メトロマニラ郊外部における都市化と樹木被覆地の変容に関する研究

Study on the Urbanization and the Change of Green Space Covered by Trees in the Urban Fringe Area of Metro Manila, the Philippines

村上 暁信* アルマンド・M・パリホン**
Akinobu MURAKAMI Armando M. PALIJON

Abstract : Green spaces covered by trees in urbanized area are known to have many ecological functions. It is, therefore, strongly needed to understand the features of green spaces distribution and its change in order to establish a sound environmental plan, especially in Asian mega-cities where rapid urbanization is being observed. In this study, GIS analysis and field survey were integrated to examine the changes in green spaces in Metro Manila, Philippines, one of the most rapidly growing cities in Southeast Asia. First, the aerial photos taken in 1997 and the satellite image (Quickbird image) taken in 2004 were used to examine the change of green spaces in the urban fringe of Metro Manila. The tree cover ratio of the study site increased from 10.9% (1997) to 12.4% (2004). Vegetation survey, then, was implemented and the factors that caused the increase were identified for newly created tree cover area through the field investigation and interviews to the residents. The tree plantation by the residents contributed 80% of the increase. These indicated that the plantation by the residents was considered to be very active although they pay more attention to if it's edible than if it's good for environment. This trend of increase was, still, favorable for the improvement of environmental condition in urban fringe areas.

Keywords: Asian urbanization, green space, tree cover area, GIS
キーワード: アジア都市, 緑地, 樹木被覆地, GIS

1. 研究の背景と目的

アジア大都市の多くは、住環境の劣悪化、大気汚染、洪水被害の増大など様々な環境上の問題を引き起こしつつ、拡大を続けている。このような状況に対して、環境調整機能を有する都市緑地を計画的に整備していく必要があるとの指摘がなされている^(注1)。しかし、緑地計画を立案するためには、まず都市化の過程で緑地がどのように変化するかについて検討をする必要があるが、アジア地域の都市においてはこの点が十分には明らかにされていない。特に、緑の環境調整機能を活用するためには、農地や森林といった土地利用タイプの一つである緑地の変容だけでなく、土地被覆の変容、すなわち緑被の変容について知見を積み重ねていく必要がある。しかし、都市化と緑被の変容については研究例が少ない。そこで本研究では、人口増加の激しい巨大都市のひとつであるフィリピン・メトロマニラ近郊に位置するパテロス(町)を対象として、地域の緑地や緑被が都市化のプロセスの中でどのように変化しているかについて考察することを目的とした。パテロスは、メトロマニラの拡大の影響を受けて、著しい人口増加、土地利用変化を経験してきている地域であることが既往研究^{(1), (2)}で指摘されていることから、本研究の対象地として取り上げた。

アジア大都市における土地利用変化については、多くの既往研究がある。McGee⁽³⁾は、アジア都市の特徴として都市的要素と農村的要素が混在することを指摘し、この混在についての知見を踏まえることがアジア大都市における都市化を理解する上では重要であると述べている。本研究が分析対象としたメトロマニラについては、Kelly⁽⁴⁾、Serote⁽⁵⁾がメトロマニラ全域を対象として都市化に伴う土地利用変化や土地利用混在の特徴について分析している。そこでは農地から市街地への転用の状況や、その過程で形成される耕作放棄地の存在が都市緑地部における環境を考える上で重要となることが指摘されている。また村上⁽¹⁾や、原ら⁽²⁾はパテロスを対象として、地形の特徴に注目しつつ、都市化に伴

う環境変化について分析している。しかしこれまで、緑被の変化については十分には分析されていない。

一方で、都市化と緑被の変容については、空中写真や衛星画像を用いて緑被の量的変化を分析した研究はあるものの、緑被の質的議論を行ったものや、変化の要因について言及したものは少ない。Thaiutsaら⁽⁶⁾が指摘するように、都市の緑については樹種構成などの質的な特徴の把握が将来的な緑化計画を立てるためには重要である。

そこで本研究では、これらの既往研究を踏まえて、土地利用分析において緑地を扱う際には、農地だけでなく耕作放棄地に着目しつつ緑地の変化を分析することとし、さらに緑被については、樹種とその樹種が生育するに至った背景についても分析することとした。

2. 対象地の概要と使用したデータ

(1) 研究対象地

メトロマニラは、マニラ市を中心とした8市(city)9町(municipality)の計17自治体から構成されている。面積は636km²であり、人口は2007年時点で11,553,427人である^(注2)。フィリピンでは市・町の下行政単位はバラングイ(barangay)と呼ばれ、メトロマニラ全域では1,342のバラングイがある。パテロスはメトロマニラで最も小さな町(municipality)であり、面積は178haである。マニラ市の南東13kmに位置し、商業中心地域であるマカティ市に隣接している。また、旧市街地であるマニラ市に繋がるパング河とメトロマニラ北東部に繋がるマリキナ河が交差する地帯に近接している。パテロスには現在10のバラングイがあり、2007年時点で人口は61,940人である。パテロスの内部ならびに外周にはパテロス川をはじめとして多くの小河川が流れており、雨季の水害が非常に大きな問題となっている。

(2) 分析手法

*筑波大学大学院システム情報工学研究科 **フィリピン大学ロス・バニョス校

表－１ 年人口増加率（％）の変化

period	Metro Manila	Pateros
1903-1918	2.28	0.01
1918-1939	3.72	2.67
1939-1948	5.20	1.76
1948-1960	3.83	3.84
1960-1970	4.88	6.81
1970-1980	4.10	4.69
1980-1990	2.98	2.47
1990-2000	3.53	1.46
2000-2007	2.18	1.63

図－２ パテロスにおける土地利用変化

土地利用に関しては、1982年と1997年撮影の空中写真（1982年2月21日撮影 縮尺1：32,000、1997年10月撮影 縮尺1：25,000）から作成された土地利用データを使用した。さらに、2004年取得のQuickbird衛星画像^{注3）}を用いて、土地利用を判読し、土地利用図を作成した。土地利用分類の項目については、既往研究を参考にして、市街地、道路、水田、耕作放棄地、森林の5項目とした。また他に、パテロス町役場の税務課資産査定掛で入手した地籍図をデジタイズして用いた。同掛においては、資産査定記録を閲覧し、各時点の土地利用分類の結果の妥当性について検討した。さらに現地に住民ならびに計画担当官にインタビューを行い考察に加えた。

次に緑被の変化を検討するために1997年撮影の空中写真と2004年撮影の衛星画像を用いて枝張り5m以上の樹冠に覆われた箇所（以下、樹木被覆地）をデジタイズした。さらに2005年と2006年に現地調査を行い、樹種と、樹木被覆地が形成された背景について、周辺住民からのヒアリングによる調査を行った。

3. パテロスにおける都市化と緑地変化

パテロスはパシグ河とマリキナ河の合流点にも近く、全体的に低湿地に立地していることから、1900年代前半までは、街路と集落は微高地上にのみ立地し、周りは一面に水田が広がるという景観がみられた^{4）}。しかし、パテロスは首都が置かれていたマニラ市とパシグ河で繋がっていることから、1920年代には郊外住宅地としての開発が始まり、それに伴い人口が徐々に増加した。表－1は、メトロマニラ全域とパテロスにおける人口増加率の変化を示したものである。表－1からは1960年代・1970年代に人口が急激に増加したことがわかる。この増加は隣接するマカティ市が新興の商業中心地として急速に発展したことに対応するものと考えられる。近年は1960・70年代程の人口増加率ではないものの、人口は増加し続けており、都市化の進行を見据えた土地利用計画の立案が求められている。

図－2は1982年、1997年、2004年の土地利用図である。表－

2は1982年、1997年、2004年の土地利用の変化を示したものである。町の南東側で大きく土地利用の改変が起きていることがわかる。1982年から2004年にかけて、市街地は103.3haから131.6haに増加した一方で、水田は42.0haから8.6haに減少している。またこの間に水田一塊の面積は、1.8haから0.8haに減少しており、総面積の減少に加えて分断化が生じているといえる。

放棄農地の面積は11.5haから18.1haに増加していた。これは総水田面積の値と比較して非常に大きく、都市化の過程で放棄農地が大量に発生するというアジア地域における都市化の典型的な状況といえる。

放棄農地は通常、市街地に転用されていくが、パテロスでは1982年時点で放棄農地であった場所の41%が2004年時点でも放棄されたままであった。この点について現地で農地所有者にヒアリングを行なったところ、他の水田での住宅地建設がなされることにより、残された場所での洪水被害が大きくなるようになり、新たな転用、住宅地開発が行なえなくなったとのことであった。また、新規に建設された住宅地に十分な下水施設がないため、下

表－2 1982、1997、2004年の土地利用の変化（単位は㎡）

		1997年 土地利用				
		市街地	道路	水田	放棄農地	森林
1982年 土地利用	市街地	1033280.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	道路	0.0	183696.5	0.0	0.0	0.0
	水田	108515.4	0.0	238197.0	72905.8	0.0
	放棄農地	59930.9	0.0	0.0	55552.7	0.0
	森林	5125.9	0.0	0.0	0.0	24684.5
総計		1206852.6	183696.5	238197.0	128458.5	24684.5

		2004年 土地利用				
		市街地	道路	水田	放棄農地	森林
1997年 土地利用	市街地	1206852.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	道路	0.0	183696.5	0.0	0.0	0.0
	水田	67174.0	0.0	86057.5	84965.5	0.0
	放棄農地	32326.1	0.0	0.0	96132.4	0.0
	森林	9302.3	0.0	0.0	0.0	15382.1
総計		1315655.2	183696.5	86057.5	181097.9	15382.1

図－3 土地利用比率の変移

水が周辺の農地にそのまま流れることも多く、農業の継続も困難になったと述べていた。1982年から2004年にかけて増加した市街地は、84%が従前が水田であった場所に建設されていた。従ってそこでの開発には大規模な盛り土がなされたはずである。この盛り土が、周辺地域での洪水被害を悪化させ、隣接する水田地帯の開発可能性を低下させ、同時に農業の維持を難しくしているといえる。

4. 都市化に伴う緑被の変化

次に都市化の進展に伴う緑地の変化をより詳細に検討するために、土地利用の変化が激しくみられたパテロス南東部のバランガイ・サントアナを取り上げて、緑被の変化を分析した。バランガイ・サントアナはパテロスで最大のバランガイであり、現在パテロス内で最も多くの農地が存在する地域である。バランガイ・サントアナには2007年時点で26,005人が居住している。面積は66.2haである。

まず、1997年撮影の空中写真と2004年撮影の衛星画像を用いて樹木被覆地をデジタイズした。1982年撮影の空中写真は縮尺の関係で樹木被覆地の把握が困難であったため、検討対象から除いた。

写真判読から得られた1997年の樹木被覆地と2004年の樹木被覆地を図－4に示す。また、バランガイ・サントアナにおける1997年から2004年の土地利用変化を表－3に示す。尚、バランガイ・サントアナにおいては、商業用地等はほとんどなく、ほぼ全ての市街地が住宅地であったことから、ここでは住宅地と記している。1997年の樹木被覆地は合計で7.3haであり、2004年の

樹木被覆地は合計で8.3haであった（表－4）。この間に1.0haの樹木被覆地が増加したことになる。1997年から2004年にかけて、水田の宅地への転用が進み、耕作放棄地も増大するなかで、樹木被覆地は増大したのである。

二時期の樹木被覆地の分布図を比較した結果、1997年から2004年にかけて、1.8haの樹木被覆地が消失し、2.8haの樹木被覆地が新たに創出されていた。

2枚の画像を比較し、樹木被覆地が消失した前後の土地利用を確認することで消失した理由を検討した結果、90%以上が住宅地等の新設に伴う消失であった。同様に新たに創出された2.8haの樹木被覆地について、前後の土地利用を検討した結果を表－5に示す。従前の土地利用が住宅地以外であり、2004年の時点での土地利用が住宅地であるものを、新たな住宅建設に伴って創出された樹木被覆地とみなした。また前後ともに住宅地であったところは既存の住宅地において創出された樹木被覆地とした。表－5より、新規の住宅地開発によるものだけでなく、既存の住宅地と放棄農地において樹木の増加がみられることがわかる。尚、増加分のうち、従前の樹木の樹冠が肥大したことによると考えられたものは640㎡とわずかであった。

そこで、この2.8haの樹木被覆地のうち、既存樹木の肥大によると考えられる640㎡を除いた27,630㎡について、2005年8月と2006年8月に現地調査を行い、樹種の特定制と、人の手によって植栽された樹木なのか、自然に生えてきたものなのか（自生なのか）の確認を行なった。さらに、植栽された樹木については、植栽の目的を周辺住民からヒアリングによって特定した。

現地調査の結果、樹種は全体で86種が確認された。樹木被覆面積の大きい順に上位30種を表－6に示す。植栽の目的については、果実を得るため、装飾のため、特に理由はない、緑陰を期待して、洪水時にものが流されないように、などの回答がヒアリングから得られた。

表－6の植栽種については、果実を得るために植えられたものを果樹として、装飾のために植えられたものを装飾樹とした。これら二つ以外を植栽種（他）とした。上位30種だけで、増加面積全体の90%を占めていた。

自生種、植栽種（果樹）、植栽種（装飾樹）、植栽種（他）の樹木被覆面積と、それぞれ2004年時点のいずれの土地利用の場所に新たに創出されたかを示したのが表－7である。

新たに創出された樹木被覆地全体の80%が植栽された樹木で

表－3 バランガイ・サントアナの土地利用変化(単位:ha)

	1997	2004
住宅地	36.2	47.1
水田	16.5	2.3
放棄農地	11.8	14.4
森林	0.0	0.7
道路	2.5	2.5
計	67.0	67.0

表－4 バランガイ・サントアナの樹木被覆変化

	1997	2004
樹木被覆面積(ha)	7.33	8.30
樹木被覆率	10.9%	12.4%

図－4 バランガイ・サントアナの土地利用分布（左上）と緑被の変化（下）

表－ 5 新たに創出された樹木被覆地の内容（単位：ha）

内容	面積
新たな住宅建設に伴って創出された樹木被覆地	0.6
既存の住宅地において創出された樹木被覆地	0.8
放棄農地において創出された樹木被覆地	1.0
その他	0.4
合計	2.8

表－ 6 樹木被覆地調査の結果（上位 30 種）

	英名	学名	自生種・植栽種	面積 (㎡)	総増加面積に対する比率	累積比率
1	Banana	Musa sp.	植栽種(果樹)	4015	14.5%	14.5%
2	Coconut	Cocos nucifera	植栽種(果樹)	2896	10.5%	25.0%
3	Dalies	Muntingia calabura	自生種	2876	10.4%	35.4%
4	Ran Tree	Samanea saman	植栽種(他)	2488	9.0%	44.4%
5	Mango	Magnifera indica	植栽種(果樹)	2213	8.0%	52.4%
6	Ipilipil	Leucaena leucocephala	自生種	1787	6.5%	58.9%
7	African Tulip	Spathodea campanulata	植栽種(装飾樹)	955	3.5%	62.4%
8	Talisay	Terminalia catappa	植栽種(他)	919	3.3%	65.7%
9	Duhai	Syzygium cumini	植栽種(果樹)	644	2.3%	68.0%
10	Guava	Psidium guajava	植栽種(果樹)	548	2.0%	70.0%
11	Santol	Sandoricum koelapae	植栽種(他)	529	1.9%	71.9%
12	Nara	Pterocarpus vidalianus	植栽種(他)	506	1.8%	73.7%
13	Bauhinia	Bauhinia purpurea	植栽種(装飾樹)	501	1.8%	75.6%
14	Papaya	Carica papaya	植栽種(果樹)	426	1.5%	77.1%
15	Tamalindo	Tamarindus indicus	植栽種(他)	393	1.4%	78.5%
16	Bamboo	Bambusa vulgaris	植栽種(他)	349	1.3%	79.8%
17	Mahogany	Swietenia mahagoni	植栽種(他)	325	1.2%	81.0%
18	Cuyabano	Annona muricata	植栽種(他)	291	1.1%	82.0%
19	Kamias	Averrhoa bilimbi	植栽種(果樹)	261	0.9%	83.0%
20	American Alis	Annona squamosa	植栽種(果樹)	260	0.9%	83.9%
21	Bangkai	Naucleria orientalis	自生種	228	0.8%	84.7%
22	Malungai	Moringa oleifera	植栽種(他)	222	0.8%	85.5%
23	Royal Palm	Roystonea sp.	植栽種(装飾樹)	182	0.7%	86.2%
24	Karamai	Cicca acida	植栽種(果樹)	181	0.7%	86.9%
25	Carmito	Pouteria calmito	植栽種(他)	174	0.6%	87.5%
26	Neem Tree	Azadirachta indica	植栽種(他)	173	0.6%	88.1%
27	Bo Tree	Ficus religiosa	自生種	169	0.6%	88.7%
28	Golden Shower	Cassia fistula	自生種	166	0.6%	89.3%
29	Jack Fruit	Artocarpus heterophyllus	植栽種(果樹)	164	0.6%	89.9%
30	Fire Tree	Delonix regia	植栽種(装飾樹)	157	0.6%	90.5%

表－ 7 土地利用と樹木被覆（単位：㎡）

	住宅地	森林	水田	道路	放棄農地	計
自生種	2,401	39	1,057	262	1,720	5,479
植栽種（果樹）	5,230	0	1,196	558	6,306	13,290
植栽種（装飾樹）	2,380	0	0	22	204	2,606
植栽種（他）	3,690	65	90	211	2,200	6,256
計	13,701	104	2,343	1,053	10,430	27,631

あり、さらにその内の 59%は果樹であった。全体に対しても植栽種（果樹）が最も大きい比率を占めている。次に植栽種（他）と自生種が多く、それぞれ約 20%を占めている。

自生種は 43%が住宅地でみられ、31%が放棄農地で確認された。また、19%は水田においてみられた。果樹は 39%が住宅地で、47%が放棄農地で、9%が水田でみられた。このように自生種や果樹が様々な土地利用上でみられる一方で、装飾樹は 91%が住宅地でみられ、放棄農地ではわずか 8%しかみられなかった。装飾樹については住宅の周りに限定的に植え、果樹は周辺の空き地であればどこにでも植えているといえる。住民の話では、Banana, Coconut, Mango を始めとする果実のなる樹は、空いた場所があればすぐにでも植栽するとのことであった。

また、新たに創出された樹木被覆地を土地利用との関係でみると、全体の約半分が住宅地で、35%が耕作放棄地で確認された。

5. 考察

パテロスの空中写真と衛星画像を用いて土地利用を判読し、その変化と緑地の変容を分析した結果、1982 年から 2004 年にかけて水田の減少と分断化が進んでいることが示された。またこの間に放棄農地が増大していることも示された。しかし、このような

都市化の過程において、樹木被覆地が 1.0ha 増加していることが示された。

新たに創出された樹木被覆地の約半分は住宅地や耕作放棄地において、住民が果樹を植えたことによってもたらされていたことが明らかとなった。また、現地でのヒアリングを通して、多くの住民が果樹を中心とする樹木の植栽を希望していることが把握された。住民は空いた場所があればすぐにでも果樹を植栽したいと述べていたことから、耕作放棄地においても樹木被覆地の増加がみられたものと考えられる。今後は、幼木の提供などを通して地域の緑化を積極的に働きかけていくことにより、一層の緑化推進が可能であることが示唆されたといえる。

また、新たに創出された樹木被覆地は、その約 35%が耕作放棄地において確認された。現在パテロス役場では、住民に自主的に緑化をするように働きかけているが、耕作放棄地において緑化を指導することは行っていない。これは耕作放棄地が他者の土地にあたるためであるが、新たな樹木被覆地の場所として耕作放棄地の存在は無視できない。今後、短期的に樹木被覆地を増やそうとするのであれば、行政が地権者との間に入って、一時的な緑化の場所として認められるよう調整を行うことで、耕作放棄地における緑化を進めることが期待される。

樹種に関しては、パテロスでは果樹が高い比率を占めていることが示された。短期的に緑化を進めるには、住民の強い意向に合わせて、果樹の植栽を奨励することが効率的と考えられる。しかし、Thaiutsa⁶⁾らは、バンコク市街における樹木の種構成を調査し、地域環境に適した樹種を選定することの重要性を指摘しているように、パテロスにおいても、長期的には種構成も踏まえて緑化の方向性を考えていく必要がある。今後は短期的な視点と長期的な緑地像を勘案し、都市緑地計画を立案していくことが望まれる。

補注

- 1) 武内和彦（1998）：巨大都市の成長と地球環境（武内和彦，林良嗣編：地球環境と巨大都市（岩波講座 地球環境学））：岩波書店：272pp. や Yokohari, M., Takeuchi, K., Watanabe, T., Yokota, S. (2000) : Beyond greenbelts and zoning: a new planning concept for the environment of Asian mega-cities. Landscape and Urban Planning, 47, 159-171. など
- 2) 本文中の人口に関する記述は、National Statistical Coordination Board (2007) : Philippine Statistical Yearbook 2007 : Manila.による。
- 3) 2004 年 4 月 25 日取得のデータを用いてパンシャープ処理をされたマルチスペクトル画像を用いた。画像解像度は 60cm。

引用文献

- 1) 村上暁信・原祐二・小笠原澤（2003）：フィリピン・メトロマニラ外縁部における土地利用変化に関する研究：ランドスケープ研究 66(4), 290-293
- 2) 原祐二・春山成子・大久保悟・武内和彦（2002）：マニラ首都圏都市農村混在地域における盛土を伴う水田の宅地転用と洪水特性変化：農村計画学会誌 21, 19-24
- 3) McGee, T. G. (1991) The emergence of Desakota regions in Asia: expanding a hypothesis. In: Ginsburg, N., Koppel, B., McGee, T. G. (Eds.), The extended metropolis: settlement transition in Asia. University of Hawaii Press, Honolulu, 3-25.
- 4) Kelly, P. F. (1998) : The politics of urban-rural relations : land use conversion in the Philippines : Environment and Urbanization 10(1), 35-54.
- 5) Serote, E. M. (1991) : Socio-Spatial Structure of the Colonial Third World City: The Case of Manila, Philippines. : Philippine Planning Journal, 23(1), 1-14.
- 6) Thaiutsa, B., Puangchit, L., Kjellgren, R., Arunpraparut, W. (2008) : Urban green space, street tree and heritage large tree assessment in Bangkok, Thailand. : Urban Forestry & Urban Greening, 7, 219-229.