

都市生態系の研究：到達点と課題

李 燕¹

¹正会員 工博 立命館アジア太平洋大学教授 アジア太平洋学部
(〒874-8577 大分県別府市十文字原1-1)
E-mail: yanli@apu.ac.jp

我々人類は地球生態系の一部でありながら、急速な産業化・都市化において自然生態系から一方的に搾取し、その秩序を破壊させ、人類社会自身の持続可能性を脅かす一連の環境問題を引き起こしてきた。その反省から、近年では自然生態系から学んだ概念が多く提唱されるようになった。しかし、人間環境、特にこれから人類の主な住処となる都市を自然生態系と比べた場合の根本的な問題点が必ずしも解明されているとは言えない。本稿は、生態系の視点から都市を分析する都市生態学の研究内容をレビューしたうえで、都市生態系と自然生態系の仕組みを比較する。さらに、都市生態系を体系的に捉える研究課題を提案し、この研究分野へのさらなる関心を喚起することを目的とする。

Key Words : *urban ecology, urban ecosystem, conceptual framework, urban metabolism, eco-city*

1. はじめに

「生態系」、すなわち「エコシステム (ecosystem)」とは、ある一定の地域で生息しているすべての生物と、その無機的環境とを含めた総合的なシステムを指す。この「一定の地域」の範囲のとらえ方によっては、地球全体から小さな池にまで様々な生態系が存在するといえる。人間の集落である都市もひとつの生態系として見なすことができる。

健全な生態系において生物たちは、唯一のエネルギー源である太陽光の下で資源の供給や取得をめぐる互いに直接・間接に依存し合い、協調あるいは制約の関係を成立させる。また、物質を完全に循環させ、持続可能なシステムを保っていく。一方、我々人類は地球生態系の一部でありながら、急速な産業化・都市化において自然生態系から一方的に搾取し、自然生態系の秩序を破壊させ、人類社会の持続可能性を脅かす一連の環境問題を引き起こしてきたのである。国連の報告によると、100年前の1900年の時点では、都市人口が世界人口の13%、1950年には29%にすぎなかったが¹⁾、2009年現在では世界人口の半数以上、先進国人口の80%近くが都市人口となっている。また、これから2050年までの間にアフリカ・アジアをはじめ、さらに新たに30億もの人々（現在の世界人口の約半数近く）が都市に生まれ、或いは都市へ移ることになると予測されている²⁾。このように、持続可能な都市づくりは、もはや人類ないし地球の将来に関わるものであると言っても過言ではない。

このような危機感の中、近年では、自然生態系から学んだ概念、例えば、「エコシティ」「環境共生」「循環型社会」といった表現が多く用いられるようになったが、人間環境、特にこれから人類の主な住処となる都市を自然生態系と比べた場合の根本的な問題点が必ずしも解明されているとは言えないと考える。例えば、ある実際の都市を考えた場合、エネルギー・食料・水はどれだけ域外に依存しているのか、排出されたCO₂は森林などで吸収できているのか、現在の都市生活は持続可能なのか、どのような環境政策を行えばこれらの問題を最も効率的に改善できるか、といった問題について個別の研究は数多く報告されているが、これらを体系的に分析し、環境政策の検証につながるような研究はあまり見られない。これは「環境学」そのものに関してまだ明確に体系化されていないことにも一因があると考えられる。

本稿は、生態系の視点から都市を分析する都市生態学の研究内容をレビューしたうえで、都市生態系と自然生態系の仕組みを比較する。さらに、都市生態系を体系的に捉える研究課題を提案し、この研究分野へのさらなる関心を喚起することを目的とする。

2. 都市生態系研究の系譜

「生態系」は、周知のように生態学 (ecology) の概念である。そもそも「生態学」とは生物の生活、すなわち自然界において生物が自己の維持と増殖を図る過程を研究する生物学の一分科である³⁾。生態学は様々な視点か

ら細分することができるが、「人間生態学 (human ecology)」は、動物生態学・植物生態学・微生物生態学のように、「対象生物」による分類の一つである。一方、「都市生態学 (urban ecology)」は、海洋・湖沼・河川・森林・草原のように、「対象場所」による分類である。また、生態学は様々な視点や方法で研究されているため、さらにその違いによって、植物社会学・社会生物学 (行動生態学)・進化生態学・「生態系生態学」なども成立する。このように、生態学の系譜からみると、「都市生態系 (urban ecosystem)」は「都市」という場所に住む「人間社会」を「生態系生態学」の視点から研究するものであると考えられる。

以下では「都市生態学」という学問の研究内容の変遷を振り返ったうえで、都市生態系研究の内容を概観する。

(1) 社会学の分野としての「都市生態学」

「Urban Ecology」或いは「Human Ecology」という用語を最初に作り、注目を集めたのは生態学の分野ではなく、社会学の分野であった。1920年代、急成長するアメリカの都市においては、人口増加・人種問題・貧困問題・環境汚染をはじめ様々な社会問題が一層深刻になりつつあった。そのような状況の下、シカゴ大学の社会学者たちは、動物・植物生態学にみる競争と共存に示唆を得て、生物学と同様の手法を用いて都市の社会構造が如何に自然環境の質と他の人間集団の存在に適合していくかを研究した⁴⁵⁾。例えば、Burgess⁹⁾は、都市の成長過程は一連の社会組織の結成と解体の結果であり、人体の代謝過程における同化作用と異化作用に類似する、と次のように述べている。

“Urban growth may be even more fundamentally stated as the resultant of processes of organization and disorganization, like the anabolic and catabolic processes of metabolism in the human body.”

人間生態学についての研究はシカゴ学派を中心として1940年頃までに盛んに行われた。その後は都市社会学、社会心理学、都市地理学などの分野の一部として定着している。日本では、磯村⁷⁾や鈴木⁸⁾がその代表的な研究者である。

ここから分かるように、早期の都市生態学は、生態学のアプローチを借用しているが、(都市の)人間社会を対象とし、生物界を全く除外した社会科学の分野であった。

(2) 生態学の分野としての「都市生態学」

生態学の分野においても「都市」は研究対象の一つであるが、Collinsらが1993年から1997年までに生態学の論文誌に発表された論文6157編を調査したところ、都市を対象としたものはそのうちのわずか0.4%の25編であっ

たという⁹⁾。Sukoppも多数の論文をレビューし、都市における生物や植物関連の研究は、城や旧跡に生息していた野生植物、庭園や公園の栽培植物、都市における動植物の多様性、動植物誌などの内容が多くを占めていたと指摘し、都市全体を1つの生態系とした研究(動植物誌、植生、気候・土壌などの環境変化など)、すなわち「都市生態学」が学問として成立したのは1970年代にはいつからであったと指摘している¹⁰⁾。

沼田氏も同様の見解を示し、1960年代以降、生物学者たちは、研究対象を原始的自然および人間の影響を受けた自然から人間主体である都市生態系へシフトしていったとしている¹¹⁾。沼田によると、そのきっかけとなったのが、UNESCOが1971年に始めたMAB (Man and the Biosphere Program, 人間と生物圏)の14のプロジェクトの一つとして都市を取り上げたことである。その後、環境問題に対する関心がさらに高まり、生物学界における都市についての研究が急増したと見られる。1974年第一回国際生態学会議においては季刊誌『Urban Ecology』が創刊された。日本でも、沼田を中心として、組織的に都市生態系の研究が進められた¹²⁾。

しかし、MABはその活動を「生物圏における自然資源の保全・有効利用及び環境の保護に関する諸問題の解決に資することを目的」とするため¹³⁾、その手法及びアプローチは依然として従来の生態学的なものであり、人間の存在は生物界の妨害 (disturbance) として位置づけられていたと思われる。

1980年代になると、生態学のアプローチとしての都市生態学は、その季刊誌『Urban Ecology』が『Landscape and Urban Planning』に名前を変えたように、研究の一部は景観と都市計画へ特化していった。このころ日本の都市生態系研究も都市計画への応用を探り始めたと思われる¹⁴⁾。

(3) 環境学の分野としての「都市生態学」

国際社会の環境問題への関心は、1972年6月にストックホルムで開催された国連人間環境会議から始まり、さらに1992年のリオ・サミットからは、地球環境の保全だけでなく持続可能な開発に関する研究や社会的な取り組みが各分野において盛んに行われるようになった。その中で、諸大学では、環境を主題とする専門の研究機関が相次いで設置されるようになったことからわかるように、「環境学 (Environmental Studies)」という学問の必要性が認識され、確立されつつある。環境学とは何か、何をなすべきかについての議論は様々であるが、基本的には環境問題の本質的な解決、すなわち、「人類を取り巻く環境を自然・文化・社会という観点から解析し、総合的な施策を講じ、将来の人類と地球環境の健全性のための政策立案および技術開発」を研究する複合学問であると考えられる¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。

環境学自体の歴史が浅いため、環境学としての都市生態学ないし都市環境学についてはまだ十分な研究蓄積があるとは言えない。2000年以降出版された「都市環境」や「都市生態学」という用語を含むタイトルのテキストや著書を見てみると、田中啓一¹⁸⁾は、生活環境から地球環境まで様々な都市問題を経済学・政策論的な視点から捉えている。都市環境学教材編集委員会編の教材¹⁹⁾は、ヒートアイランド、大気汚染、都市災害に焦点を絞り、都市計画の視点に立って編成されている。花木²⁰⁾は、都市における生態的要素、例えば二酸化炭素、エネルギー、物質循環、水、大気などについて解説している。尾島²¹⁾は環境デザイン・建築分野の研究軌跡を記録している。一方、ドイツやアメリカの学者の間では、環境研究としての都市生態学創立への動きが見られている。例えば、Collinsら²²⁾やMcIntyreら²³⁾は生態系の一部である人間社会（都市）を生態学の理論に組み込む可能性を示した。Alberti²⁴⁾は生態系のアプローチと土地利用シミュレーションモデルとを結合させた。Marzluffら²⁵⁾はこれまでの関連論文をまとめ、都市生態学を人間社会と自然環境の相互関係を研究する学問としてのフレームワークを提供している。

ここで言及すべきは、上述の都市生態学の研究と同時に、地球規模の人間社会と自然環境の関係を捉える「人間生態学」の研究も多く報告されており²⁶⁾²⁷⁾、都市生態学の研究に寄与していると考えられる。

(4) 都市生態系 (Urban Ecosystem) の研究と実践

ここまで、「都市生態学」を学問とした変遷を概観したが、学問とは多くの研究を体系化したものであるから、環境学としての都市生態学の成立という時期尚早かもしれない。しかし、その中心である都市生態系に関する研究と実践はすでに数多く行われている。

まずは都市代謝システム或いは物質フローの研究である。環境問題に着目し、都市を1つの生態系として初めて研究したのはWolmanの「Urban Metabolism」の概念であると言われる²⁸⁾。Wolmanは、都市では自然生態系と同じように代謝システムが働いていると主張し、アメリカの平均的な都市のInput（水、食料、エネルギー）とOutput（排水、ごみと空気汚染物）を算出し、露呈しつつあった都市の環境負荷に警鐘を鳴らした²⁹⁾。その後、1970年代以降、UNESCOのMABと同様のアプローチで、香港やシドニーなど複数の都市を対象に類似した研究が行われた³⁰⁾³¹⁾。一方、日本では安部・半谷³²⁾および半谷・松田³³⁾は、東京のエネルギー収支と物質フローを算出し考察した。これ以外にも、廃棄物処理に主眼を置いた「都市代謝システム」の研究も行なわれている³⁴⁾³⁵⁾。

なお、都市生態系研究の方法論についてのまとめは、Pirachaらの研究³⁶⁾が挙げられる。また、これらの研究に

おいては、マクロレベル（国や県）の産業連関分析法を用いたマテリアルフロー分析（MFA）³⁷⁾やミクロレベル（企業）のライフサイクルアセスメント（LCA）や産業生態学（industrial ecology）の手法と共通する部分が多い。

次に、エコシティづくりで代表される実践である。都市が生活の主要舞台になるにつれて、都市計画・デザイン・都市政策研究・政府の取り組みなどの分野においては、エコシティ、エコタウン、エコポリス、健康都市、グリーンシティ、環境共生都市、持続可能な都市、ゼロエミッション、循環型社会など多くの概念や試みが提案・実践されており³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾、ここではその詳細は列挙しない。

以上の研究や取り組み以外にも、都市と地域・地球環境との関係に関しては、大規模なプロジェクトに対する環境アセスメント、都市のエコロジカル・フットプリントや持続可能性研究などが挙げられ、また、都市生態系内部の個別要素に着眼した研究や取り組みとして、例えばエネルギー・ヒートアイランドや低炭素都市の研究などが挙げられる。

3. 都市生態系の構造と研究課題

以上のように、都市を生態系とした研究や実務は膨大で、ある意味では「環境学」の全分野にわたるとも言える。言い換えると、生態系の視点からの研究は体系化が難しいとされる環境学の理論的な基礎にもなりうるとも言える重要なものである。

しかし、都市生態系に限定してみれば、その仕組みはどのようなものなのか、それが本来の自然生態系と比べた場合どのような違いがあるのか。これらは都市生態系を考える上でまず明確にしなければならない原点ともいえる問題であるが、著者が調べた限りでは必ずしも十分な研究がなされているとは言えない。例えば、上述のMulzoffやAlbertiで用いられた都市生態系の概念図として、図-1のように土地利用シミュレーションをベースに考え

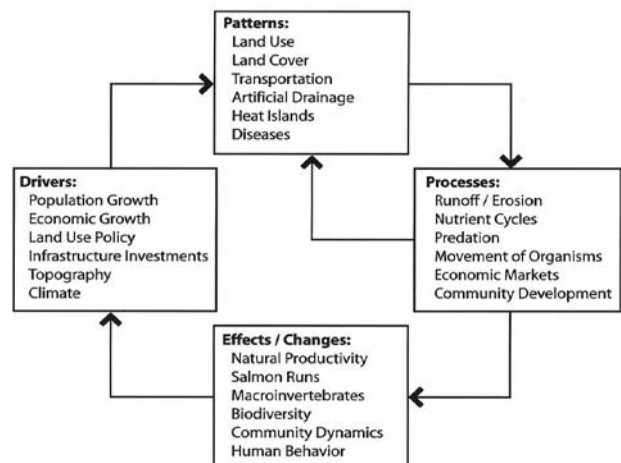


図-1 MulzoffやAlbertiで用いられた都市生態系の概念図⁴²⁾

たものであり、生態系の問題点に注目したものではない。Pickettら⁴³⁾やGrimmら⁴⁴⁾なども類似した考え方であると見られる。これらはDriving-Force, Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) Frameworks⁴⁵⁾やMillennium Ecosystem Assessment⁴⁶⁾と類似するアプローチであり、アセスメントには利用されている概念図ではあるが、都市生態系と自然生態系の根本的な違いおよびそこからみた問題点に対する理解は必ずしも明確に示されていない。

以下では自然生態系の仕組みと比較した場合の都市生態系の問題点を考える。

(1) 生態系の仕組み

生態系はある一定の地域で生息しているすべての生物（種、種内・種間関係を含む）とその無機的环境（太陽光、大気、水、土壌）、およびそれらの相互作用を含めた複雑な系統である。自然生態系を考える上では次のことが重要であるとされている⁴⁷⁾。

- 地域の範囲、生活している生物の種、非生物要素の特徴
- 生物間のつながり（競争、共生、捕食、食物連鎖など）
- エネルギーおよび物質の流れ
- 生態系の状態を決定する要因
- 生態系の長期的な変化
- 人間が及ぼす影響

人間の影響を受けない自然生態系の場合は、図-2のよ

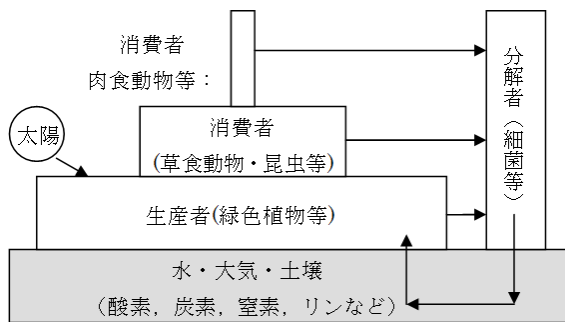


図-2 自然生態系の仕組み

うに生産者（緑色植物）は太陽光、大気、水、土壌を用

←農村域や他の都市域 都市域→

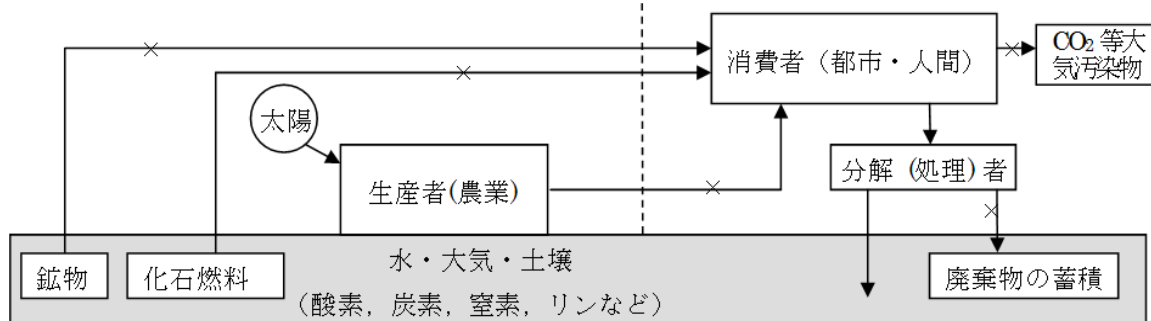


図-3 都市生態系の仕組み

いて有機物を作り、草食動物や昆虫等はそれを食べ、さらに肉食動物はこれらを食べることで食物連鎖をなす。したがって、生産者はすべての生命を支える。この食物連鎖の中で生産者によって無機的环境から取り入れられた元素（炭素、窒素、リンなど）は、動物や植物の死体や排出物を分解して生活する細菌などの分解者によって無機的环境に戻る。

また、生物やエネルギーの量においては生産者→第一次消費者→第二次消費者→・・・のように個体数や量が少なくなり、全体として生態的ピラミッドになることが特徴である。また環境が変化すると、生態系全体として種の平衡が保たれる方向に進み、またはこれに応じて生物的部分に変化が生じ、それなりに新しい系として安定していく。ここで、生物多様性が生態系の大きな回復力となるとされている。

このように、自然生態系は太陽光を唯一のエネルギー源として、物質を完全に循環させる閉鎖系統である。

(2) 都市生態系の仕組みと問題点

自然生態系と比べると、都市生態系（図-3）は、まず生態系の生産者である農村が消費者の住む都市域から分離されており、栄養源（食料）を域外に依存する自給自足のできない開放系統である。また、農業生産においては太陽光だけでなく、化石燃料がエネルギー源として使用され、都市生活においてはほぼ化石燃料のみが使用される。さらに、都市の生産には本来の生態系に含まれない鉱石などの無生物資源も取り入れられている。化石燃料や鉱石などの資源は再生不可能なので枯渇の問題があるとともに、その使用には大量のCO₂と大気汚染物の排出が伴う。また都市においては生物的分解者による分解はほとんど行われず、ごみ処理工場などによって人工的に分解されるが、自然生態系に戻せない廃棄物が多くある。これらの廃棄物は、蓄積する場所の問題および土壌や水への汚染など、都市内部だけでなく、都市域外および地球規模の環境問題を引き起こす。さらに物質循環がほとんど行われていないことや消費者（人間）の多さと種の多様性の乏しさも自然生態系と相違する。したがっ

て、図中の「×」で示す箇所で見られるように、都市生態系は非常に不安定で脆弱である。

一方、人間社会には生物界には存在しない技術や社会制度が発達しており、これらの脆弱性を克服していく資源になっている。

(3) 都市生態系研究の課題

図3で提案した都市生態系の概念図を用いると、環境問題の根本的な原因が分かる。このような体系づけをすると、都市生態系の研究には次のような課題があると考えられる。

まず、ある都市を1つの生態系として捉える場合、その境界線はどのように決めるか。行政単位で捉える場合は人間社会をひとつのまとまりとしてみなすことが容易で、またデータの取得や政策立案などにも有利であるが、生物のつながりとしては必ずしも独立とした生態系でない場合がある。また、都市生態系は上位の生態系、例えば地域や国、地球レベルの生態系とは相互にどのような関係にあるか、またはどうあるべきか。これらは次に述べる都市生態系内部の解明とも関連するが、まず概念図で捉える必要がある。

次に都市生態系内部において、人間を含む生物の量・種の特徴と相互関係、物理的環境要素の特徴と空間的分布などを把握し、そのつながりを定量的に解明する必要がある。そのうえで、都市生態系における水・食料、物流・交通流、建造物・廃棄物を中心とした物質ストック・フローの特徴、空間的分布、エネルギーやCO₂の収支バランスなど含むシステムの全体像を解析し、それぞれのフローや循環における問題点を析出する。

上記の分析結果を用いて、都市生態系の脆弱性（例えば災害リスクやエネルギー・食料・水供給の域外への依存度など）および環境負荷・持続可能性を定量的に評価する方法を確立することができると期待できる。

都市生態系の分析は、環境問題を引き起こすメカニズムと解決策を探ることを目的としているので、以上の一連の研究は理論だけでなく、ある実際の都市を対象に実証研究を行いながら進めるべきであると思われる。また、環境政策の評価に適用できるかどうかとも上記の方法の妥当性を評価する上での重要な基準になるであろう。

4. おわりに

環境研究は多くの分野において多様な視点・手法から取り組みが行われているが、都市を生態系として捉え、その環境負荷や持続可能性を包括的に評価する研究が十分であるとは必ずしも言えないのが現状である。本研究は、都市生態学の研究内容の変遷を振り返り、環境学としての都市生態学、特に生態系のアプローチが都市環境

研究の体系化を可能にするという点に注目した。また、都市生態系と自然生態系との構造上の相違点を比較し、都市環境問題を体系的に捉える研究課題を提示した。今後は都市生態系の概念図についてさらに研究を深め、実際の都市を対象に自然生態系との比較研究を進めていきたい。

参考文献

- 1) United Nations (2006). The world urbanization prospects: The 2005 Revision. New York: United Nations.
- 2) United Nations (2010). The world urbanization prospects The 2009 Revision. New York: United Nations.
- 3) 日本大百科全書(ニッポニカ)。「生態学」「生態系」。ジャパナレッジ (オンラインデータベース) Retrieved 07/10/2011, from <http://www.jkn21.com>
- 4) Park, R. E. and Burgess, E. W. (1921): Introduction to the Science of Sociology. Chicago: Univ. of Chicago Press
- 5) Hawley, A. H. (1950): Human Ecology: A Theory of Community Structure. New York: Ronald Pr. Co.
- 6) Burgess, W. B. (1925). The Growth of the City: An Introduction to a Research Project. Publication of the American Sociological Society, XVIII (The trend of population), 85-97.
- 7) 磯村英一編(1954)：都市社会学。東京：有斐閣。
- 8) 鈴木栄太郎(1965)：都市社会学原理 (増補第2版)。東京：有斐閣。
- 9) Collins, J. P., & Kinzig, A. (2000). A New Urban Ecology. *American Scientist*, 88(5), 416.
- 10) Sukopp, H. (2008). On the Early History of Urban Ecology in Europe. In J. M. Marzluff & [et al.] (Eds.), *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction between Humans and Nature*. New York: Springer.
- 11) 沼田真(1987)：都市の生態学。東京：岩波書店
- 12) 中野尊正, 沼田真, 半谷高久, 安部喜也. (1974). 都市生態学. 東京: 共立出版.
- 13) UNESCO, 用語集, 「人間と生物圏 (MAB) 計画」, Retrieved 07/10/2011, from <http://www.unesco.jp/contents/isan/glossary.html>
- 14) 小原秀雄, 都市計画の基礎としての都市生態系の総合的研究, KAKEN (科学研究費補助金データベース), Retrieved 07/10/2011, from <http://kaken.nii.ac.jp/ja/p/61030066/1986/3/ja>
- 15) 武内和彦, 住明正, 植田和弘 (2002), 環境学序説, (植田・住・武内編, 環境学入門1). 東京: 岩波書店.
- 16) 東京大学大学院環境学専攻ウェブサイト, Retrieved 07/10/2011, from <http://www.env.k.u-tokyo.ac.jp/kankyo/kankyo.html>
- 17) IES, Environmental Studies, Retrieved 07/10/2011, from <http://nces.ed.gov/pubs2002/cip2000/cip2000.asp?CIP2=03.0103>
- 18) 田中啓一(2001). 都市環境整備論: 地球環境との共生を求めて. 東京: 有斐閣.
- 19) 都市環境学教材編集委員会編 (2003). 都市環境学: 東京: 森北出版.
- 20) 花木啓祐(2004). 都市環境論 (植田・住・武内編, 環境学入門10). 東京: 岩波書店.
- 21) 尾島俊雄 (2008). 都市環境学へ. 東京: 鹿島出版会.

- 22) Collins ら(2000), 同参考文献 9)
- 23) McIntyre, N., Knowles-yáñez, K., & Hope, D. (2000). Urban ecology as an interdisciplinary field: differences in the use of "urban" between the social and natural sciences. *Urban Ecosystems*, 4(1), 5.
- 24) Alberti, M. (2009). *Advances in urban ecology: integrating humans and ecological processes in urban ecosystems*. New York: Springer.
- 25) Marzluff, J. M. [et al.] (Eds.). (2008). *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction between Humans and Nature*. New York: Springer.
- 26) Southwick, C. H. (1996). *Global ecology in human perspective*. New York: Oxford University Press.
- 27) Marten, G. G. (2001). *Human ecology: basic concepts for sustainable development*. London: Earthscan Publications.
- 28) 内藤正明 (2005) : 都市メタボリズムー循環型社会ー, 植田和弘 (他) 編 : 『岩波講座都市の再生を考える 5 都市のアメニティとエコロジー』, 岩波書店.
- 29) Wolman, A. (1965). *The Metabolism of Cities*. Cities. New York: Scientific American.
- 30) Boyden, S., & Celecia, J. (1981). The ecology of megalopolis. *The UNESCO Courier: a window open on the world* XXXIV, 24-27.
- 31) Boyden, S., Millar, S., Newcombe, K., & O'Neill, B. (1981). *The Ecology of a City and Its People: the Case of Hong Kong*. Canberra, Australia; Miami, Fla.: Australian National University Press.
- 32) 安部喜也・半谷高久(1974) : 都市における物質代謝, 中野尊正・沼田真・半谷高久・安部喜也 : 『都市生態学(生態学講座 28)』, 共立出版.
- 33) 半谷高久(1976) : 都市物質系の物質代謝, 半谷高久・松田雄孝著 : 『都市環境入門』, 東海大学出版会.
- 34) 末石 富太郎 (1992) : 物質代謝系社会基盤システムの安定性と環境影響, KAKEN (科学研究費補助金データベース), Retrieved 07/10/2011, from <http://kaken.nii.ac.jp/ja/p/04202130/1992/3/ja>
- 35) 田中勝, 田中信壽編 (2002) : 循環型社会構築への戦略 : 21 世紀の環境と都市代謝システムを考える. 中央法規出版.
- 36) Piracha, A. L., & Marcotullio, P. J. (2003). *Urban Ecosystem Analysis: Identifying Tools and Methods*. UNU/IAS Report.
- 37) 森口祐一(1997) : マテリアルフロー分析からみた人間活動と環境負荷, 環境システム研究, 25 号, 557-568.
- 38) 建設省都市環境問題研究会 (伊藤滋, 高橋潤二郎, 尾島俊雄 監修) (1993). *環境共生都市づくり: エコシティ・ガイド*. 東京: ぎょうせい
- 39) Beatley, T. (2000). *Green urbanism: learning from European cities*. Washington, D.C.: Island Press
- 40) White, R. R. (2002). *Building the ecological city*. Boca Raton and Cambridge: CRC Press and Woodhead (Woodhead Publishing in environmental management).
- 41) Newman, P., & Jennings, I. (2008). *Cities as sustainable ecosystems: principles and practices*. Washington, D.C. : Island Press.
- 42) Pickett, S., Burch, W., Jr., Dalton, S., Foresman, T., Grove, J., & Rowntree, R. (1997). A conceptual framework for the study of human ecosystems in urban areas. *Urban Ecosystems*, 1(4), 185.
- 43) Grimm, N., & Redman, C. (2004). Approaches to the study of urban ecosystems: The case of Central Arizona--Phoenix. *Urban Ecosystems*, 7(3), 199.
- 44) UN FAO, Pressure-State-Response Framework and Environmental Indicators, <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/lead/toolbox/Refer/EnvIndi.htm>
- 45) Millennium Ecosystem Assessment (2003). *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, D.C. : Island Press.
- 46) 出所 : 参考文献 24) と 25)
- 47) 青山芳之 (2008). *環境生態学入門*. 東京 : オーム社.

(2011.?.? 受付)

URBAN ECOSYSTEM RESEARCH: PAST, PRESENT AND FUTURE STUDY

Yan LI

We human-beings have been ignorant of the fact that we are only a part of the natural ecosystem, and have exploited from it during the industrialization and urbanization, causing a series of environmental problems that threaten the sustainability of our life. Recently, some concepts learning from natural ecosystems came to be advocated from the reflection on the past mistakes. However, in comparison with the natural ecosystem, what are the fundamental defects of our society, especially the cities where more and more people live in or will live in? This is a question that has not been discussed and answered fully. After reviewing the study of urban ecology in the past and present, this paper compares the structural difference between natural ecosystems and urban ecosystems, and proposes the issues to be discussed in the future as well, in hope of enhancing the systematic research of sustainable urban development.