

巨大化するアジアの都市そのモニタリングとモデリング

Monitoring and Modeling Study of Growing Asian Megalopolises

尾 島 俊 雄*

Toshio OJIMA

ご紹介いただきました尾島でございます。テーマは「巨大化するアジアの都市」ということですが、もっとも巨大化の先鞭をつけたのは東京であります。東京の20世紀、少なくとも20世紀前半というのは急速な近代化の中で、ある意味でアジアの帝都、富国強兵、殖産興業ということで狂奔して東京にすべての権力を集中した日本はアジアの帝国として大躍進した時代であったわけです。

20世紀後半にあっては、今度は世界のマーケット（市場）を平和産業という名のもとに席捲した。今日の臨海副都心に限らず周辺の京浜・京葉工業地帯に重厚長大産業の東京湾時代といえますか、東京が日本列島の機関車機能として、また世界文明の物資の発送、生産拠点として躍進したわけです。

そしていま東京以上の速度でアジアの諸都市が急拡大しようとしております。そうした東京を十分にモニタリングしたうえでアジアのこれからを考えてみたい。少なくとも私たちがアジアに対して何か情報を発信するとすれば、東京のあり方を十分に伝えることが大事ではないか、まずそういった状況を支えたのは建設産業で、戦後の平和産業の名のもとに日本の建設産業は大躍進しております。650万という建設労務者を抱え、55万社という巨大な数の建設会社を持つ。日本の建築技術はある意味では世界の最先端をいっている。こうしたものをきちんと記録しようということで日本の「建築画像大系シリーズ」をビデオ25巻にまとめました。

日本の住宅建設もまた、この20年間ですごい発展を遂げております。日本の住宅産業、本物かどうかはともかくとして、この日本の住宅産業をきちんと記録したいということで、これも25本でビデオ化しました。

建築あるいは住宅もさることながら、都市シリーズのビデオ化（実は学校の教材としてつくり始めたものですが）に当たり、その第1巻として「東京の先端風景」というのを10月発売予定でまとめましたのを最初、15分でちょっと

長いのですが、我慢してビデオを見ていただきたいと思います。〔ビデオ放映〕

アジアの都市の先駆けで東京は、たった100年間でさまじい発展をした背景、これからのあり方を少し考えたのですが、なぜアジアの都市か。特に東京を考えるわけですがヨーロッパの産業革命は日本より100年先駆して1770年代、そしてこの産業革命は近代化のシンボルであり、また都市化の始まりです。いわゆる労働集約によって生産性を高める。さらには昨今では業務集積、知識集約、集めることによって産業基盤を上げていくということでヨーロッパは100年先駆けしたわけです。

100年遅れて日本が、ある意味では2倍の速度で100年間で追いついたとも言われるわけです。そしてそれからまた100年遅れて第2次大戦後アジアの都市、中国をはじめとした東南アジアの諸国がものすごい勢いで今度は3倍の速度で追いつけている。それはまた同時に都市化の速度でもあるわけで、しかも一けた違う人口を持つ国が都市化を始めているわけです。

第3次産業社会と情報化社会というのは第1次大戦後のヨーロッパの都市ではすでに始まっていたと思えるわけで、いま情報のソフトはどう頑張っても日本よりもヨーロッパのほうが進んでいる。あるいはアメリカが進んでいるというのは情報に対する価値、都市の文化というのはヨーロッパは第1次大戦後から開花し始めていたからと考えられる。

生活に力点をおいた形での生活大国、あるいは本当の都市生活を考え始めたのは、日本では万博以後とも考えられるわけです。安全の問題、水の問題を含めて、ようやく日本では70年代以後に都市生活を考え始めたと言っても過言ではない。あるいは住宅問題を真剣に考え始めたのは本当に昨今。そしてそれよりもまた40～50年遅れて21世紀にはその問題は東南アジア、中国で非常に大きな課題になる。

20世紀の東京がものすごい勢いで発展した背景や先進国、途上国の区別というのは少なくとも産業革命が非常に大きなきっかけとなったわけです。ルネッサンスは、13世紀、

*東京大学生産技術研究所 第5部

14世紀のイタリア・ルネッサンスから始まって、そして16、17世紀の皇帝ルネッサンス、いわゆるバリエでルネッサンスの花が開くわけです。私たちはその建築を見ながらルネッサンスの素晴らしさを見ているわけですが、本当のルネッサンスのもとにはイタリア・ルネッサンスにあった。そして皇帝ルネッサンスが華やかに開かれたところにすでに思想的には人文主義や合理主義の中でルネッサンス批判が起こっている。ルネッサンス批判のあとが近代になったわけで、合理主義あるいは産業革命に基づく近代というのは国家、国民の社会があって、19世紀のヨーロッパやアメリカで花開くわけですが、20世紀に入って日本が後塵を拝しながらものすごい勢いで近代化、都市化、産業化に邁進した。(OHP 使用)

しかし今すでに20世紀後半にして産業に対する非難、いわゆるリバース・インダストリーあるいは逆産業社会というのが起こり始めている。ちょうどルネッサンス末期のころと同じ形で産業に対する、あるいは近代に対する非難。近代は破壊以外のなにものでもなかったという、こういった形の中で新しい地球市民なりポストモダンというよりは次の時代の新都市環境産業社会というのが始まっているわけですが、この混乱期の中でアジアが近代途上として突き進もうとしている。こういったことから20世紀後半のわが国のあり方というのを少なくともきちんと伝える必要があるのではないか。

この黄色いのは1950年。たった50年間で(2010年までの予測ですが)イギリスの、ロンドンが減っている。21世紀の前にロンドンの人口は減りつつある。ところがアフリカのラゴスあるいはボンベイ、インドそして中国の各都市がものすごい勢いでいま都市人口を巨大化している。

都市人口を巨大化するということは工業化と産業の育成ということで、重厚長大型の巨大な産業の発展と都市化を進めているということです。例えばたった60年間で人口が10倍になった都市(赤いのが10倍になった都市です)例えばブラジルのサンパウロもいまものすごい勢いで増えつつあります。サンパウロは1950年から2010年には2500万人にならんとしています。

東京圏は690万から2800万ですから、まあまあ。ソウルも10倍以上にふくらんでおります。1950年はたった100万だったのが1400万まで。そしてマニラは、150万から1600万。インドに至ってはデリーは130万から1500万。カラチ、カルカッタも限界ですが、それでも増えている。ボンベイはたった290万からいまは2500万までと、東京の2倍以上の速度で、そしてその一ケタ違う形で21世紀(2010年)にはそれ以上の都市に発展せんとしている。

1950年から都市人口が急激に伸びております。都市人口はなんなのかと言いますと、これは時間、空間を縮めるためのエネルギー消費、いわゆる化石エネルギーの消費にス

ライドして都市人口が伸びているわけです。時間というのは食糧の貯蔵、空間というのは輸送ですね。要するに時間を蓄え、空間を超えてものが動き、蓄え、そうした中で都市人口が増えている。そしてそれを支えたのは産業である。産業は実はエネルギー消費に比例し、エネルギーを消費すると炭酸ガスが発生する。炭酸ガスを地球環境の面から、1990年のレベルに止めようとしております。しかしエネルギー消費だけは増えていくだろう。そしてそれは同時に都市人口の増大に比例してエネルギーが増え又都市人口が増えていく、結局は巨大な都市のヒートアイランド現象につながる。私どもの研究室はその因果関係はわかったのですが、それによって何が起こるのかということで生研の村上周三研究室と共同研究を始めて1年間、かなりのものが見えてきました。

先ほどビデオでもお見せしましたが、この100年間、1900年から2000年までに、たった3mの高さの建物が300mの超高層建築へと30年間一世代で対数半ケタずつ駆け上がってきた。そしていま建設省を中心に1000mのハイパービルを2020年までつくろうとしている。こんな勢いで21世紀も上り続けるのか。さらには地下に対しても地下深く掘り続けるのか。地下深く地上高くということと同時に、このたった100年間で都市は直径15 km, 30 km, 60 km, 120 km とスプロールし続けた。それを今度は高密度化したことによって高効率を追いかけたのだから実は地球にやさしい生活、しかし人間に非常に厳しい生活になった。ヨーロッパ、アメリカの都市人口も止まって、都市生活は豊かになりつつある。生活が大事になってきた。もし東京もそうだとすればどんな形が考えられるかということ、東京のこの過密化した中に自然を持ち込みたい。立体化し高層化して最後は一個の建物になるのか、この21世紀のトレンドは何なのかということ。こういった20世紀から21世紀を考えてみたい。

20世紀をもう少し見ますと、国土細密情報は、10m 画素で用途別土地利用の資料が作られております。工業地帯が東京湾にびっしりあります。そしてこの緑のところに住宅団地が拡がりつつあります。

近代都市計画は工業地帯の周りには空気や水が汚染されるからなるべく次の世帯を育む住宅は山手のほうに、山手のほうには水と緑をとということで建設したのです。実はそれが最悪のシナリオになってしまったというのがこの村上研との共同研究の一つの成果なんです。先ほどありました地表面が用途はともかくとして、なんであれコンクリート化、人工被覆化されたわけです。そして緑が減退したわけです。その結果、巨大なヒートアイランドが生まれた。

こういったモデルが相当正確に計算で出てくるようになります。1930年のヒートアイランドの温度上昇と1990年の60年間でこんなに大きな熱の島ができてしまった。ちょうど焚

き火を都内でやっているようなもので、焚き火をしますと上昇気流が働きます。周りから冷たい風が入ってきます。都市を中心に環流する風が起るわけです。都市風そのものやヒートアイランドそのものは、ただ冷房用の電力がかかるだけではないかということですが、実はそうではなくて、冷たい風を巻き込んでくるところに、ここに実は工業地帯が延々と広がっている。二千数百万キロワットの火力発電所をはじめとして臨海工業地帯に巨大な工業群がある。その煙はどんなに高い煙突を建てて拡散しても2000mぐらいのところから風を吸い込んで、そして都心部に流れ込み、それが上昇しここでたどったときに光化学反応してオキシダントに変わる。その結果郊外のこういったところに着地するということが計算でクリアに出始めている。要するに汚染源が分かり始めたわけです。

川崎における汚染源の発生からトレースしてみると、こんなふうに着地の状況が分かってきて環境庁の観測データで裏付けられ始めた。こうした成果がこの生研との共同研究でかなりクリアに出てきた。どこの煙がどこに着地するかということが見え始めたわけです。

ではその対策をどうしたらいいのかということで、今度は土木の虫明、Herath 研との共同研究をお願いし始めている。それは先ほどのビデオにあったように少なくともこういったところのヒートアイランドをクールアイランド化する。水と緑をつくってクールアイランドにすれば、このへんの空気が冷たくなる。そしてこのへんの空気はあたたかくなって上昇するのですが、この小さな環流が巨大な焚き火ではなくて小さな焚き火にしてこの周りで止めてしまう。要するに川崎の煙が少なくとも春日部から小山に落ちることのないモデルをつくる。水の効果や緑の効果はどれ程有効なのかというと、虫明先生の部屋ではかなりやっておられる。その成果をぜひとも具体的なデータとして使いたい。

要するにわれわれの研究室では模型をつくり、こうすれば容積を2倍にしても地面が相当開放されますよというモデルを提案する。それが実際にどういう効果があるのかということを立証していかないと説得力がないのですが、その立証を始めるチャンスが生まれたわけです。

大深度地下利用の議論を積み重ねてきたのも、安全のための大深度地下利用のみではなくて、アップゾーニングによる上昇気流とダウンゾーニングによる風源いわゆるクールアイランドを数多くつくるため、それによって、ヒートアイランドを分散させる。土地利用のクラスター化で葡萄の房みたいに核を分散しながら、こういったクラスターモデルをつくるような東京の大改造案が出てくる。

いままでのようにこういう鬼ヒトデ型に幹線道路の周りに建物がかくっついてスプロールして、何処かがつぶれたらドミノ的に災害が広がるようなまちではなくて、そのあい

だに割れ目を入れて、ある面から見れば水の流れ、そして緑だけが見えてくる。ある面から見れば建物群そして道路群、機能的な人工のクラスターのみが見えてくる。しかしある面から見ればすべて自然の緑、自然の風、川風、海風が再現されるという、こういったモデルを巨大都市東京の21世紀モデルとして使えないかと考えている。実際にこの計算はかなり大変で、研究室としてはいま村上研と組んでHOTMACモデルとk-εモデルで計算していますが、実はちょうどこのくらいのところを解析する計算手法はないわけです。現在の利用可能な方法で両方からアプローチしながら、現在の土地利用に対する気流モデルとクラスター化したときの気流モデルがどんなふうになるかというモデルに関していまやとこういったところまできた。きのう、おとといの結果であって、まだ十分考察し終わっていないという状況です。

水辺を改良し全体のモデルに寄与するには、どんな実測が必要か、又1本の木あるいは街路樹がどんな形で東京の気流に影響を与えるのか、こんなことが見え始めたわけがあります。

さて、そんな数値モデルがやっと共同研究の中から出てきたわけですが、もう少し見えるようにしていこうということで、そのためにはきょう司会をしていただいている柴崎先生と村井先生のリモートセンシングデータを借りようと思っています。東京のモデルをようやくシミュレーションできるようになりましたので、その成果を使いながら今度はアジアへの提案、あるいは解析をしていこうと考えています。と同時に、そのクラスター化を誰がするのかという研究です。みんながその気になって、みんなが自分の家の前を、自分の学区ぐらゐを改良していけば、それは1世代であるいは2世代あれば十分できるわけで、みんながその気になるための情報伝達が必要でそのためには、広報しなければいけないということで、これも一昨年から生研と早大のATMという高速度な情報ネットワークを利用した実験を開始しています。

又、今年はインターネットを最大限に活用しつつあります。大学の中ではもうネットワークが当たり前になっていますが、これをもう少し広げて、今ビデオでお示ししたように、一連の資料を100ページのホームページで今年の2月から出しております。すでに4カ月ぐらゐで3200通のアクセスがありました。その中でこのモデルを広く知っていただくために、世界に向けてこの成果を発信しています。東京に対するクラスター化の提案に対してみなさんの意見を聞きましたところ、たった1カ月で1500通のアクセスがありました。そしてきょうこの結果をここで発表いたしますと提案していましたので、1500通のアンケート結果の中でクラスター分野に関してのみご説明します。

「東京遷都論」とありますが、遷都と同時に大改造が必

要だということ。遷都よりもやっぱり東京大改造というのがかなりのウエイトになっております。青いのが専門家、赤いのが一般の素人の方々。専門家の意見も素人の方の意見もほとんどこの都市問題に関しては変わらない。ある意味では一般の方々も都市生活の専門家だと考えてもいい。このアンケートの結果は非常にきれいに専門家と一般の方々の意見がモデルの提案に関して一致した結果が出たことが一つの大きな成果であります。海外からのアクセスの結果もほとんど同じような傾向です。そしていまご説明しましたクラスターの問題、要するに東京をもう少し分節化する、自然と人工のクラスター、要するに葡萄の房、核を分散していこうということに対して非常に多くの賛成を得た。専門家は83%、一般の方々は85%とほとんど変わらない比率でこのクラスター化は合意を得ております。

「不必要」と答えた方々の意見としては、「情報通信により自然的な分散を図るべき」とか。

クラスター化によって一部高層の分野があるわけですから、その高層に関する心理とか政治的な問題、こういったものの解決とか、それからクラスター化することはやっぱり自分たちの住み慣れたアメニティ、まちが変わるということ、こういったことを克服したうえでの提案。十数パーセントという少ない反対の中にこういった（むしろ前向きな提案と私どもは考えておりますが）結果が出てきております。

さて20世紀の東京のものすごい激変の中で、東京の1930年と、1990年から2050年を展望したクラスター構想として東京都心の日本橋川、あるいは渋谷川や宇田川や古川や、そんな河川を掘り起こしながらそれを緑化していくことの効果をもっと明確に提案したうえで、その効果を定量化する。

クラスター化するためには膨大なお金と努力が必要なわけですね。そういった意味でこれからのソウル、上海、マニラ、ジャカルタ、ボンベイあるいはバンコク、こういった都市にわれわれの体験を伝えることの意味があるのではないかと考えています。

最初から斜面緑地は残しておこうとか、都市に流れている河川を合流下水道なんかにしないで、水系に関しては最初から自然の水系を残していきながら水系は同時に緑の道、そして緑の道と水の道は同時に風の道だということを理解をしてもらう。そういった努力とその効果をいま私たちは明確にしておく必要があるのではないかと。ものすごい勢いで上海は大きくなっておりませんが、2050年にはこんなになるだろうとか、マニラもこんなになるだろうとか、こんなことが十分に予測される。東京のこの姿から次の姿への発展の過程で十分に予測されるわけです。

実はアジアの都市はほとんどが、中国、インドネシア、マレーシアを含めてほとんど軍事優先国家なわけで、観光

地図ぐらいしかないわけです。とてもこういった都市環境を考えるような地図はありません。幸いなことに村井、柴崎研でリモートセンシングデータを持っておられることから、私たちはアジアの都市に対するあり方として自然環境とのつながり関係を研究したいと考えているわけです。

ニューヨークやロンドン、パリはどうかということ、このへんは私の研究室でこれまでリモセンを使って解析したので、その一端を申し上げます。

パリはセヌ川を中心にパリ盆地にあります。このセヌ川は依然としてきれいにリモセンの、500メッシュで見えています。500mメッシュに同定できる程に大きく、見えております。パリは郊外含めて800万人で工業地帯は少ない。それから比べるとニューヨークを同じスケールで見えますと、マンハッタン島が真ん中にあり、ニューヨーク湾、ニュージャージーのジャージーシティ、スタッテン島、クイーンズ、ブルックリン、ニューヨークは1600万、パリのちょうど2倍。パリ800万、ニューヨークはニュージャージーを加えて1600万人です。

ニューヨークのマンハッタン島の真ん中にセントラルパークが非常に明確に見えております。そしてハドソン川とイーストリバー、ここにちゃんと谷ができておりますが、この水辺がものすごく大きなクールアイランドの役割を果たしている。要するにニューヨークの大きな広がりの中で切れ目が十分に入っているということです。明確にニューヨークのダウンタウン、ミッドタウン、セントラルパーク、ハドソン川、イーストリバーというのは非常に大きな水辺空間と緑がある。ニューヨークにはこういった巨大なヒートアイランド現象が起こっております。しかしハドソン川とイーストリバーは見事にダウン気流で他のニュージャージーやクイーンズランド、ブルックリンと断絶しているわけです。ニューヨークの汚染気流は少なくともそちらには拡散しない。さらにはここに万が一巨大な火災が発生した場合でも類焼はしない。

それに対して東京とは言いますと、べったりなんですね。どうやってこれを分断化するかということが非常に大きな課題で、皇居や神宮などはこんな小さなものなんです。このスプロール状況を考えますと、この中で分断化する、もしくは東京湾岸の工業を全部廃止する。しかし果たして火力発電所が、あるいは東京湾岸の工場が21世紀までにゼロにできるかどうかと考えますと、それは不可能で、むしろそれ以上に火力発電所等が分散化されて、都心に入り込んでくる可能性が大きく、21世紀の東京圏におけるエネルギー消費は増大し続けると思われる。

そして東京を超える勢いでたった10年間で超高層100本つくってみせようという、上海の勢いを考えますと、上海の1981年はここ、それが2000年にはこんな形で上海はふくらむだろう。黄浦江も消えてしまいそうな、こんな形でふ

くらんでいこう中での上海における緑や水辺、そして住工一体型の都市。上海だけではなくてバンコクやジャカルタもこういった都市に対して私たちが持っている技術あるいは計測能力やこの種のデータを蓄積して、公表していくことは非常に大切だと考えています。私はこれまで生研との共同研究の中で特に安全に関しては片山研の協力を、気流に関しては村上研との共同研究でかなり原因がわかってきた。そしてその対策としてこれから、土木の虫明、Herath 研との協力、そしてアジアへのコメントができる

とすれば村井、柴崎研との協力が不可欠です。

この分野のデータを生研はものすごく豊かに持っておられるということは、早稲田から見るとものすごくうらやましいことであります、しかし早稲田には人間がいっぱいいますので、この共同研究に関しては非常に期待しているわけです。たった2年の研究成果ですが、かなりのことがアジアに対して言えつつあるのではないかと考えております。ちょうど時間です。ご清聴ありがとうございました。

(1996年6月7日講演)