

首都圏における土地利用変化の定量的解析

—— 細密数値情報を利用して ——

村 山 祐 司

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| I. はじめに | IV. マルコフ連鎖モデルによる土地利用の推定 |
| II. 首都圏における土地利用変化の概略 | V. 結 論 |
| III. 距離帯別・方向別の土地利用変化 | |

I. は じ め に

本研究は、国土地理院が作成した細密数値情報（首都圏宅地利用動向調査）を用いて、首都圏の都市的・農村的土地利用の変化を定量的に把握することを試みる。

細密数値情報においては、現在まで1974年、1979年、1984年の3年次のデータが公表され、第1表に示される15地目（山林・荒地等、田、畑・その他の用地、造成中地、空地、工業用地、一般低層住宅地、密集低層住宅地、中・高層住宅地、商業・業務用地、道路用地、公園・緑地等、その他の公共施設用地、河川・湖沼等、その他）の土地利用が磁気テープの形で納められている。本研究では、このデータファイル（100メートル・メッシュ）を用いて1974年から1984年にかけての土地利用変化の空間的差異をマルコフ連鎖モデルを援用して解明する。首都圏を第1図のように東京駅を中心に方向別および距離帯別に24の地域に区分し、それぞれの地域ごとに土地利用15地目に関する15行15列の推移確率行列（1974年～79年）を作成する。その行列にマルコフ連鎖モデルを適用し1984年の土地利用を推定する。1984年の実際の土地利用とマルコフ連鎖モデルで推定した土地利用の地目別面積を比較することによって、方向（セクター）別と距離帯別に土地利用の変化の空間的差異を明らかにする。

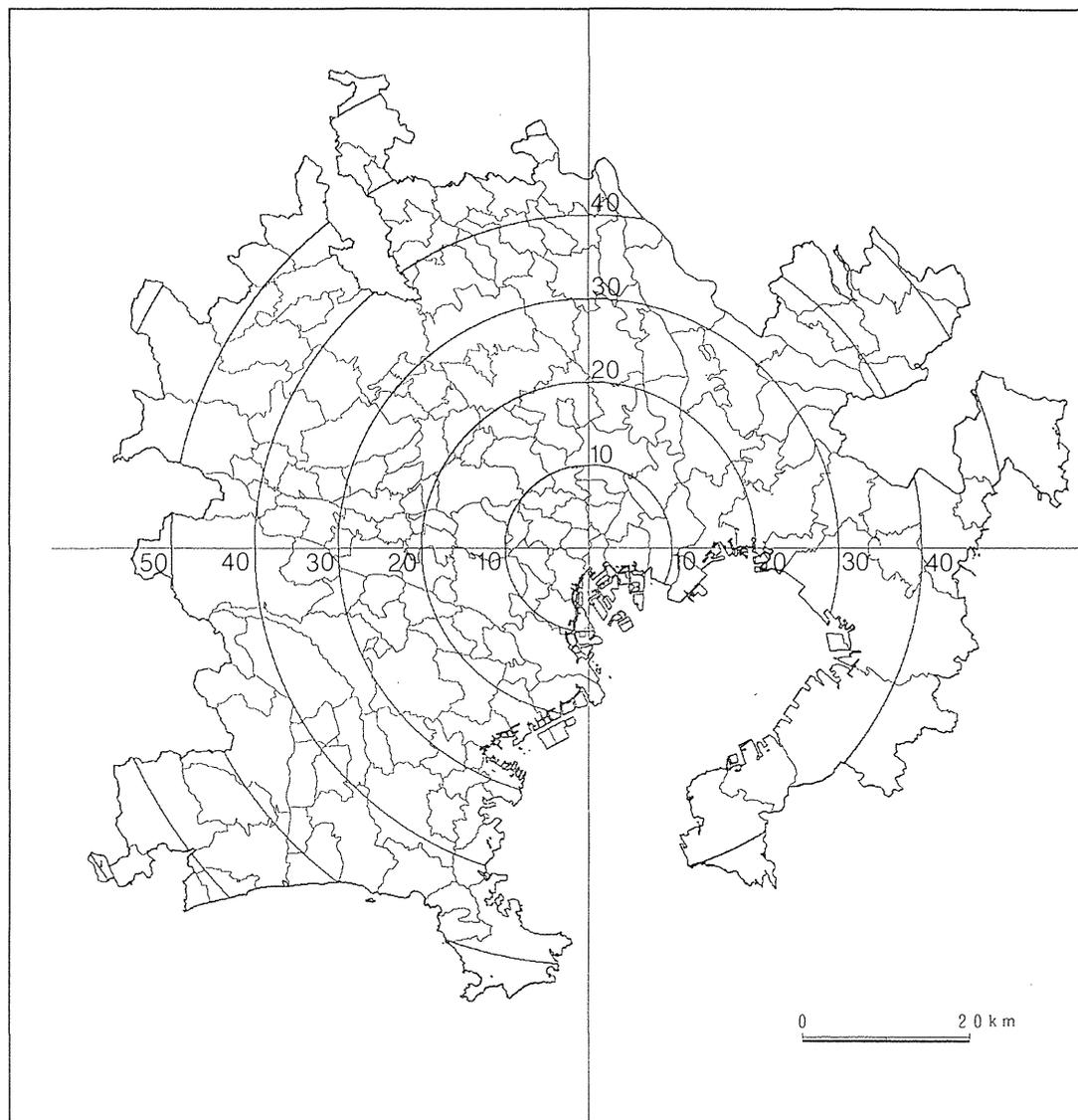
本研究が対象とするのは、首都圏整備法に基づく規制市街地および近郊整備地帯に属する地域（3年次のデータが揃う面積6,324.5km²）であり、632,450個のメッシュからなる。これは1974年に実施された第1回調査の範囲と一致する。

II. 首都圏における土地利用変化の概略

第2表は分析対象地域における土地利用面積の構成比を示したものである。3年次とも山林・荒地等の構成比が最も高い。しかしその構成比は年々減少傾向にある。地目番号1から3で示される農村的土地利用および4と5で示される漸移的土地利用の構成比はすべて10年間で減少しており、これら5地目全体で61.24%(1974)から54.05%(1984)に低下している。それに比べて地目番号6から13で示される都市的土地利用は33.97%(1974)から41.42%(1984)に上昇した。とくに中・高層住宅地の伸び率が10年間に1.46倍と最も高い。第3表と第4表は10年間ににおける上位30位の土地利用変化を示した

第1表 細密数値情報の土地利用分類項目

コード	分類区分		定義	
1	農地・山林等	山林・荒地等	樹林地、竹林、篠地、笹地、野草地（耕作放棄地を含む）、裸地、ゴルフ場等。	
2		農地	田	水稻、蓮、くわいなどを栽培している水田（短期的な休耕田を含む）をいい、季節により畑作物を栽培するものを含む。
3			畑・その他の用地	普通畑、果樹園、桑園、茶園、苗木畑、牧場、牧草地、採草放牧地、畜舎、温室等の畑及びその他の農地をいう。
4	造成地	造成中地	宅地造成、埋立等の目的で人工的に土地の改革が進行中の土地をいう。	
5		空地	人工的に土地の整理が行われ、現在まだ利用されていない土地及び簡単な施設からなる屋外駐車場、ゴルフ練習場、テニスコート、資材置場等を含む。	
6	宅地	工業用地	製造工場、加工工場、修理工場、採掘場、採石場、発電所、ガス製造工場などの用地をいい、工場に付属する倉庫、原料置場、生産物置場、厚生施設等も含む。	
7		住宅地	一般低層住宅地	3階以下の住宅用建物からなり、1区画あたり100m ² 以上の敷地で、建物の密集していない住宅地をいい、農家の場合は屋敷林を含め1区画とする。
8			密集低層住宅地	3階以下の住宅用建物からなり、1区画100m ² 未満の敷地で、建物の密集している住宅地をいう。
9			中・高層住宅地	4階建以上の中・高層住宅の敷地からなる住宅地をいう。
10	商業・業務用地	小売店舗、スーパー、デパート、卸売、飲食店、映画館、劇場、旅館・ホテル等の商店、娯楽、宿泊等のサービス業を含む用地及び企業の事務所、銀行、新聞社、放送局、流通施設、その他これに属する用地。		
11	公共公益施設用地	道路用地	有効幅員4m以上の道路、駅前広場等で工事中、用地買収済の道路用地も含む。	
12		公園・緑地等	公園、緑地、動・植物園、墓地、寺社の境内地、遊園地等の公共的性格を有する施設及び総合運動場、競技場、野球場等運動競技を行うための施設用地をいう。	
13		その他の公用公益施設用地	公共業務施設、教育文化施設、供給処理施設、社会福祉施設、鉄道用地、バス発着センター、車庫、港湾施設用地、空港等の用地をいう。	
14	河川・湖沼等	河川（河川敷、堤防を含む）、湖沼・溜池、養魚場、海浜地、海面をいう。		
15	その他	防衛施設、米軍基地、基地跡地、演習場、皇室に係る施設及び居住地等をいう。		



第1図 研究対象地域

ものである。第3表は1時点でも変化している場合である。面積が最大の土地利用変化は、空地(1974)→一般低層住宅地(1979)→一般低層住宅地(1984)で、 46.63km^2 を占める。2時点とも変化した場合(第4表)では、山林・荒地等(1974)→造成中地(1979)→空地(1984)と変わるパターンが 7.11km^2 と最大面積を占める。上位に並ぶのは農村的土地利用から都市的土地利用への転換であるが、なかでも造成中地や空地などから都市的土地利用への転換が卓越する。

第2図は、1974年から79年にかけて土地利用が変化した地域(100メートル・メッシュ)を示したものである。まず目につくのは東京湾沿岸の埋め立て地での大規模な土地利用の転換である。また多摩

第2表 首都圏における土地利用面積の構成比

土地利用	1974年	1979年	1984年
1. 山林・荒地等	22.49%	21.40%	20.53%
2. 田	14.25	13.47	12.82
3. 畑・その他の用地	16.79	16.27	15.88
4. 造成中地	2.23	1.57	1.00
5. 空地	5.48	4.54	3.82
6. 工業用地	3.61	3.83	3.96
7. 一般低層住宅地	15.58	17.28	18.91
8. 密集低層住宅地	1.80	2.07	2.34
9. 中・高層住宅地	1.08	1.36	1.58
10. 商業・業務用地	2.60	3.02	3.36
11. 道路用地	3.30	3.60	3.71
12. 公園・緑地等	1.97	2.24	2.46
13. その他の公共公益施設用地	4.03	4.68	5.10
14. 河川・湖沼等	3.75	3.63	3.53
15. その他	1.04	1.04	1.00
合計	100.00%	100.00%	100.00%

丘陵地域や神奈川県東南部でも広範にわたって土地利用の変容がみられる。高度な都市的土地利用が卓越する東京都区部では、土地利用の変化は少ない。

1979年から84年の5年間では、研究対象地域の東側つまり茨城県南部と千葉県北部での土地利用変化が卓越するようになる（第3図）。これは大規模住宅団地の造成がこの地域で集中的に行われたからである。また東京湾沿岸部では、習志野から東京都東部にかけての地域で広範な土地利用変化が目につく。74-79年と比べて79-84年のほうがドットが特定の地域に集中してかたまって分布するのが特徴的である。この時期になると、第2図でみられた74-79年の神奈川県東南部での広範な土地利用変化は減少している。

第4図は、1974年から84年にかけての10年間に2度土地利用が変化した地域を図化したものである。つまり第2図と第3図の両方とも黒く塗られたメッシュを取りだしたものである。1974年には、田や畑や山林であったメッシュが住宅団地の開発により1979年には造成中地や空地になり、やがて1984年には宅地や工業・商業施設等の都市的土地利用へ変わるといったパターンが一般的である。農村的土地利用から都市的土地利用への転換が卓越する郊外の都市化前線地帯でこのような土地利用変化が卓越する。一部の農村地域で、減反政策の影響によると思われる田や畑から空地や荒地に変化し、また田や畑になるといったパターンがみられる。一方人口密度の高い東京都区部や分析対象地域の縁辺部の純農村地域では、10年間に2回土地利用が変化するといったパターンはあまりみられない。

Ⅲ. 距離帯別・方向別の土地利用変化

第5表は、東京駅を中心とする距離帯別（10km毎）に1974年から79年にかけての土地利用の変化

第3表 土地利用変化の上位30位, 1974-84年(1時点でも変化している場合)

1974年の土地利用	→→	1979年の土地利用	→→	1984年の土地利用	面積
1. 空地		一般低層住宅地		一般低層住宅地	46.63 km ²
2. 畑・その他の用地		一般低層住宅地		一般低層住宅地	27.09
3. 山林・荒地等		山林・荒地等		造成中地	25.66
4. 畑・その他の用地		畑・その他の用地		一般低層住宅地	21.81
5. 山林・荒地等		山林・荒地等		空地	20.88
6. 空地		道路用地		道路用地	18.78
7. 造成中地		空地		空地	18.30
8. 道路用地		一般低層住宅地		一般低層住宅地	17.12
9. 空地		空地		一般低層住宅地	14.82
10. 空地		その他の公共公益施設用地		その他の公共公益施設用地	14.03
11. 山林・荒地等		一般低層住宅地		一般低層住宅地	13.55
12. 海		造成中地		造成中地	12.25
13. 造成中地		その他の公共公益施設用地		その他の公共公益施設用地	12.13
14. 畑・その他の用地		畑・その他の用地		空地	12.11
15. 山林・荒地等		空地		空地	12.06
16. 田		田		空地	12.04
17. 田		空地		空地	11.58
18. 山林・荒地等		畑・その他の用地		畑・その他の用地	10.69
19. 空地		畑・その他の用地		畑・その他の用地	10.46
20. 造成中地		工業用地		工業用地	9.82
21. 田		畑・その他の用地		畑・その他の用地	9.63
22. 造成中地		道路用地		道路用地	9.61
23. 造成中地		一般低層住宅地		一般低層住宅地	9.58
24. 空地		商業・業務用地		商業・業務用地	9.32
25. 造成中地		造成中地		空地	8.94
26. 畑・その他の用地		山林・荒地等		山林・荒地等	8.78
27. 山林・荒地等		山林・荒地等		一般低層住宅地	8.55
28. 道路用地		商業・業務用地		商業・業務用地	8.29
29. 山林・荒地等		山林・荒地等		畑・その他の用地	8.18
30. 山林・荒地等		その他の公共公益施設用地		その他の公共公益施設用地	8.04

を示したものである。10km圏内で最も変化した土地利用は田で、1974年の面積の50%が79年には別の土地利用に変化している。ついで空地、造成中地の順で変化率が高い。したがって都市的土地利用が卓越するこの地帯では、残存している農村的土地利用の都市的土地利用への転換が急速に進んでいることがわかる。10kmから70kmまでの範囲では、いずれも第1位は造成中地、そして第2位が空地である。これらは近い将来に都市的土地利用に転換していくと思われるが、ここで注目したいのは郊外に行くほどその変化の割合が高くなっている点である。たとえば10-20km圏では、造成中地は0.411であったのが60-70km圏では0.950に上昇している。つまり60-70km圏では、1974年に存在した造成中地のうち実に95%がわずか5年間のうちに別の土地利用に変化してしまったのである。第2位の空地でも同様のことがいえる。したがって郊外に行くほど造成中地や空地から都市的土地利用への転換が急速に進展している。逆に都心に近づくほど造成中地や空地からの転換が進んでいない。郊外

第4表 土地利用変化の上位30位, 1974-84年(2時点とも変化した場合)

1974年の土地利用	→→	1979年の土地利用	→→	1984年の土地利用	面積
1. 山林・荒地等		造成中地		空地	7.11 km ²
2. 造成中地		空地		一般低層住宅地	3.80
3. 山林・荒地等		空地		一般低層住宅地	3.16
4. 空地		道路用地		一般低層住宅地	2.29
5. 一般低層住宅地		畑・その他の用地		一般低層住宅地	1.93
6. 空地		造成中地		空地	1.90
7. 海		造成中地		空地	1.85
8. 山林・荒地等		造成中地		一般低層住宅地	1.78
9. 山林・荒地等		造成中地		その他の公共公益施設用地	1.54
10. 田		空地		その他の公共公益施設用地	1.47
11. 畑・その他の用地		空地		一般低層住宅地	1.42
12. 造成中地		道路用地		一般低層住宅地	1.28
13. 造成中地		空地		その他の公共公益施設用地	1.26
14. 一般低層住宅地		空地		一般低層住宅地	1.21
15. 造成中地		空地		商業・業務用地	1.19
16. 田		造成中地		空地	1.13
17. 畑・その他の用地		山林・荒地等		畑・その他の用地	1.09
18. 田		空地		田	1.06
19. 空地		畑・その他の用地		一般低層住宅地	1.04
20. 畑・その他の用地		空地		畑・その他の用地	1.03
21. 空地		畑・その他の用地		空地	1.00
22. 田		空地		畑・その他の用地	0.98
23. 山林・荒地等		造成中地		道路用地	0.92
24. 畑・その他の用地		造成中地		空地	0.85
25. 田		空地		一般低層住宅地	0.84
26. 空地		一般低層住宅地		空地	0.83
27. 畑・その他の用地		山林・荒地等		空地	0.82
28. 山林・荒地等		空地		中・高層住宅地	0.78
29. 畑・その他の用地		一般低層住宅地		畑・その他の用地	0.78
30. 田		空地		工業用地	0.76

では最終的土地利用計画を決定したうえで造成にはいることが多いので、造成中地や空地のまま長い間放置しておくことは稀なのである。

第6表は、5年間における変化を土地利用地目別に詳しく示したものである。0-10kmの範囲では田から空地、田から中・高層住宅地、田からその他の公共公益施設用地への変化がともに0.167で最大である。20-30km、30-40kmの範囲ではともに造成中地から空地への転換が最大である。40-50km、50-60kmになると空地から一般低層住宅地への転換が最大になり、この圏域では住宅団地の開発が活発であることを推測させる。

第7表と第8表は方向別に土地利用変化を考察したものである。いずれの方向においても、最も変化した土地利用地目は造成中地であるが、変化率が最大なのは南西方向で、1974年における造成中地の実に95.5%は別の地目に変化している。第2位はいずれの方向とも空地であるが、変化率が最も高



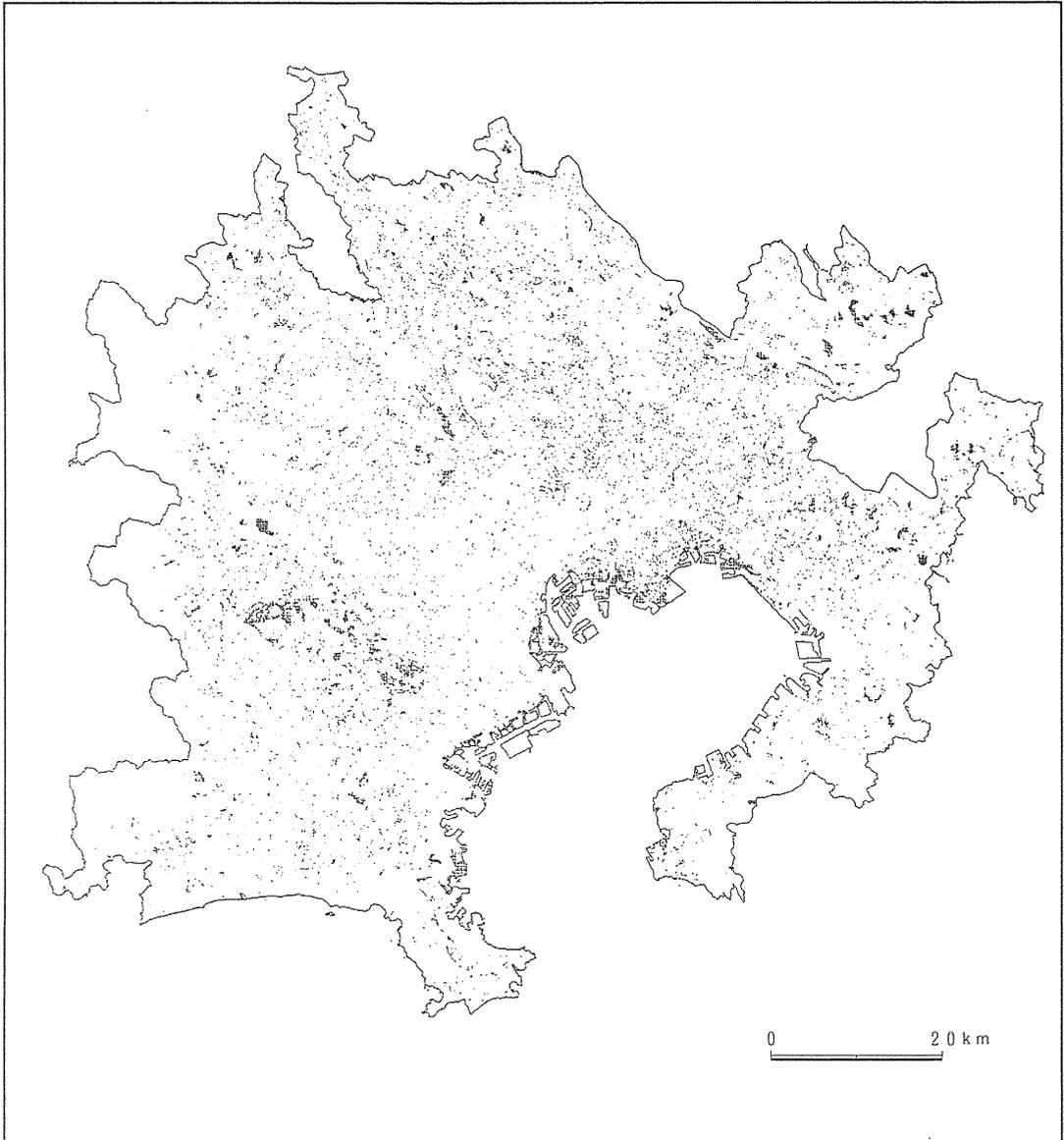
第2図 土地利用が変化した地域, 1974-79年

注：図中のドットは、1974-79年において土地利用の地目変化があったメッシュ（100m）である。

いのはやはり南西方向である。とくに南西方向では造成中地や空地から一般低層住宅地への転換が卓越する（第8表）。

第5図は、距離帯別・方向別24地域に関して変化が最大の土地利用を示したものである。造成中地が圧倒的に多いが、とくに南西方向で変化率が高い。

第6図は、79年のどの土地利用から84年のどの土地利用への変化が卓越しているかを示したものである。造成中地から空地、あるいは造成中地や空地から住宅地へ変化するパターンが多くみられる。



第3図 土地利用が変化した地域，1979-84年

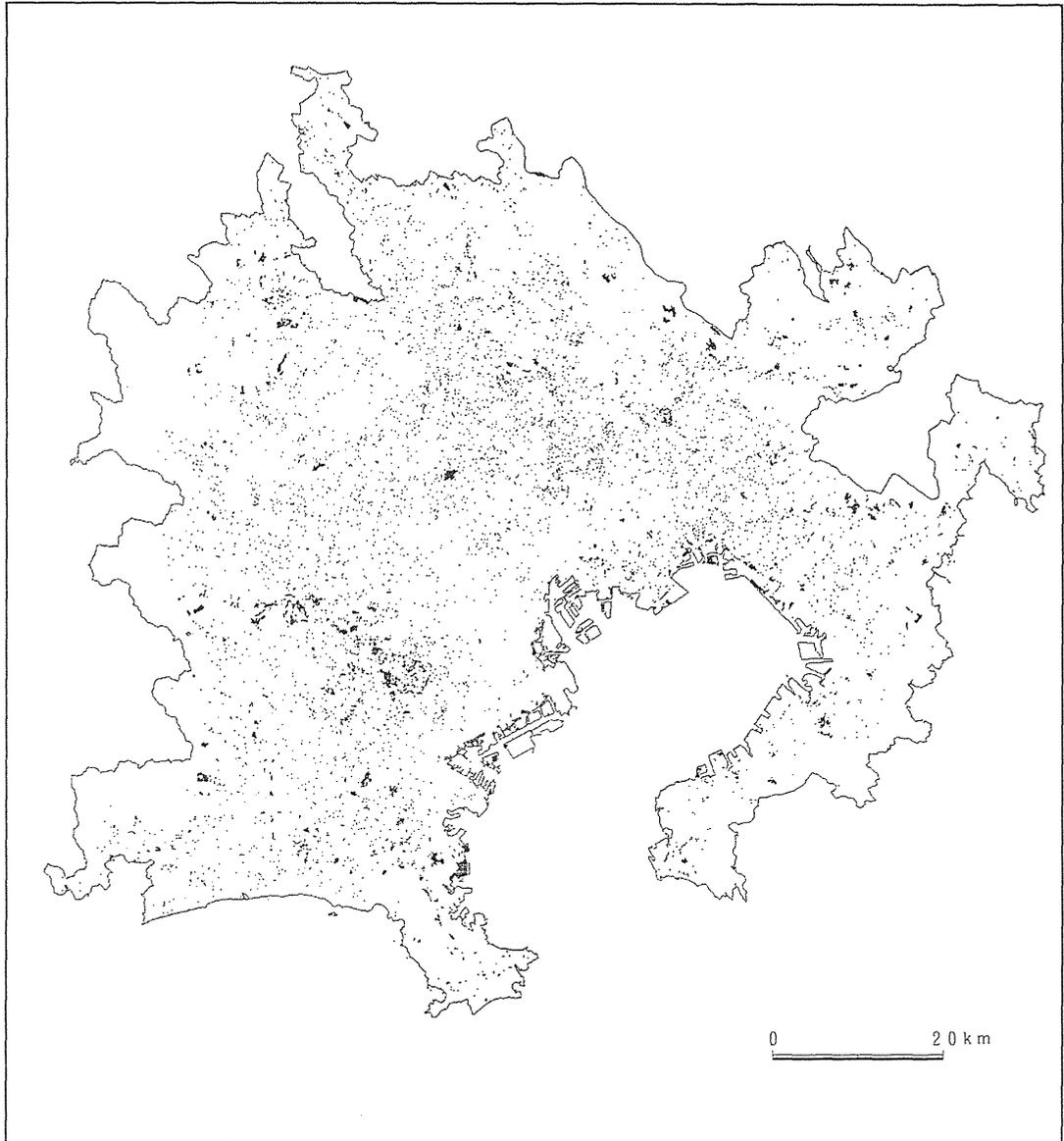
注：図中のドットは，1979-84年において土地利用の地目変化があったメッシュ（100m）である。

Ⅳ. マルコフ連鎖モデルによる土地利用の推定

1974年から1979年にかけての土地利用の変化をもとに，マルコフ連鎖モデルを用いて1984年の土地利用を推定することを試みる．マルコフ連鎖モデルによる土地利用の推定は以下の式で示される．

$${}_{t+1}L = {}_tL \cdot P$$

ここで， ${}_{t+1}L$ は1984年の土地利用の構成比ベクトル， ${}_tL$ は1979年の土地利用の構成比ベクトルである．ベクトルの要素値の合計は1である． P は1974年から79年にかけての土地利用変化の推移確率行列で



第4図 土地利用の地目変更が2回あった土地利用の分布パターン、1974-84年

注：図中のドットは、1974-84年において土地利用の地目変化があったメッシュ（100m）である。

ある。すべての地目で行和は1である。

第9表は、対象地域全体に関する1974-79年の推移確率行列 P を示したものである。対角要素の値は5年間土地利用がその土地利用の状態のままでとどまる確率を示す。その確率は一般低層住宅が97.2%と15地目中最大である。1974年の一般低層住宅地の全面積のうちわずか2.8%が1979年に別の地目に変化したにすぎない。一方、別の土地利用へ変化した割合がとくに高い地目は造成中地と空地であり、5年間変化しないでとどまっている割合はそれぞれ31.2%、54.7%にすぎない。変化率が最も

第5表 卓越する土地利用変化とその割合, 1974-79年(距離帯別)

	0~10km	10~20km	20~30km	30~40km	40~50km	50~60km	60~70km
第1位	0.500 (2)	0.411 (4)	0.717 (4)	0.741 (4)	0.843 (4)	0.737 (4)	0.950 (4)
第2位	0.374 (5)	0.365 (5)	0.429 (5)	0.484 (5)	0.552 (5)	0.547 (5)	0.568 (5)
第3位	0.262 (4)	0.282 (2)	0.315 (11)	0.164 (11)	0.079 (3)	0.064 (3)	0.125 (9)

注: 数字はその距離帯における土地利用変化の割合を示す。()内の数字は以下の土地利用を表す。1:山林・荒地等 2:田 3:畑・その他の用地 4:造成中地 5:空地 6:工業用地 7:一般低層住宅地 8:密集低層住宅地 9:中・高層住宅地 10:商業・業務用地 11:道路用地 12:公園・緑地等 13:その他の公共公益施設用地 14:河川・湖沼等 15:その他。たとえば、左上の0.500(2)は1974年における田面積の0.500倍(50.0%)が1979年には別の土地利用に変化したことを示す。

第6表 距離帯別土地利用変化, 1974-79年

	0~10km	10~20km	20~30km	30~40km	40~50km	50~60km	60~70km
第1位	0.167 (2-5)	0.177 (15-5)	0.228 (4-5)	0.234 (4-5)	0.196 (5-7)	0.201 (5-7)	0.533 (4-5)
第2位	0.167 (2-9)	0.142 (4-5)	0.140 (11-7)	0.161 (5-7)	0.156 (4-5)	0.153 (4-13)	0.250 (5-7)
第3位	0.167 (2-13)	0.133 (9-4)	0.137 (5-7)	0.099 (4-13)	0.144 (4-2)	0.149 (4-5)	0.150 (4-7)

注: 表中の数字はその距離帯における最も卓越する土地利用変化の割合を示す。()内は左が1974年の土地利用そして右が1979年の土地利用を示し、その数字の土地利用は第5表の凡例と同じである。たとえば一番左上の0.167(2-5)は、田(1974年)から空地(1979年)への変化が0~10kmの地帯で最大で、田からそれ以外の土地利用への変化のうち空地への変化が16.7%であることになる。

第7表 卓越する土地利用変化とその割合, 1974-79年(方向別)

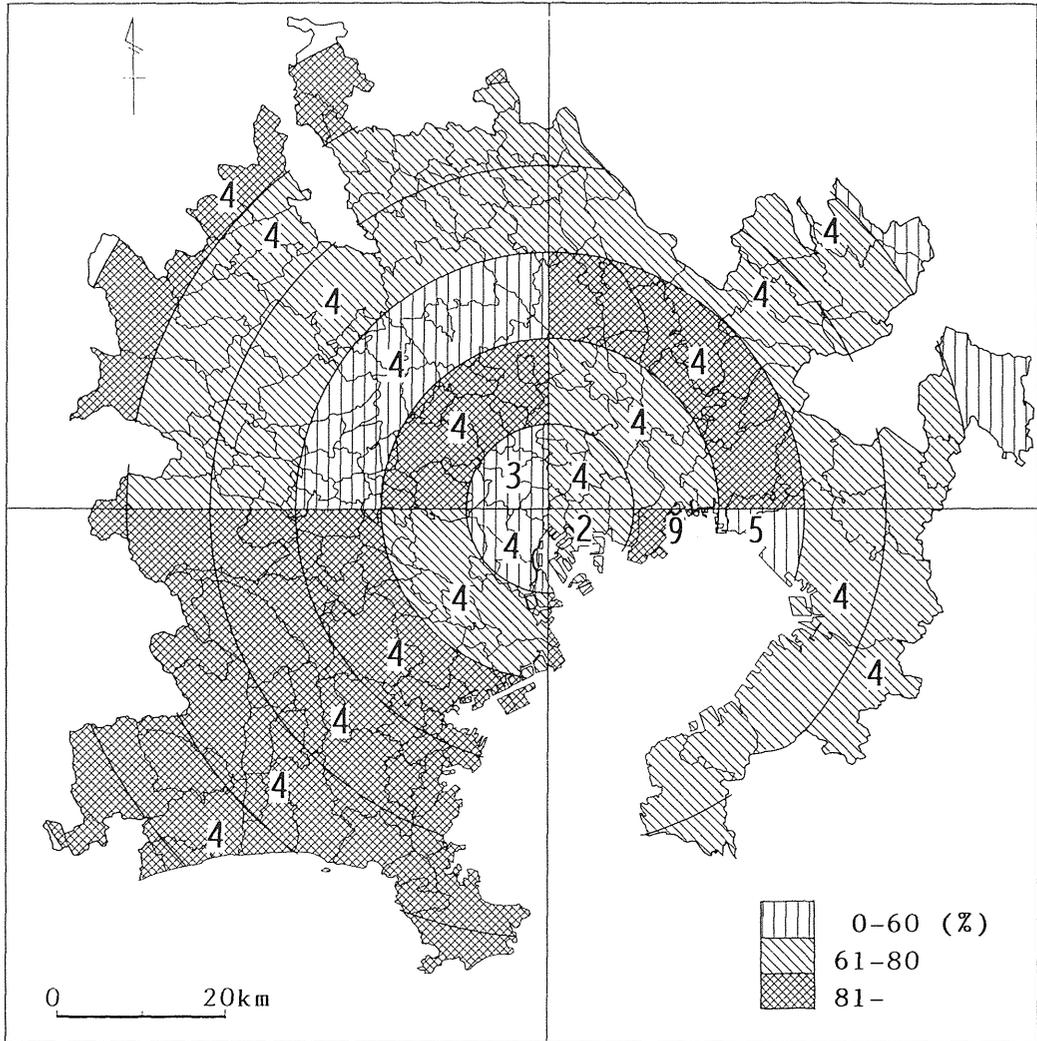
	北東方向	北西方向	南西方向	関東方向
第1位	0.746(4)	0.729(4)	0.955(4)	0.486(4)
第2位	0.373(5)	0.422(5)	0.676(5)	0.408(5)
第3位	0.161(11)	0.314(11)	0.226(2)	0.152(9)

注: 数字は当該土地利用の変化の割合を示す。()内の数字の凡例は第5表と同じである。たとえば、左上の0.746(4)は、造成中地の土地利用変化が最大で、1974年の造成中地面積の0.746倍(74.6%)が1979年には別の土地利用に変化していることを示す。

第8表 方向別土地利用変化, 1974-79年

	北東方向	北西方向	南西方向	関東方向
第1位	0.246(4-5)	0.148(4-13)	0.301(5-7)	0.215(4-5)
第2位	0.100(5-7)	0.141(4-5)	0.178(4-7)	0.134(9-4)
第3位	0.082(4-13)	0.126(11-7)	0.164(4-5)	0.119(5-11)

注: 表中の数字はその距離帯における当該土地利用地目の土地利用変化の割合を示す。()内は左が1974年の土地利用そして右が1979年の土地利用を示し、その数字の凡例は第5表と同じである。たとえば一番左上0.246(4-5)は、造成中地(1974年)から空地(1979年)への変化が北東方向では最大で、造成中地からそれ以外の土地利用への変化のうち空地への変化が26.4%であることになる。

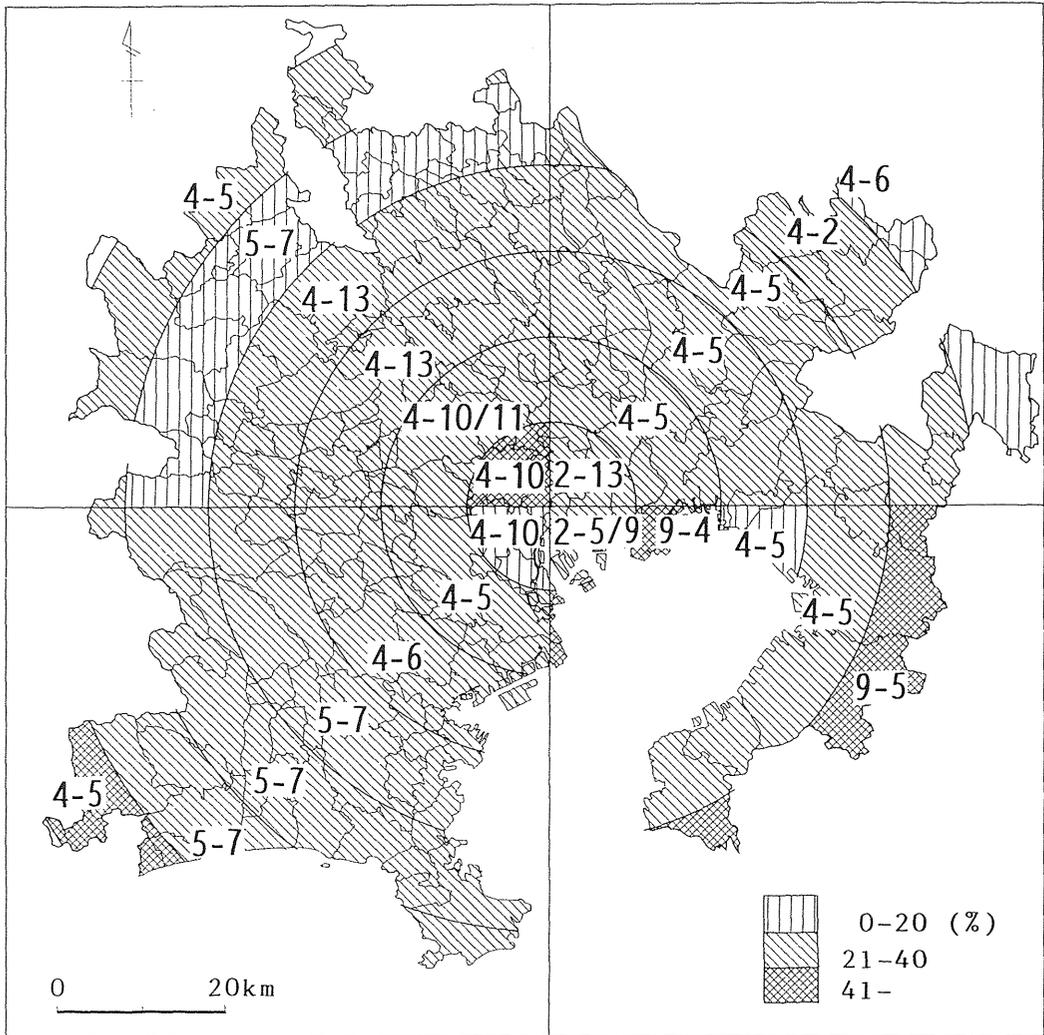


第5図 変化が最大の土地利用, 1979-84年

注: 1) 地図上の数字は以下の土地利用を表す. 2: 田 3: 畑・その他の用地
4: 造成中地 5: 空地 9: 中・高層住宅地
2) 凡例の%は, 1979年の当該地目の土地利用全面積のその割合(%) だけ
1984年に別の土地利用に変化したことを示す

高いのは造成中地から空地へ変化する確率で20.0%である. この行列にマルコフ連鎖モデルを適用することにより, 1984年の土地利用を推定する. そして1984年における実際の土地利用の構成比との比較を試みる(第10表).

実際の構成比より推定構成比のほうが高い, つまり「差」がプラスであるということは, 農村的土地利用に関しては予測以上に別の土地利用への転換が進んだことを意味し, 都市的土地利用に関しては別の土地利用から都市的土地利用への転換が予測ほど進まなかったことを意味する. また漸移的土地



第6図 最大の地目変化, 1979-84年

注: 1) 地図上の数字は以下の土地利用を表す. なお左の数字は1979年, 右の数字は1984年の土地利用を表す. 2: 田 4: 造成中地 5: 空地 6: 工業用地 7: 一般低層住宅地 9: 中・高層住宅 10: 商業・業務用地 11: 道路用地 13: その他の公共公益施設用地

2) 凡例は, 1979年から84年にかけての当該地目の土地利用変化の全地目に対する割合%を示す. なお図中の10/11と5/9は両地目の割合が同値であることを示す.

利用については農村的土地利用からの転換が進まないか, あるいは都市的土地利用への転換が予想以上に進んだことを意味する. 1984年における実際の構成比より低く推定されたのは, 順に列挙すると, 空地, 造成中地, 田の順であり, 高く推定されたのは一般低層住宅地, 密集低層住宅地, 山林・荒地等の順である.

ついでこのマルコフ連鎖モデルを 1) 距離帯別 7 地域, 2) 方向別 4 地域, 3) 距離帯別・方向別 24 地

第9表 土地利用変化に関する推移確率行列, 1974-79年(研究対象全域)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0.933	0.002	0.010	0.015	0.013	0.001	0.010	0.001	0.001	0.001	0.005	0.002	0.006	0.000	0.000	0.000
B	0.006	0.928	0.012	0.005	0.021	0.001	0.007	0.002	0.001	0.002	0.005	0.001	0.007	0.002	0.000	0.000
C	0.011	0.004	0.919	0.003	0.012	0.003	0.027	0.003	0.001	0.004	0.007	0.002	0.006	0.000	0.000	0.000
D	0.024	0.028	0.029	0.312	0.200	0.070	0.069	0.003	0.040	0.017	0.082	0.036	0.088	0.002	0.000	0.001
E	0.015	0.014	0.040	0.017	0.547	0.023	0.140	0.022	0.024	0.030	0.067	0.017	0.042	0.002	0.000	0.000
F	0.003	0.001	0.002	0.002	0.017	0.947	0.005	0.002	0.005	0.005	0.003	0.002	0.005	0.001	0.000	0.000
G	0.003	0.001	0.009	0.000	0.005	0.000	0.972	0.002	0.001	0.002	0.003	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
H	0.002	0.001	0.007	0.000	0.006	0.002	0.020	0.953	0.003	0.003	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
I	0.004	0.000	0.002	0.033	0.004	0.001	0.006	0.003	0.941	0.001	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
J	0.002	0.001	0.005	0.001	0.009	0.002	0.020	0.008	0.002	0.944	0.006	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000
K	0.007	0.002	0.012	0.001	0.015	0.005	0.089	0.021	0.005	0.043	0.796	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000
L	0.004	0.000	0.003	0.001	0.004	0.001	0.011	0.003	0.004	0.002	0.006	0.960	0.001	0.001	0.000	0.000
M	0.003	0.001	0.004	0.000	0.006	0.001	0.015	0.003	0.002	0.006	0.006	0.004	0.949	0.000	0.000	0.000
N	0.001	0.005	0.008	0.001	0.006	0.001	0.003	0.001	0.000	0.001	0.004	0.009	0.002	0.956	0.000	0.001
O	0.001	0.000	0.001	0.004	0.014	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.004	0.000	0.970	0.000
P	0.000	0.000	0.000	0.024	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.005	0.001	0.000	0.961

注：A：山林・荒地等，B：田，C：畑・その他の用地，D：造成中地，E：空地，F：工業用地，G：一般低層住宅地，H：密集低層住宅地，I：中・高層住宅地，J：商業・業務用地，K：道路用地，L：公園・緑地等，M：その他の公共公益施設用地，N：河川・湖沼等，O：その他，P：海

第10表 実際の土地利用構成比とマルコフ連鎖モデルによる推定構成比の差, 1984年(研究対象全域)

土地利用	実際の構成比	推定構成比	差
1. 山林・荒地等	20.53%	20.76%	0.23%
2. 田	12.82	12.65	-0.17
3. 畑・その他の用地	15.88	16.05	0.17
4. 造成中地	1.00	0.72	-0.28
5. 空地	3.82	3.08	-0.74
6. 工業用地	3.96	4.03	0.07
7. 一般低層住宅地	18.91	19.48	0.57
8. 密集低層住宅地	2.34	2.59	0.25
9. 中・高層住宅地	1.58	1.55	-0.03
10. 商業・業務用地	3.36	3.36	0.00
11. 道路用地	3.71	3.69	-0.02
12. 公園・緑地等	2.46	2.38	-0.08
13. その他の公共公益施設	5.10	5.05	-0.05
14. 河川・湖沼等	3.53	3.54	0.01
15. その他	1.00	1.07	0.07
合計	100.00%	100.00%	

注：「差」は、マルコフ連鎖モデルにより推定された1984年の土地利用構成比から1984年の実際の土地利用構成比をマイナスした値である。

域にそれぞれ適用した。第11表は距離帯別7地域に適した結果である。すべての距離帯で一般低層住宅地と密集低層住宅地の「差」はプラスの値をとる。これは、1974-79年における他の地目からこれら2つの地目への転換速度に比べて1979-84年の転換速度は相対的にみると弱まっていることを意味する。30km圏内ではとくにこの傾向が密集低層住宅地で強い。道路用地は30km圏域内ではすべてマイナス、そして30km圏外ではすべてプラスである。したがって30km圏内では、74-79年における道路用地への転換速度と比べて79-84年においてはそれが速く、それゆえ道路用地への転換が進んだことを類推させる。それに対して30km圏外では、74-79年と比べて79-84年は道路用地への転換があまり進んでいないことがわかる。

地目番号1, 2, 3の農村的土地利用に関しては、20-30kmの地帯で「差」の値が大きく、マルコフ連鎖モデルで推定される土地利用構成比と比べて大きく逸脱している。この地帯はこれら3種の農村的土地利用の構成比が合わせて41.85%であるが、近年都市化が急速に進んでおり、土地利用の変動が激しい都市化前線地帯である。山地・荒地等と畑・その他の用地は推定値のほうが実際値より値が大きい。したがって74-79年と比べて79-84年においてはこれらの土地利用から漸移的あるいは都市的土地利用への転換が加速していることをうかがわせる。しかし田からの転換はマルコフ連鎖モデルによる推定ほどは進行していない。

漸移的土地利用である造成中地と空地に関しては、20kmから60kmにかけての4地帯で「差」の値がすべてマイナスである。したがってマルコフ連鎖モデルの推定よりも実際の造成中地と空地の面積が多いことになる。この原因として考えられるのは、地目番号1, 2, 3の農村的土地利用からの転換が進んだか、あるいは造成中地や空地から都市的土地利用への転換が進まなかったかのどちらかである。

各距離帯ごとに「差」に関する標準偏差を導出してみると、その値は0-10kmの地帯で0.6267と最も大きい。それゆえこの距離帯がマルコフ連鎖モデルで予測した1984年の土地利用構成比と最も異なっていることになる。一方標準偏差値が最も小さい地帯は0.2729の値を示す50-60kmである。したがって1984年の実際の土地利用構成比がマルコフ連鎖モデルの予測値に最も近い構成比になっているのは50-60kmの地帯であるといえる。

第12表は方向別の結果である。距離帯別ほど明瞭な違いは認められない。1984年における実際の土地利用構成比をみると、地目1, 2, 3の農村的土地利用においては南西方向が39.47%と最小で、北東方向が54.6%と最大である。地目6から10の都市的土地利用に関しては南西方向が圧倒的に高い。とくに一般低層住宅地の構成比は26.70%に達し他を引き離している。しかし同じ低層住宅地でも密集低層住宅地の割合は1.09%と低い。空地は4方向とも「差」の値がマイナスである。つまり推定構成比より実際の構成比のほうが上回っている。とくに北東方向と南西方向でそれが顕著である。

北東方向では山林・荒地等の推定構成比が実際の構成比を大きく上回っている。それゆえ、74-79年における山林・荒地等から別の土地利用への転換の速度が79-84年の期間になると加速したことを意味する。南西方向では一般低層住宅地の「差」が1.32と最大である。74-79年に活発であった住宅地開発の勢いが79-84年になると弱まったことを裏付ける。

第11表 実際の土地利用構成比とマルコフ連鎖モデルによる推定構成比との差、1984年（距離帯別）

土地利用	0～10km		10～20km		20～30km		30～40km		40～50km		50～60km		60～70km	
	構成比	差												
1. 山林・荒地等	0.45%	0.20%	2.06%	0.22%	11.53%	0.63%	15.90%	0.11%	31.20%	0.15%	47.59%	0.57%	40.00%	-0.47%
2. 田	0.02	0.01	1.60	-0.09	10.17	-0.40	16.12	-0.11	17.76	-0.13	14.45	-0.03	12.56	-0.42
3. 畑・その他の用地	0.17	0.00	10.20	0.39	20.15	0.94	16.75	0.03	17.41	-0.08	14.48	-0.28	20.58	-0.99
4. 造成中地	1.96	-0.23	1.52	0.24	1.27	-0.36	1.11	-0.10	0.68	-0.48	0.32	-0.60	0.24	0.05
5. 空地	3.56	0.01	6.84	-0.04	6.17	-0.93	3.91	-1.42	2.02	-0.66	0.90	-0.41	1.63	0.21
6. 工業用地	4.81	0.01	6.46	-0.01	3.43	0.19	5.10	0.04	2.76	0.02	1.87	0.02	2.23	0.13
7. 一般低層住宅地	19.86	1.37	33.40	0.69	21.02	0.34	18.85	0.61	14.61	0.50	10.39	0.34	12.68	0.71
8. 密集低層住宅地	10.79	0.63	6.42	0.66	4.14	0.47	1.06	0.13	0.23	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01
9. 中・高層住宅地	3.28	-0.33	2.53	-0.36	2.53	-0.03	1.70	0.09	0.66	0.01	0.34	0.05	0.14	-0.03
10. 商業・業務用地	21.40	0.54	6.14	-0.33	3.17	-0.11	2.25	-0.03	1.37	0.06	1.07	0.03	1.23	0.14
11. 道路用地	8.94	-1.53	4.93	-0.76	2.96	-0.52	4.47	0.41	2.85	0.44	2.10	0.24	2.72	0.05
12. 公園・緑地等	6.09	-0.12	4.67	-0.22	3.26	-0.13	2.22	-0.15	1.36	0.07	0.75	-0.05	0.64	0.04
13. その他の公共施設用地	12.08	-0.88	8.33	-0.33	6.64	-0.20	4.69	0.16	2.80	0.04	3.24	0.07	1.52	0.09
14. 河川・湖沼等	5.53	-0.06	4.48	-0.03	2.49	0.02	3.81	0.02	3.80	0.02	2.04	0.01	3.82	0.05
15. その他	1.06	0.00	0.42	-0.04	1.07	0.07	2.06	0.17	0.49	0.00	0.41	0.02	0.00	0.00
合計	100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%	

注：1) 「構成比」は、1984年の実際の土地利用面積の割合を示す。

2) 「差」は、マルコフ連鎖モデルにより推定された1984年の土地利用構成比から1984年の実際の土地利用構成比をマイナスした値である。

第12表 実際の土地利用構成比とマルコフ連鎖モデルによる推定構成比との差（方向別）

土地利用	北東方向		北西方向		南西方向		南東方向	
	構成比	差	構成比	差	構成比	差	構成比	差
1. 山林・荒地等	16.06%	1.11%	19.13%	0.31%	23.93%	-0.41%	24.95%	-0.04%
2. 田	21.77	0.12	14.73	-0.22	3.62	-0.19	13.43	-0.49
3. 畑・その他の用地	16.79	0.29	19.95	-0.57	11.92	-0.24	12.67	-0.23
4. 造成中地	0.75	-0.38	0.33	-0.22	1.08	-0.14	3.44	-0.42
5. 空地	4.74	-0.92	3.14	-0.42	2.91	-1.04	6.49	-0.46
6. 工業用地	2.69	-0.07	2.85	-0.04	4.95	0.18	7.17	0.33
7. 一般低層住宅地	14.17	-0.13	17.61	0.33	26.70	1.32	11.00	0.31
8. 密集低層住宅地	2.72	0.32	3.86	0.38	1.09	0.10	0.40	0.04
9. 中・高層住宅地	1.42	0.05	1.20	-0.04	2.07	-0.07	1.63	-0.08
10. 商業・業務用地	2.83	-0.23	3.11	-0.02	4.10	0.25	3.09	-0.24
11. 道路用地	3.04	0.07	2.57	-0.42	4.60	0.06	6.48	1.13
12. 公園・緑地等	2.06	-0.17	2.72	-0.14	2.73	0.01	1.80	0.02
13. その他の公共公益施設用地	4.30	-0.09	4.55	-0.25	6.34	0.15	4.95	0.08
14. 河川・湖沼等	6.24	0.03	3.12	0.06	2.45	-0.02	1.89	-0.07
15. その他	0.42	-0.01	1.13	0.13	1.51	0.04	0.61	-0.01
合計	100.00%		100.00%		100.00%		100.00%	

注：1) 「構成比」は、1984年の実際の土地利用面積の割合を示す。

2) 「差」は、マルコフ連鎖モデルにより推定された1984年の土地利用構成比から1984年の実際の土地利用構成比をマイナスした値である。

第13表は距離帯・方向別の結果である。0-10kmにおける1984年の土地利用構成比をみると、方向別における大きな違いは北西方向と南西方向で一般低層住宅地の構成比が高く、北東方向と南東方向でそれが低いことである。南東方向ではとくに造成中地と空地の割合がそれぞれ10.59%、13.37%と他と比べて際だって高い。これは東京湾沿岸域における大規模埋立に主要な原因がある。南東方向における造成中地の「差」の値は-1.35と値が大きい。値がマイナスであることから造成中地の面積が1984年になるとマルコフ連鎖モデルによる予測面積よりかなり増えていることになる。南東方向では地目13のその他の公共公益施設用地も高いマイナス値を示しており、マルコフ連鎖モデルの予測値より土地利用面積が増えている。北西方向では地目7の一般低層住宅地が高いプラスの値をもつ。74-79年の期間における他の地目から一般低層住宅地への転換の割合ほど79-84年の期間はその転換が進まなかったことになる。これは、この地域ではすでに宅地化が飽和状態に達し、一般低層住宅地の建設用の余剰の土地が79-84年になると少なくなってきたことによると思われる。一方、道路用地は高いマイナスの値を示す。このことは、道路用地の面積が予想より大きく増えたことを示唆する。

10-20kmの地帯においては、北東方向では密集低層住宅地と畑・その他の用地が実際の構成比より高く推定されている。それに対して商業・業務用地は低く推定されている。北西方向では一般低層住宅地と密集低層住宅地が実際の構成比より高くなっており、74-79年における造成地への転換速度と比べて1979年から84年の期間はその速度が落ちていることがわかる。それに対して商業・業務用地への転換は加速度的に進んでいる。

20-30kmの地帯においては、北東方向では山林・荒地等が高く推定されすぎている。それゆえ山林・

荒地等から別の土地利用への転換が74-79年以上に79-84年は加速していることがわかる。北西方向では畑・その他の用地の「差」が1.48と最も高い。したがって畑・その他の用地から漸移的土地利用や都市的土地利用への転換速度が上昇していることを示唆する。南西方向に関する最大の特徴は、造成中地と空地の漸移的土地利用で「差」が大きくマイナスとなっている点である。南東方向でも空地は、「差」の値が-2.28と推定値とかけ離れている。

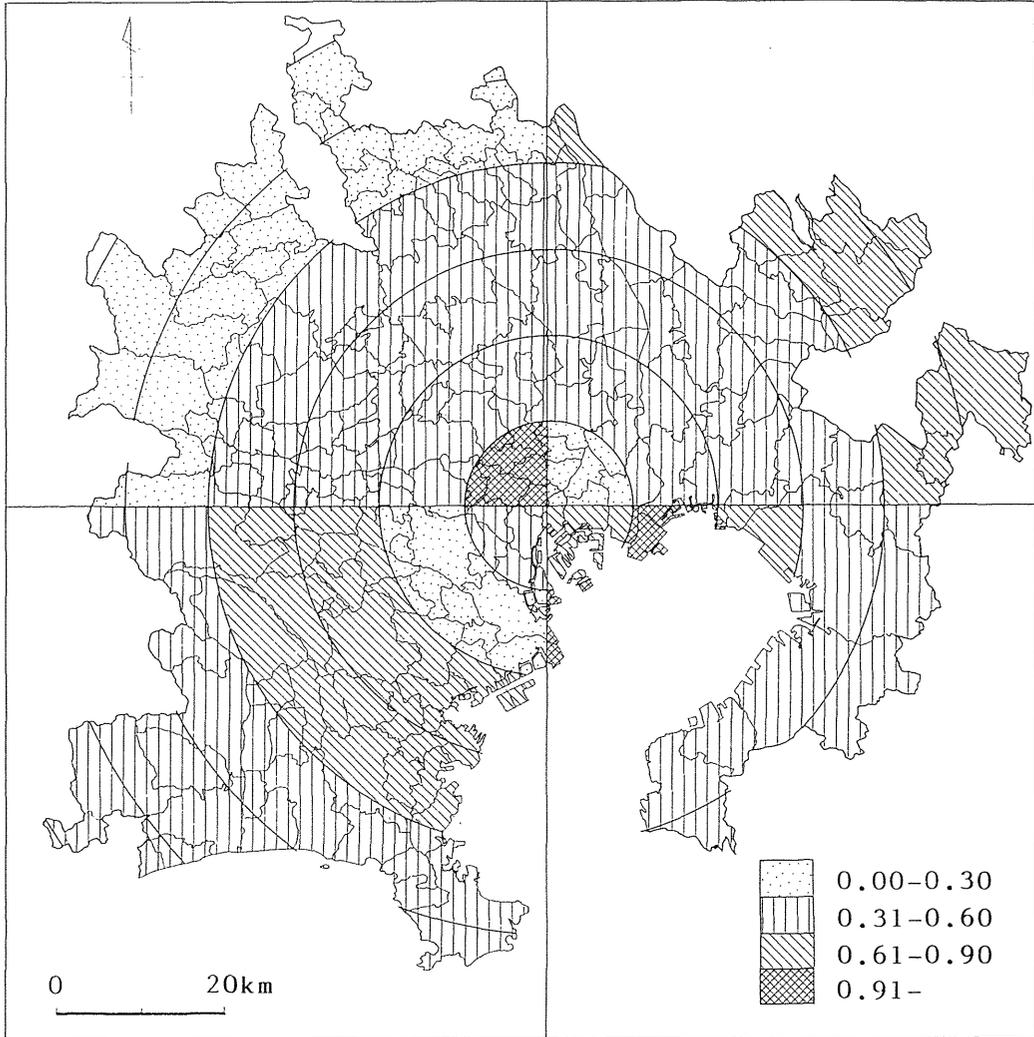
30-40kmの地帯における最も大きな特徴は、4方向とも空地の「差」がマイナスになっている点である。つまり空地の1984年の実際の構成比が推定値を大きく上回っているのである。南西方向と南東方向では農村的土地利用である3地目はすべて推定値より実際値が高くなっている。それゆえ農村的土地利用から漸移的あるいは都市的土地利用への転換速度が74-79年より79-84年のほうが弱まっていることを示している。

40-50kmの地帯においては、北東方向と北西方向で漸移的土地利用である造成中地と空地で実際値のほうが推定値より高くなっている。50-60kmにおいては、4方向とも漸移的土地利用の実際値は推定値より高い。このことは農村的土地利用から漸移的土地利用への転換が加速し、かつ漸移的土地利用から都市的土地利用への転換が減速していることを類推させる。60-70kmでは本研究の対象は南西方向だけであるが、農村的土地利用3地目とも他の土地利用への転換速度は弱まっている。

以上みてきた24地域における推定構成比は、実際の土地利用構成比とどのくらいの開きがあるであろうか。どの地域での推定が実際と最も適合しているであろうか。その程度を検討するために「差」の値をデータとして標準偏差を求めて図化した(第7図)。

標準偏差値が小さいほど全体的にみて推定値と実際値が一致していることになる。標準偏差値が最小なのは50-60kmの北西方向で、その値は0.1996である。したがってこの地帯の79-84年の土地利用の変化は74-79年の土地利用変化のパターンを最もよく継承している。それに対して推定値と実際の構成比が最もかけ離れているのは10-20kmの南東方向である。この地帯は74-79年に大規模な造成が行われた地域であり、それが推移確率行列に反映していると思われる。ついで0-10kmの北西方向の標準偏差値が高く、2番目に適合度が低い。これは、一般低層住宅地と密集低層住宅地、そしてその他の公共公益施設用地と道路用地の推定構成比が実際の構成比と比べて大きく異なっていることに起因している。つまり前者は実際の土地利用構成比が予測値まで達していなく、後2者は予測値を上回り大幅に面積が増えてしまったのである。20-30kmと30-40kmの北西方向も比較的標準偏差値が高い。これらの地域は74-79年において土地利用の変化が激しかった地域である。40-50km、50-60kmの北東方向でも標準偏差値が平均より高い。これは79-84年における大規模な住宅団地の造成が大きく関わっていると思われる。

比較的予測値どおりに推移している地域は0-10kmの北東方向、10-20kmの南西方向、40-50kmと50-60kmの北西方向である。したがってこれらの地帯は74-79年に起こった土地利用の変化を79-84年においても引き継いでいることになる。つまり両期間でこれらの地域の土地利用変化のメカニズムはそれほど変化がないといえる。しかしこれらのうち20km圏内の2地域と40km圏外の地域とでは質的違いがある。つまり前者は都市的土地利用が、そして後者は農村的土地利用が卓越する地域であり、



第7図 推定された土地利用構成比と実際の土地利用構成比との「差」に関する標準偏差の分布，1984年

変化する土地利用の地目は異なっている。

第14表は土地利用に関するエントロピー値の変化を示したものである。これは土地利用構成比の均等性を表す指標で、エントロピー値 E は以下のように定義される。

$$E = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

ここで n は土地利用の地目数、 p_i は地目 i の構成比率である。本研究の場合 $n=15$ である。

土地利用構成比が均等であるときエントロピー値は最大になり、一つの土地利用で占有されるとき最小となる。第14表からも読みとれるように対象地域全体で見ると年々エントロピー値は大きくなっている。それゆえ土地利用構成比は均等化の方向にある。いいかえれば、特定の土地利用が卓越する

第14表 土地利用に関するエントロピー値の変化(1974年-1984年)

	1974年	1979年	1984年	1984年(推定)	標準偏差
全 体	0.822	0.823	0.831	0.826	0.2759
0～10km	0.821	0.812	0.807	0.803	0.6267
北東方向	0.783	0.785	0.789	0.785	0.2854
北西方向	0.734	0.727	0.730	0.715	1.3098
南西方向	0.724	0.715	0.712	0.707	0.5186
南東方向	0.785	0.805	0.821	0.810	0.6909
10～20km	0.841	0.830	0.823	0.818	0.3791
北東方向	0.836	0.841	0.841	0.840	0.3999
北西方向	0.832	0.816	0.815	0.799	0.5276
南西方向	0.740	0.727	0.722	0.716	0.2804
南東方向	0.712	0.770	0.809	0.790	1.4913
20～30km	0.849	0.848	0.854	0.846	0.4584
北東方向	0.801	0.805	0.818	0.809	0.4869
北西方向	0.802	0.804	0.814	0.804	0.5602
南西方向	0.847	0.843	0.847	0.835	0.7358
南東方向	0.766	0.839	0.853	0.843	0.7860
30～40km	0.816	0.825	0.833	0.830	0.4240
北東方向	0.707	0.722	0.738	0.733	0.5077
北西方向	0.783	0.795	0.809	0.803	0.3670
南西方向	0.800	0.798	0.805	0.793	0.7595
南東方向	0.813	0.821	0.824	0.828	0.5662
40～50km	0.692	0.704	0.720	0.716	0.2790
北東方向	0.629	0.634	0.663	0.641	0.6993
北西方向	0.673	0.691	0.709	0.707	0.2000
南西方向	0.727	0.730	0.734	0.736	0.4994
南東方向	0.482	0.504	0.524	0.524	0.4308
50～60km	0.594	0.601	0.617	0.608	0.2729
北東方向	0.614	0.619	0.655	0.624	0.8156
北西方向	0.505	0.511	0.528	0.519	0.1996
南西方向	0.643	0.648	0.652	0.654	0.3429
60～70km	0.605	0.621	0.624	0.636	0.3622
南西方向	0.587	0.606	0.609	0.623	0.4562

注：標準偏差は、1984年の15種の実際の土地利用構成比からマルコフ連鎖モデルにより推定された1984年の15種の土地利用構成比をマイナスした値をデータとしている。

方向に向かっているのではなく、各種の土地利用が平均的に分布するようになってきている。空間的にみると、エントロピー値は20-30kmの地帯で最も高く、それより外側に行くほど小さくなる傾向がある。

V. 結 論

本研究の結論は以下のように要約できる。

首都圏の土地利用構成比の推移をみると、年々農村的土地利用のシェアが減少する一方、都市的土

土地利用のシェアは増加している。つまり農村的土地利用から都市的土地利用への転換が進行している。最も変化しやすい地目は漸移的土地利用である造成中地と空地である。これらの土地利用から別の土地利用への変化は研究対象地域の外縁部に行くほど顕著である。

マルコフ連鎖モデルにより1984年の土地利用構成比を推定してみると、対象地域全体の分析では、実際の構成比より低く推定されたのは空地と造成中地で、高く推定されたのは一般低層住宅地と密集低層住宅地である。地帯・方向別の24地域それぞれにマルコフ連鎖モデルを適用した結果、比較的適合度がよかったのは0-10kmの北東方向、10-20kmの南西方向、40-50kmおよび50-60kmの北西方向である。したがってこれらの地域は74-79年の土地利用変化のパターンを79-84年においても継承している。これに対して0-10kmの北西方向と10-20kmの南東方向はとくに適合度が低く、79-84年の土地利用の変化パターンは74-79年のそれと比べて大きく変わっている。

マルコフ連鎖モデルの適合度がよくない地域は、どのような土地利用変化が起こった地域なのだろうか。それはどのような原因によるのであろうか。その原因の分析が今後の課題として残されている。

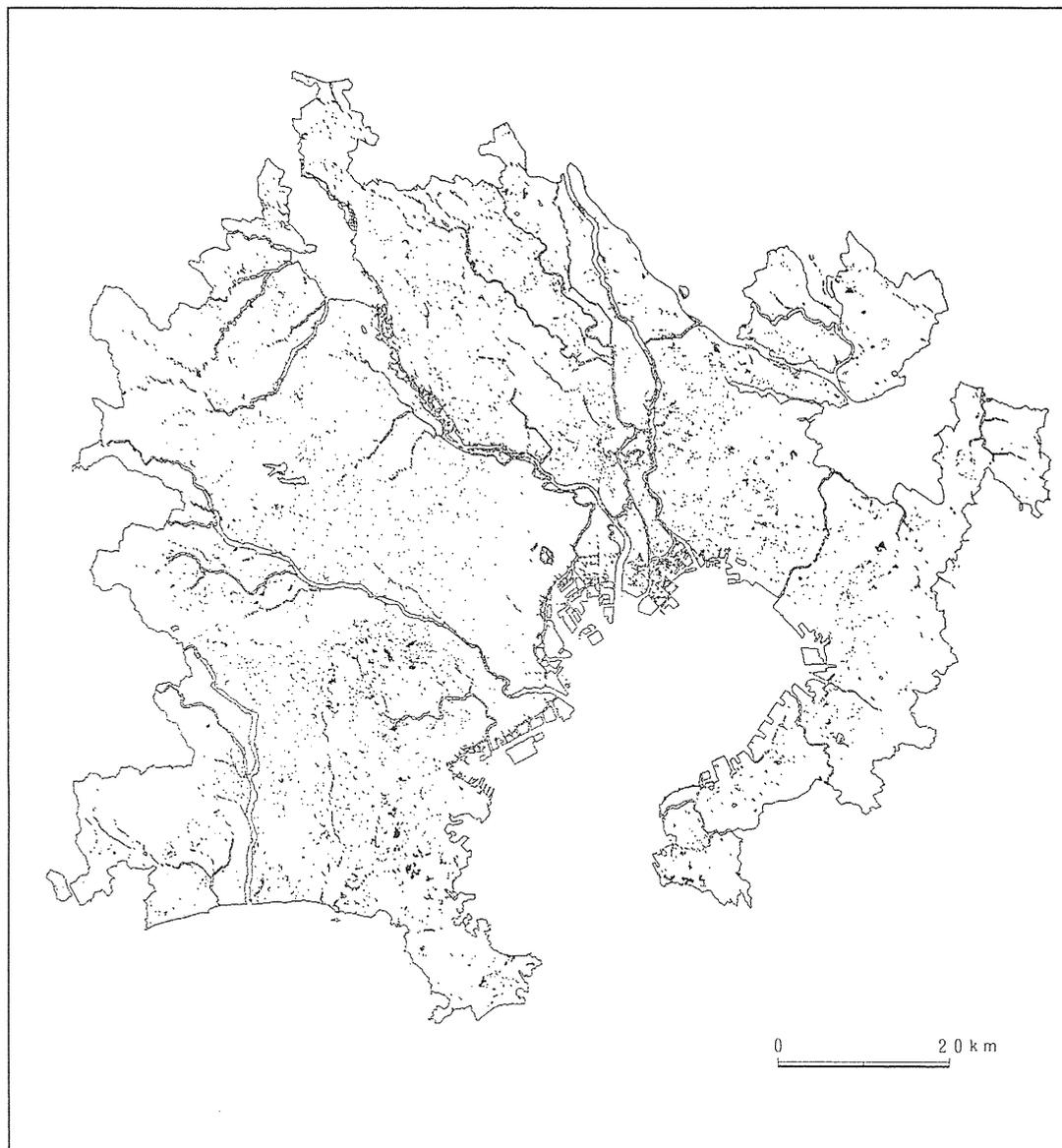
本研究論文の作成にあたっては、多目的統計データバンク・プロジェクト（筑波大学社会工学系）の研究経費を使用した。統計計算は、(株)パスコの尾野久二氏にお世話になった。図版の製図には、筑波大学地球科学系の宮坂和人技官の協力を得た。以上記して感謝申し上げる。

Quantitative Analysis of the Land Use Change in the Tokyo Metropolitan Area

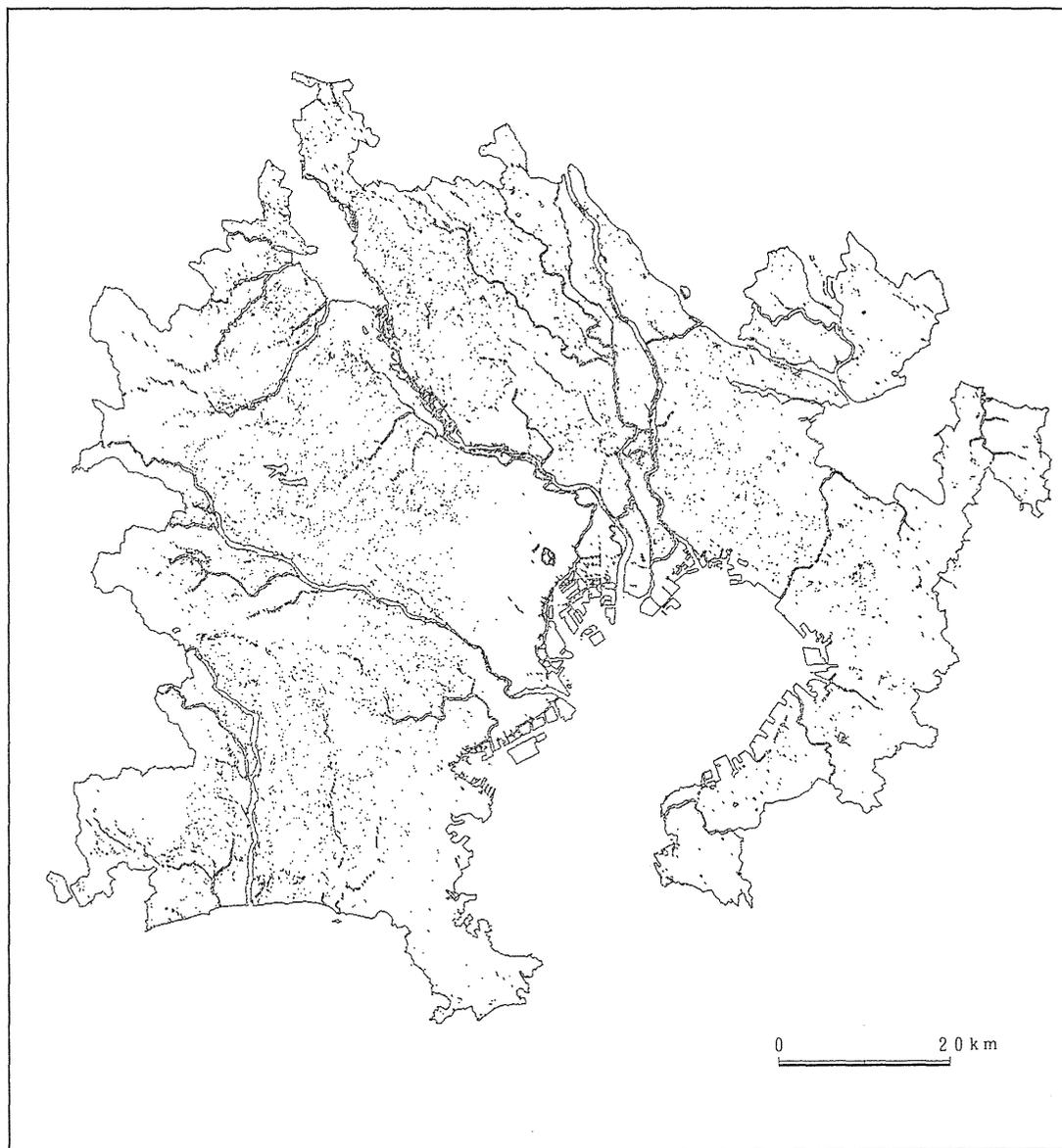
Yuji MURAYAMA

This study attempts to investigate the transitional process of the urban and rural land use in the Tokyo Metropolitan area from 1974 to 1984, using the numerical information data base of the land use compiled by the National Geographical Institute. The Tokyo Metropolitan area being divided into 24 districts based upon the distance and direction from Tokyo Station, the spatial differences of the land use are analyzed through the application of the Markoff's chain model.

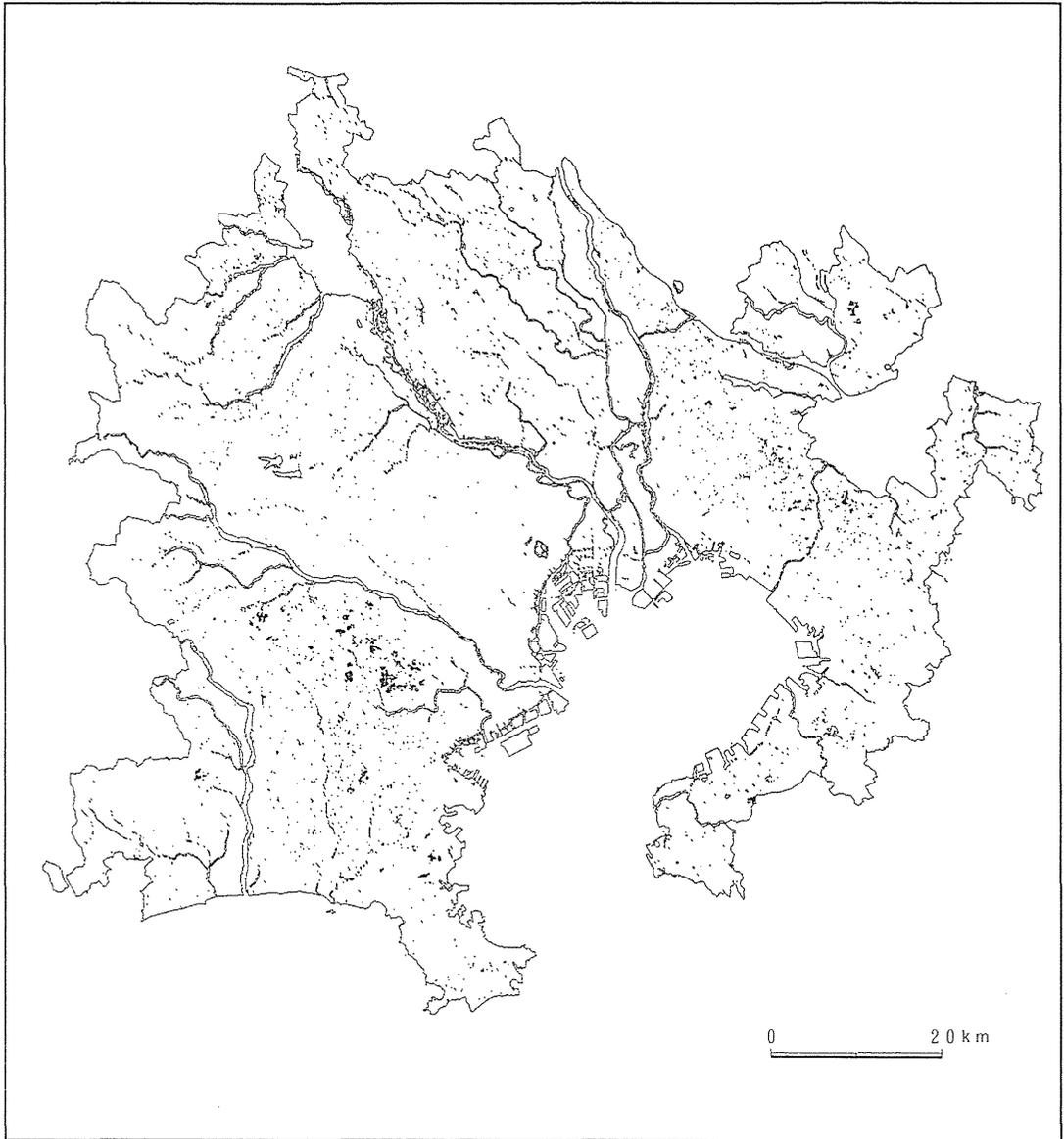
First, transition probability matrix in terms of 15 land use items between 1974 and 1979 is established. Then the land use pattern in 1984 estimated by the Markoff's chain model are compared with the actual land use in 1984. As the result of analysis, it made clear that the changes in the land use during the ten years are quite different by directions and distances from the center.



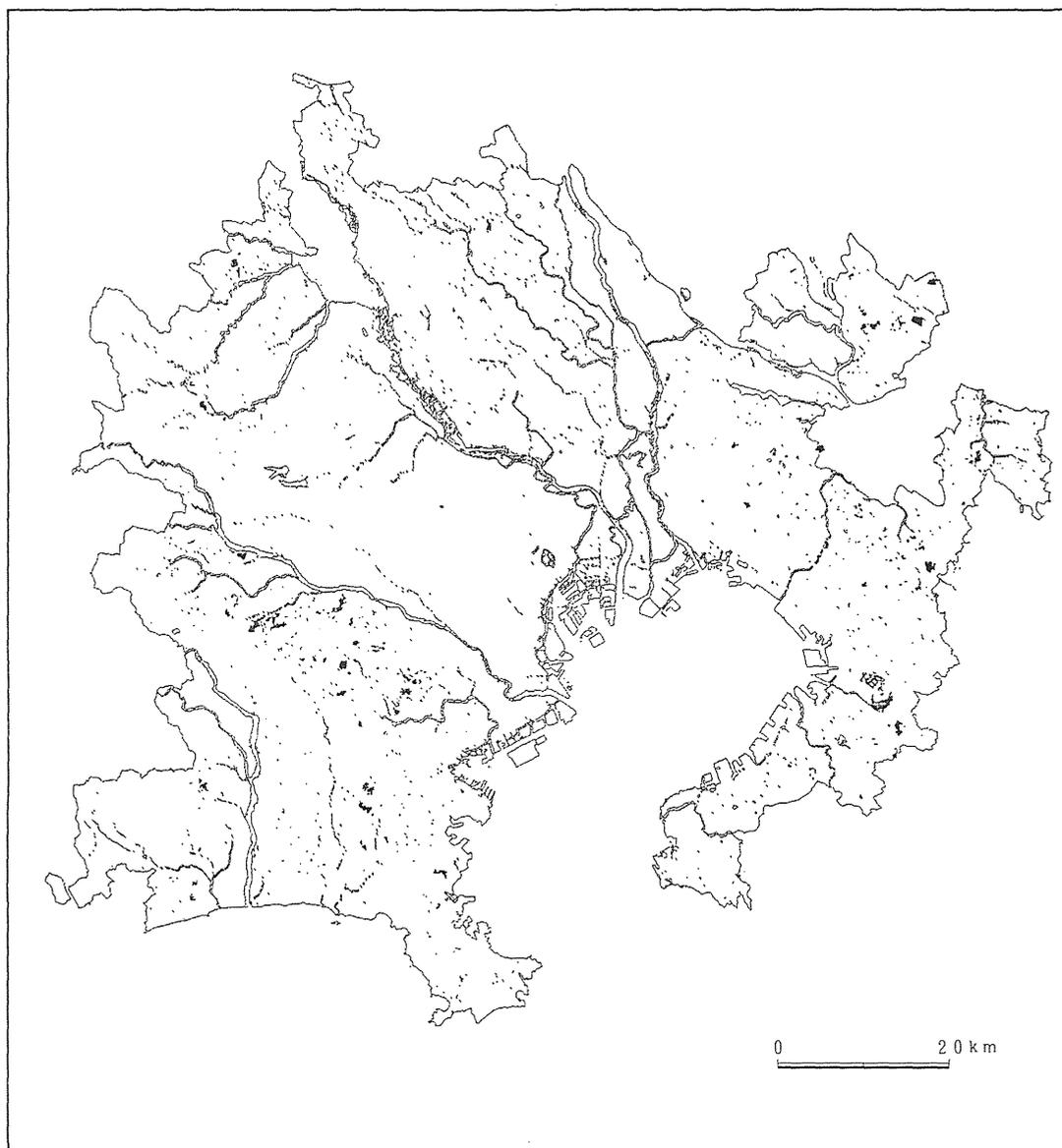
付図1 土地利用変化の空間的分布，1974-84年
第1位：空地（1974）から一般低層住宅地（1984）



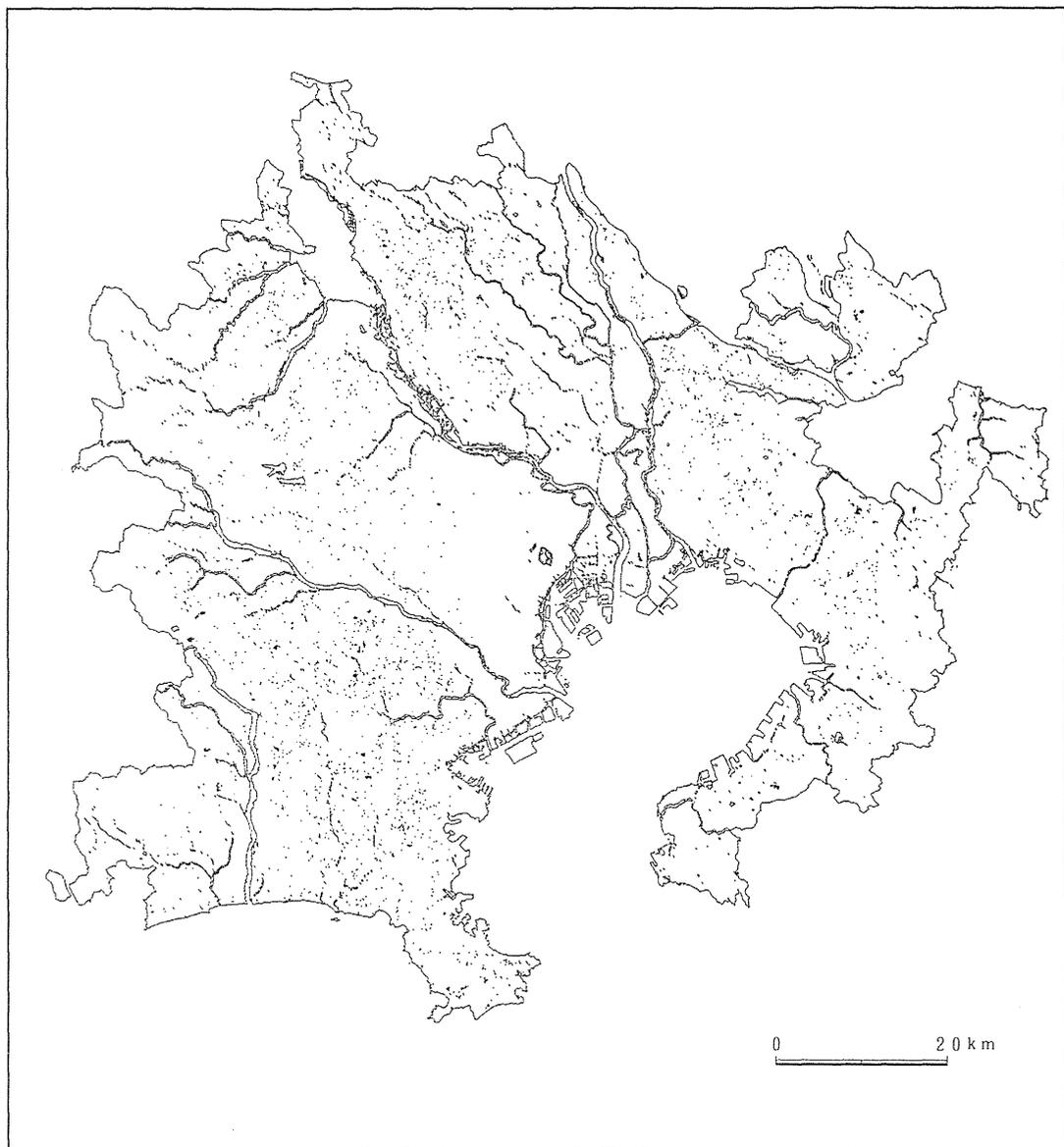
付図2 土地利用変化の空間的分布, 1974-84年
第2位: 畑・その他の用地(1974)から一般低層住宅地(1984)



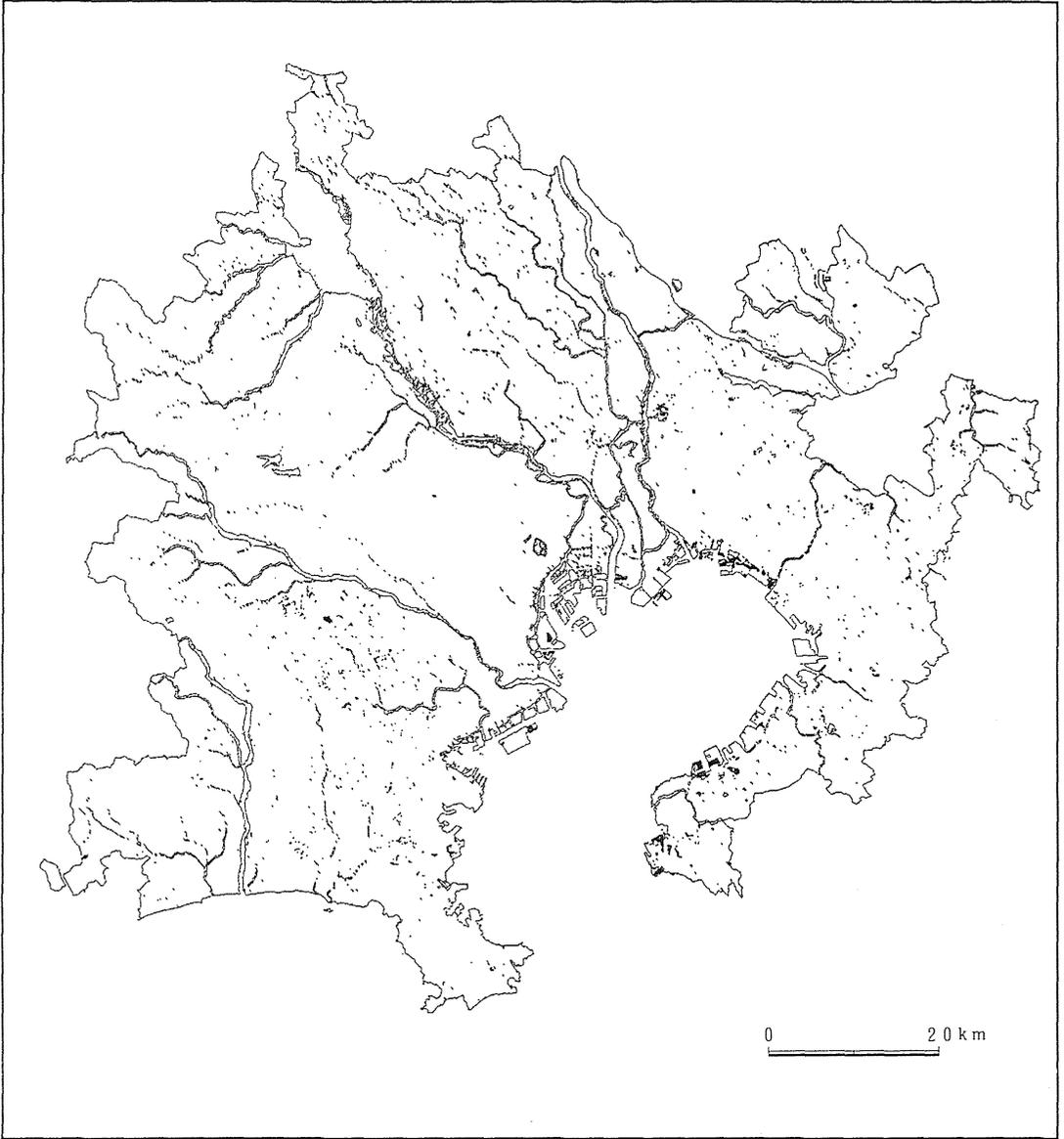
付図3 土地利用変化の空間的分布, 1974-84年
第3位: 山林・荒地等(1974)から空地(1984)



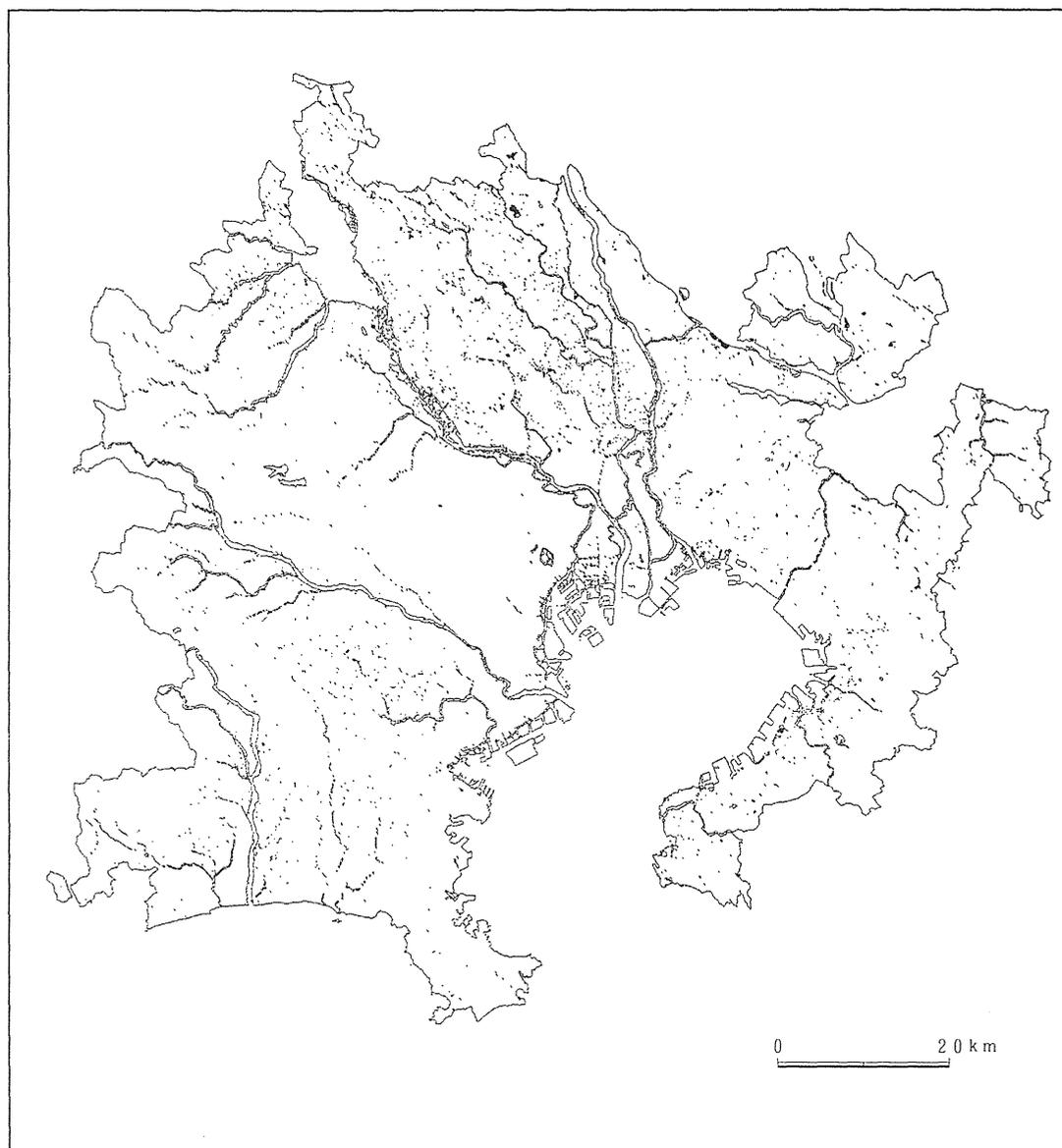
付図4 土地利用変化の空間的分布, 1974-84年
第4位: 山林・荒地等(1974)から造成中地(1984)



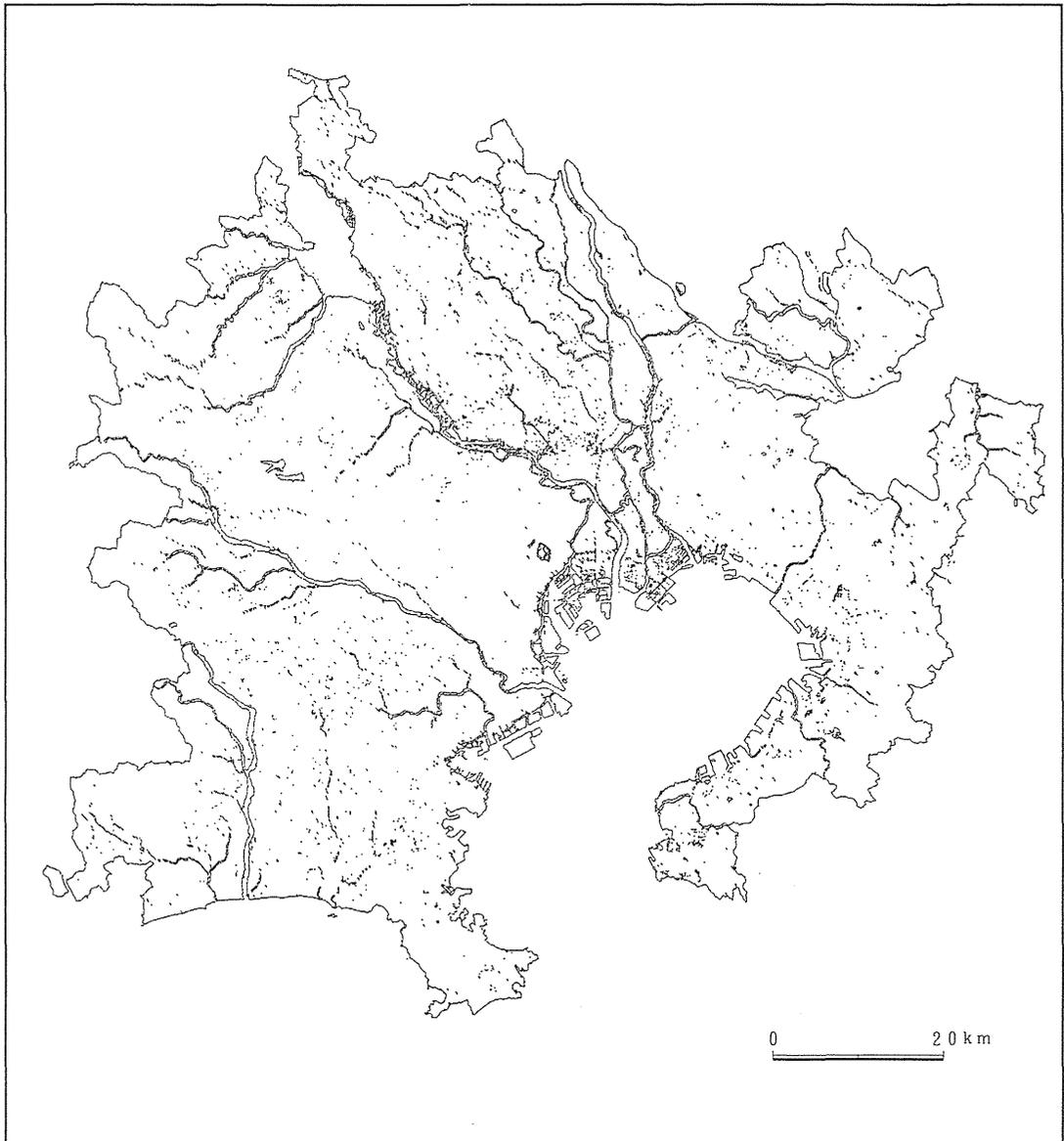
付図5 土地利用変化の空間的分布, 1974-84年
第5位: 山林・荒地等(1974)から一般低層住宅地(1984)



付図6 土地利用変化の空間的分布, 1974-84年
第6位: 造成中地(1974)から空地(1984)



付図7 土地利用変化の空間的分布，1974-84年
第7位：田（1974）から空地（1984）



付図8 土地利用変化の空間的分布，1974-84年
第8位：空地（1974）から道路用地（1984）