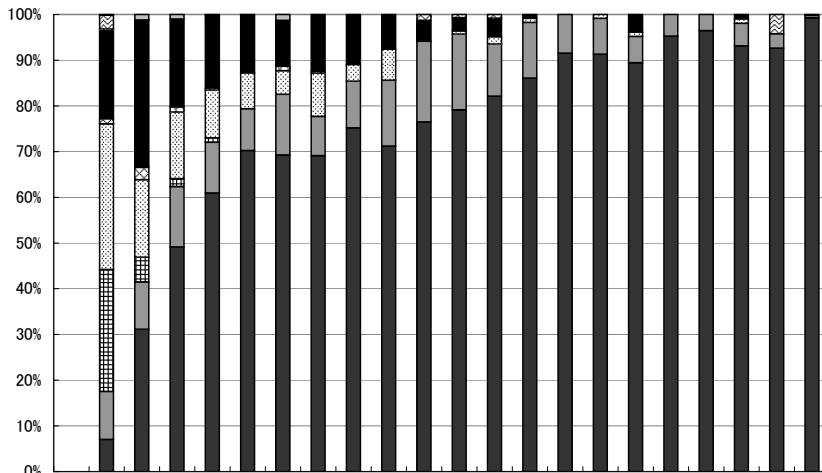
標高:1930年頃



標高:1970年頃



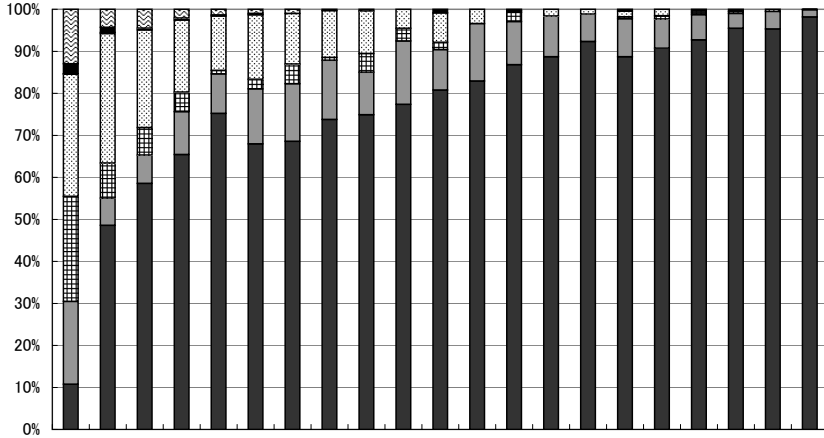
標高:1990年頃



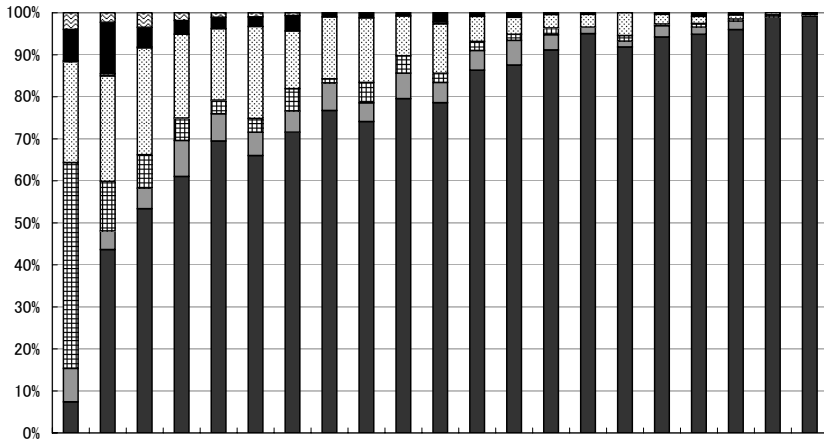
■ 森林 ■ 草地・荒地 ■ 田田 ■ その他の農地 ■ 工業用地 ■ 宅地 ■ 水域・湿地 ■ その他

図10 札幌圏における標高別の土地利用割合

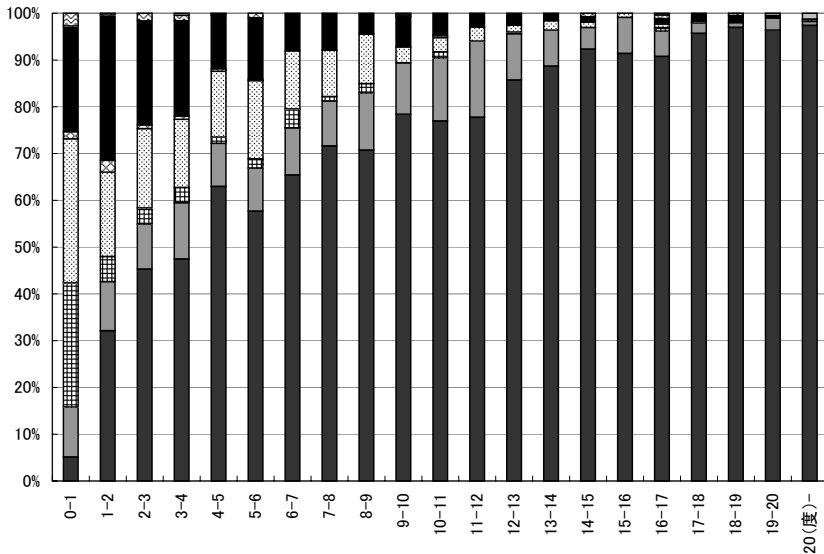
傾斜:1930年頃



傾斜:1970年頃



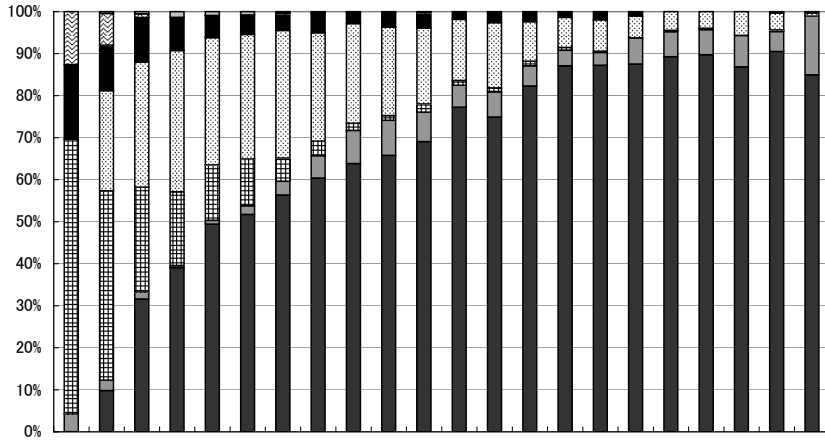
傾斜:1990年頃



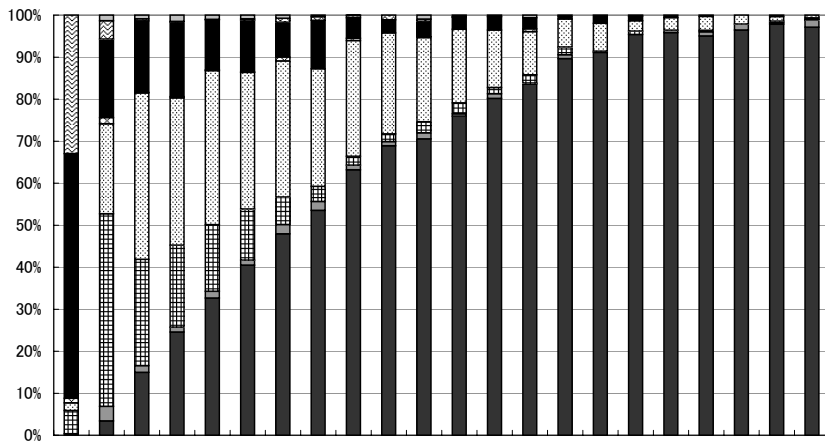
■森林 ■草地・荒地 田田 □その他の農地 □工業用地 ■宅地 □水域・湿地 ■その他

図11 札幌圏における傾斜別の土地利用割合

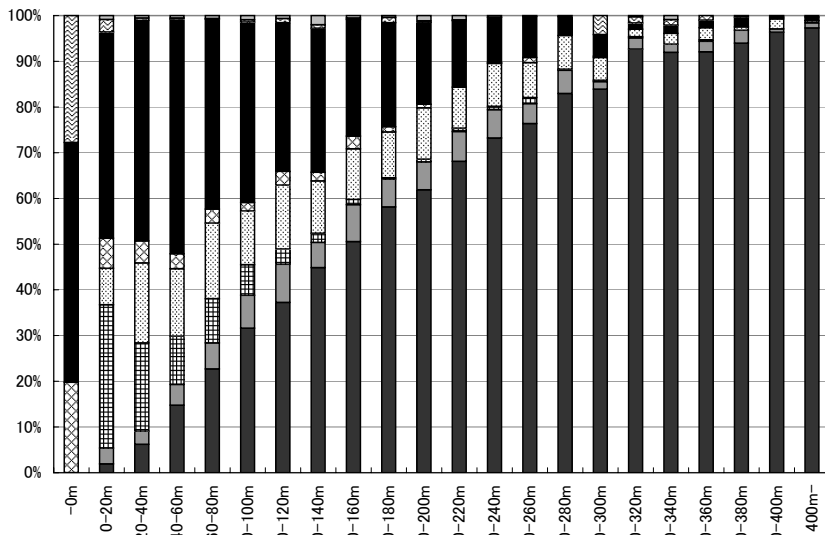
標高:1930年頃



標高:1970年頃



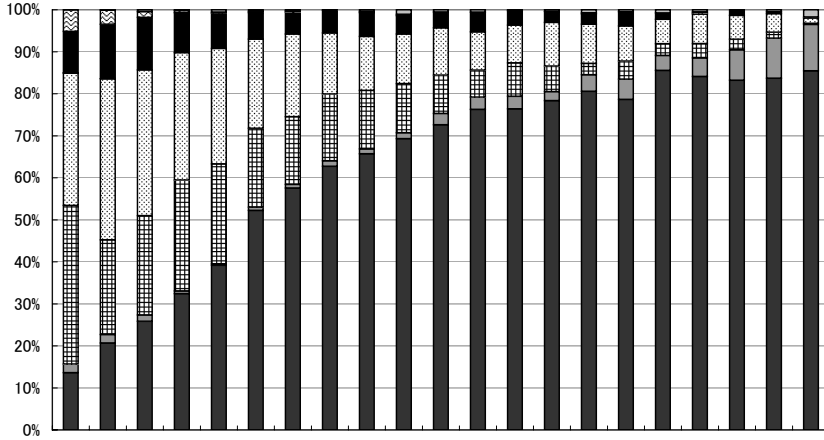
標高:2000年頃



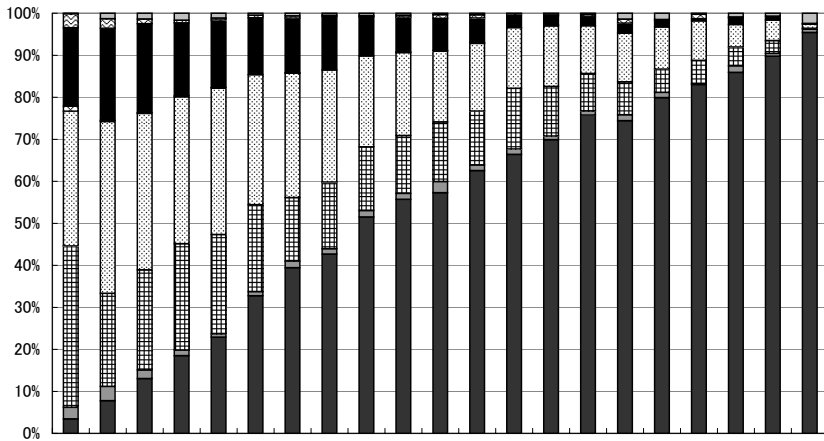
■ 森林 ■ 草地・荒地 田田 □ その他の農地 □ 工業用地 ■ 宅地 □ 水域・湿地 ■ その他

図12 東京圏における標高別の土地利用割合

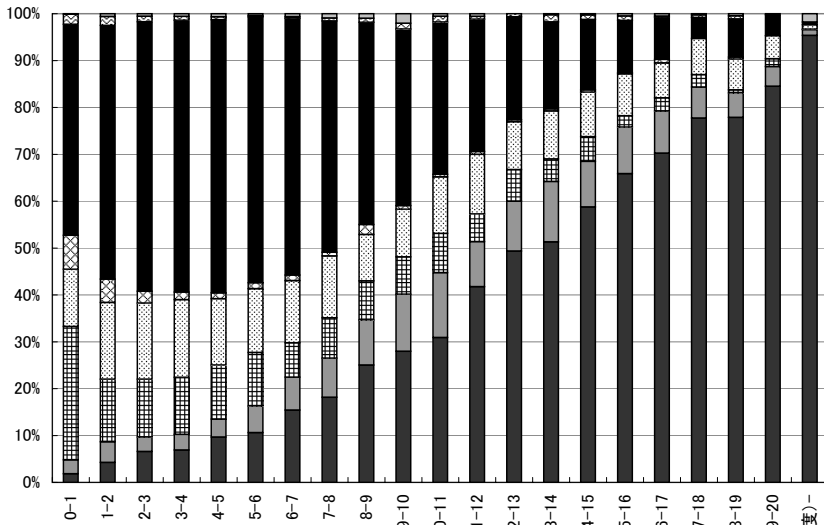
傾斜：1930年頃



傾斜：1970年頃



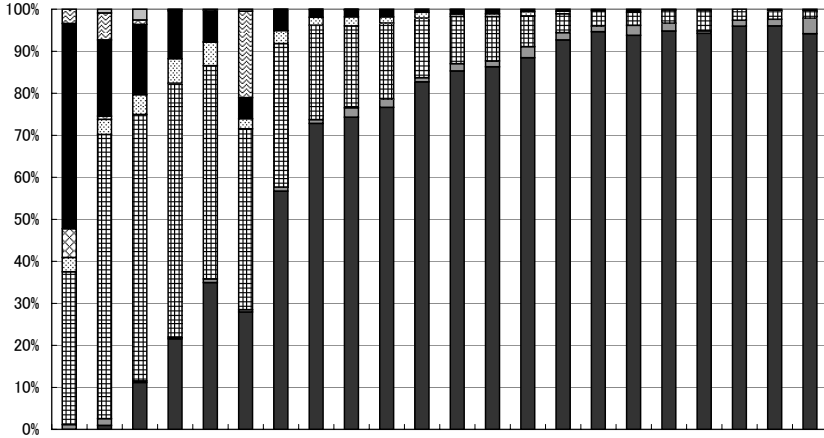
傾斜：2000年頃



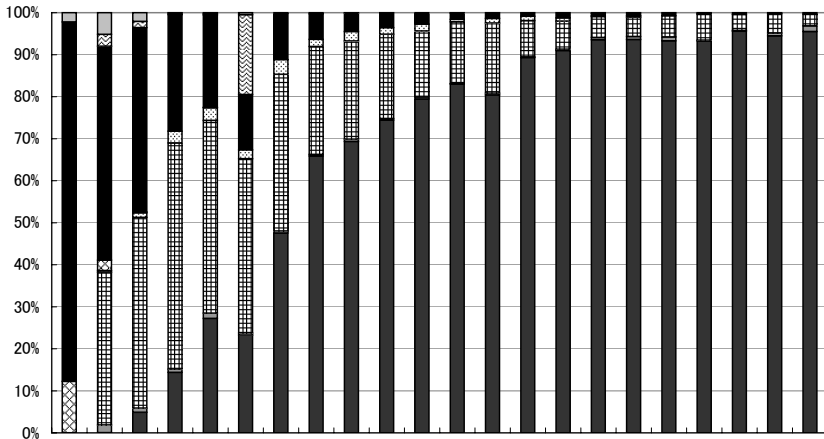
■森林 ■草地・荒地 田田 □その他の農地 □工業用地 ■宅地 □水域・湿地 ■その他

図13 東京圏における傾斜別の土地利用割合

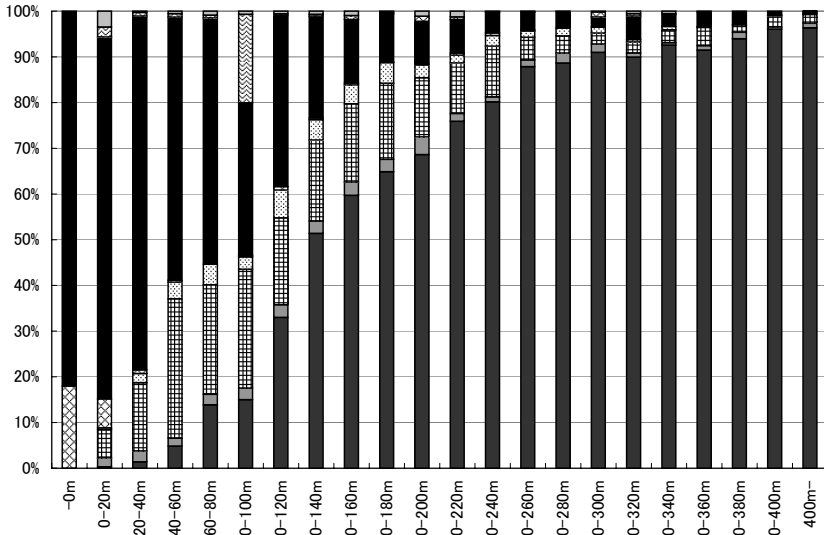
標高:1930年頃



標高:1970年頃



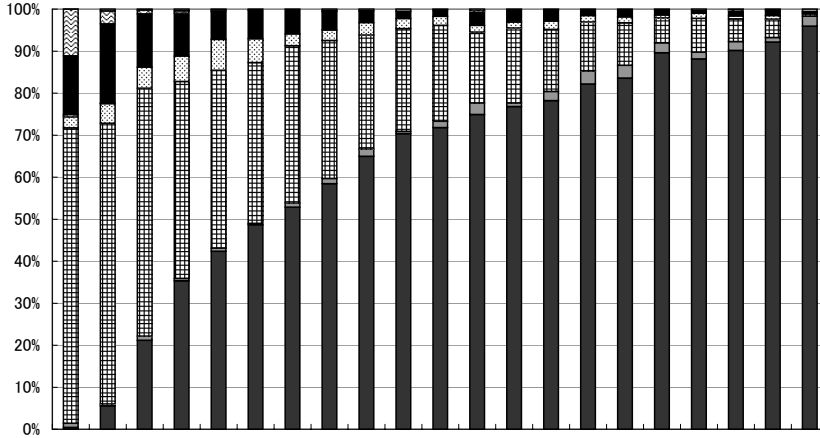
標高:2000年頃



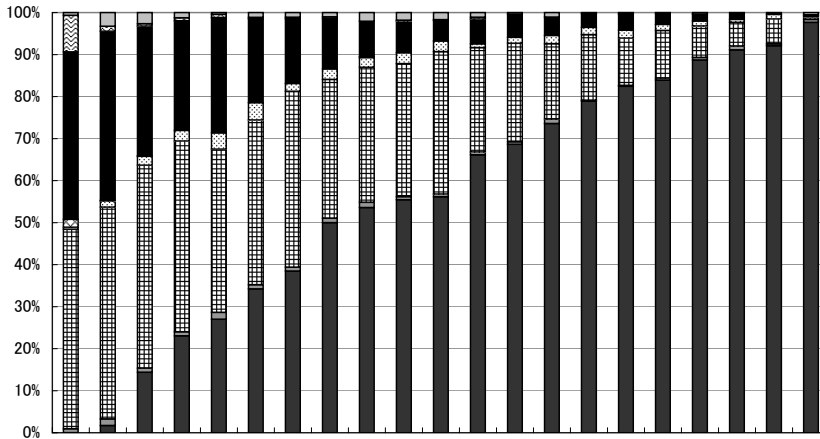
■森林 ■草地・荒地 田田 □その他の農地 □工業用地 ■宅地 □水域・湿地 ■その他

図14 大阪圏における標高別の土地利用割合

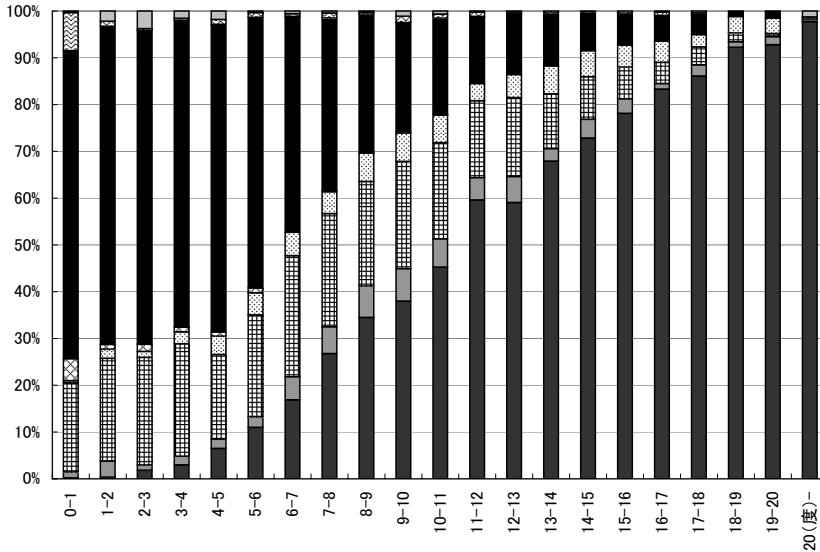
傾斜：1930年頃



傾斜：1970年頃



傾斜：2000年頃



■森林 ■草地・荒地 田 田 その他の農地 □工業用地 ■宅地 □水域・湿地 ■その他

図15 大阪圏における傾斜別の土地利用割合

4. 3都市圏の比較

3都市圏とも時期を経るごとに「宅地」が増加しているが、その割合は都市圏によって異なっていた。3都市圏の中で、東京圏が最も「宅地」の占める割合は高かったが、低標高・緩傾斜地域に限ると、大阪圏の方が「宅地」の占める割合は高かった。これは、札幌圏、東京圏と比べて大阪圏では低標高・緩傾斜地域の面積が狭いなか開発が進んできたためであると考えられる。

より具体的に土地利用変化と地形特性との関係を3都市圏で比較してみる。3都市圏において1930年頃から1970年頃で土地利用が変化した地域の割合を標高ごとに見てみると、3都市圏ともに低標高地域の方が土地利用変化しやすいということがいえる。これは低標高地域の面積が広く、まとまった土地開発が進みやすいことが要因として効いているといえる。標高40m以下の地域は、札幌圏で5,381メッシュ（全体の44.6%）、東京圏で26,503メッシュ（全体の53.4%）、大阪圏で4,727メッシュ（全体の20.9%）を占める。この標高帯では大阪圏が最も高い割合で土地利用変化しているが、これは前述のように相対的に面積が狭い状況下で開発が進んできたことを示している。それ以上の標高では東京圏の方が高い割合で土地利用変化しており、大阪圏がそれに次ぐ。これには東京圏の標高40～100mの面積が相対的に広いことが関係していると考えられる。札幌圏は、全体の割合は低いが、標高160～340mの地域では3都市圏で最も高い割合を示した。この標高帯は札幌市南部の豊平川沿岸の住宅地や温泉街などが相当する。

1970年頃から2000年頃で土地利用が変化した地域の割合を標高ごとに見てみると、1930年頃から1970年頃と同様に、3都市圏ともに低標高地域の方が土地利用変化しやすいということがいえる。そのなかでも標高160mまでは東京圏が最も高い割合で土地利用変化している。標高160m以下の面積をみると、札幌圏7,840メッシュ（全体の65.0%）、東京圏39,095メッシュ（全体の78.7%）、大阪圏11,946メッシュ（全体の52.8%）であり、面積の広狭が土地利用変化に関係しているといえる。一方、標高160～240mの地域では札幌圏が最も高く、前述の札幌市南部

の宅地開発がこの時期も継続していることと関連している。それ以上の標高帯では3都市圏ともに同程度に土地利用変化率が低い。

次に、3都市圏において1930年頃から1970年頃で土地利用が変化した地域の割合を傾斜角ごとに見てみると、3都市圏ともに緩傾斜地域の方が土地利用変化しやすいということがいえる。傾斜0～1度では札幌圏が最も高い割合を示したが、傾斜1度以上の地域では東京圏が最も高い割合で土地利用変化している。大阪圏がそれに次ぎ、札幌圏は傾斜1度以上の地域では逆に最も割合が低かった。

3都市圏において1970年頃から2000年頃で土地利用が変化した地域の割合を傾斜角ごとに見てみると、1930年頃から1970年頃と同様に、傾斜0～1度の地域で最も高い割合で土地利用変化したのは札幌圏であった。一方、傾斜1度以上の地域では東京圏が最も高い割合を示し、次いで大阪圏、札幌圏であった。札幌圏では傾斜が急な地域ほど土地利用変化割合が低いという明瞭な相関関係がみられる一方、東京圏・大阪圏ではともに、傾斜5～6度に変化割合が最も高いピークがあり、それ以下では傾斜が急なほど変化割合が高く、それ以上では傾斜が急なほど変化割合が低い傾向がみられる。

以上のことから、札幌圏は広大な平野部を有し、低標高・緩傾斜地域に開発適地としての余地を残しているといえる。東京圏も広大な平野部を有するものの、首都圏として早期に開発がはじまり市街地の拡大が著しく、より標高が高く傾斜の急な地域へ開発が及んでいるといえる。一方、都市開発としては東京圏同様に先発地域である大阪圏は、平野部の面積も狭いため、より標高が高く傾斜の急な地域へ開発が及んでいるといえる。

V. おわりに

本研究では、札幌・東京・大阪3都市圏の3時期の土地利用メッシュマップを作成することで、各都市圏の土地利用変化を時空間的に比較分析することができた。その結果、2大都市圏としての東京圏と大阪圏は非常に対照的であり、北海道の札幌圏は、その両都市圏の特徴を合わせ持つような変化をしてきたことが明らかとなった。

地形特性は3都市圏で異なっていたが、土地利用変化と標高や傾斜の間には関係性がみられ、低標高・緩傾斜地域の方が土地利用変化しやすいということがわかった。札幌圏では低標高・緩傾斜地域で「宅地」の占める割合は相対的に低く、特に東部の低標高・緩傾斜地域で今後宅地化が進展する可能性が考えられる。東京圏では低標高・緩傾斜地域の「宅地」の割合は高かったが、北部の低標高・緩傾斜地域では「田」も多く分布している。大阪圏では低標高・緩傾斜地域の大部分が宅地化されている。このように低標高・緩傾斜地域で「宅地」の占める割合は3都市圏で異なっていたが、それは都市化の進展度の違いとともに、その地域の地形特性に影響されていることがわかった。

今後は地形だけではなく土壌など他の自然的データや、人口や地価などの社会経済的データを土地利用メッシュマップと重ね合わせ分析することにより、都市の変遷をより深く分析することが可能であると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、株式会社フォテックの中根貴雄氏には札幌圏のDEMデータの提供を受け、NPO法人EnVision 環境保全事務所の阿部やゆみ氏には土地利用メッシュマップ作成に関する資料提供を受けた。また本研究は、総合地球環境学研究所の研究プロジェクト「都市の地下環境に残る人間活動の影響（プロジェクトリーダー：谷口真人）」から研究助成を受けた。以上記して謝意を表す。なお本研究の骨子は、2010年度東北地理学会・北海道地理学会秋季学術大会で発表した。

参考文献

池見洋明・江崎哲郎・三谷泰浩・マリサ メイ リン・石松裕一郎・松木洋忠(2008):過去100年間の100 mメッシュ土地利用図作成とGIS分析. 地理情報システム学会講演論文集, 17, 57-60.
王尾和寿(2008):流域圏における水系を視点とした景観特性の分析—那珂川, 霞ヶ浦, 鬼怒川, 小貝川の各流域を事例として—. 地学雑誌, 117, 534-552.

王尾和寿・桑原祐史・村山祐司(2006):地形および河川からの距離に着目した景観変化の解析. 地理情報システム学会講演論文集, 15, 463-466.
金田章裕・石川義孝編(2006):『日本の地誌8 近畿圏』朝倉書店.
小疇 尚・福田正己・石城謙吉・酒井 昭・佐久間 敏雄・菊地勝弘編(1994):『日本の自然 地域編1 北海道』岩波書店.
杉森啓明・大森博雄(1996):土地利用データによる多摩川中下流域の景観動態の把握. GIS—理論と応用, 4, 51-62.
中村和郎・小池一之・武内和彦編(1994):『日本の自然 地域編3 関東』岩波書店.
水見山幸夫・岩上 恵・井上笑子(1991):明治後期—大正前期の土地利用の復原. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 26, 55-63.
水見山幸夫・太田伸裕(1993):大正期—現代の北海道の土地利用変化. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 28, 1-13.
水見山幸夫・本松宏章(1994):明治・大正期—現代の東北地方の土地利用変化. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 29, 1-16.
水見山幸夫・綿木尚弘(1990):大正期の北海道の土地利用の復原. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 25, 25-34.
山下亜紀郎(2004):日本の主要流域における土地利用特性とその地域差. 地理情報システム学会講演論文集, 13, 79-82.
山下亜紀郎・阿部やゆみ・高奥 淳(2008):アジアのメガシティにおける5万分の1地形図からの土地利用メッシュマップ作成. 地理情報システム学会講演論文集, 17, 205-208.
山下亜紀郎・阿部やゆみ・高奥 淳(2009):東京・大阪大都市圏における旧版地形図からの土地利用メッシュマップ作成と土地利用変化の分析. 地理情報システム学会講演論文集, 18, 529-534.
Yamashita, A. (2011): Comparative Analysis on Land Use Distributions and Their Changes in Asian Mega Cities. In Taniguchi, M. ed. *Groundwater and Subsurface Environments: Human Impacts in Asian Coastal Cities*. Springer., 61-81