

自然保護研究連絡委員会

流域圏生物システムの再構築専門委員会報告

「流域圏生物システムの再構築」

2005年 7月21日

日本学術会議

自然保護研究連絡委員会

流域圏生物システムの再構築専門委員会

この報告は、第19期日本学術会議自然保護研究連絡委員会流域圏生物システムの再構築専門委員会の審議結果を取りまとめて発表するものである。

流域圏生物システムの再構築専門委員会委員

- | | | |
|-----|-------|--------------------------------------|
| 委員長 | 瀬戸昌之 | (東京農工大学大学院共生科学技術研究部
環境資源共生科学部門教授) |
| 幹事 | 大森正之 | (埼玉大学理学部分子生物学科教授) |
| | 白石則彦 | (東京大学大学院農学生命科学研究科助教授) |
| 委員 | 五十嵐泰夫 | (東京大学大学院農学生命科学研究科教授) |
| | 海野肇 | (東京工業大学大学院生命理工学研究科教授) |
| | 太田猛彦 | (東京農業大学地域環境科学部教授) |
| | 角田出 | (石巻専修大学理工学部教授) |
| | 谷口旭 | (東北大学大学院農学研究科教授) |
| | 豊川勝生 | (東京農業大学地域環境科学部教授) |
| | 服部順昭 | (東京農工大学大学院共生科学技術研究部
環境資源共生科学部門教授) |
| | 三野徹 | (京都大学大学院農学研究科教授) |
| | 横張真 | (筑波大学大学院システム情報工学研究科教授) |

報告書の要旨

1. 報告書の名称

「流域圏生物システムの再構築」

2. 作成の背景

とりわけ都市社会は持続可能であるかどうか懸念されている。その背景には資源の有限性、廃棄物の蓄積などの諸問題がある。また、物質循環の完結を包含した循環型社会の再構築が議論されるようになって久しい。たとえば、廃棄物のリサイクルの必要性などは広く議論されている。しかしながら、望ましい豊かな循環型社会の未来図やどのようにこれを再構築するかなどについての俯瞰的な具体的方向を示した例は不十分である。

3. 現状及び問題点

循環型社会の未来図は国民に十分に共有されていないし、したがって再構築への具体論も方向性に乏しい。また、人の生存や社会の持続性は自然や生態学的な容量や制限から自由ではあり得ないが、この容量や制限に関する理解も不十分である。さらに、豊かで持続的な社会の再構築には広くかつ長期的な視点からの議論が不可欠である。それにもかかわらず、財を求める人の経済活動は狭くかつ短期的な視点によって支配されている。

4. 改善策、提言等の内容

人の生活は流域圏の資源に支えられ、また、流域圏を改変する相互作用をつうじて営まれてきた。とりわけ都市社会は物質循環が完結していない。そこで、都市が必要とする資源は流域圏のさまざまな生態系から供給され、都市が不要とする物質はそれを必要とする生態系に還元されねばならない。このとき様々な生態系は多様な特性を有するから、これらを念頭に都市と他の生態系を適切に配置して、流域圏内で物質循環が完結する区画モデルが提言された。

いっぽう、人の経済活動を広くかつ長期的な視点から行えるように適切なインセンティブを導入することが必要である。このために、「汚染者負担の原則」や「拡大生産者責任」の具体的な実施のための合意が重要であることが提言された。これらの提言は流域圏における物質循環の完結と公正な持続社会の再構築に向けた行動を可能にする。

はじめに

流域圏生物システムの再構築専門委員会は2004年6月に第1回会議を開催し、2004年11月までに4回の会議を開催した。毎回、2～3名の委員からの問題提起について、さまざまな面から検討した。この検討をつうじて、流域圏の再構築に関わる現状をふまえ今後の日本学術会議こそが取りくむべき課題を明確にするよう意図した。

本報告書の構成の概要は以下のとおりである。

まず、「総括」として流域圏の再構築に不可欠とされた物質循環の完結を論じた。つぎに、「各論」として10名の執筆者が各々の分野からさらなる展開を論じた。

より快適な生活空間はより小さな空間に都市、ガーデン、農地そして森林が適切に配置された空間である。日本では来たるべき人口減と都市の縮小・撤退による余剰の都市の土地利用を見据える必要がある。一つの方策として都市でも農村でもない第三の空間をいわば現代のガーデンゾーンとして構想し、都市の縮小・撤退に積極的に対応することが重要である。また、流域圏における水の量と質の問題は、とりわけ下流の都市にとっては、極めて重要である。そこで量の問題である流域の洪水の防止と用水の確保のために森林、水田、雨水利用施設による流出の平準化が不可欠であることを論じた。さまざまな知を集積した日本の農業水利は農業開発のみならず、エコトーンを含む美しい国土の管理に大きな役割を果たしてきた。そして水質の検討から、重金属、農薬、栄養塩類などが流域の生物の量、機能そして相互関係をも乱していることを明らかにした。そして、水・食の安全性に向けた総合的な施策が強調された。流域圏の主要なバイオマスである木材の利用のあり方について、木材の生産から廃棄までのライフサイクルの評価の重要性が強調された。さらに、森林の役割、および未利用木質バイオマスが巨大であることを示しながらこれをエネルギー源として利用する可能性を森林によるCO₂の吸収を最大にする管理とともに、検討された。物質循環は流域圏を考えるとときに最重要課題の一つである。百～千年の単位で循環するフミン物質を中心に循環のタイムスケールに応じた循環系の構築が強調された。このような物質循環は基本的には微生物によって行われている。また、陸の流域圏と沿岸海洋を結合する多目的システム構築の提案がなされた。ここでは、チッ素過剰の問題に廃棄物の利用などにより対応し、海洋資源の利用へつなぐ展望が語られた。

本報告は流域圏の構築の全体を網羅しているわけではない。それでも流域に関わる重要事項、ゾーニング、水の量と質、森林バイオマスそして物質循環の現状・課題を具体的に論じている。日本学術会議が流域圏の再構築にむけて市民の参加をおおぎながら取りくむべき方向は示されている。

目 次

	頁
総括 流域圏生物システムの再構築	1
各論	
○現代のガーデンゾーンとしての郊外	10
○流域における洪水の防止と用水の確保 —地球温暖化への対応—	16
○新しい国土利用・管理、農業・農村政策と「流域圏生物システムの再構築」	20
○「水・食の安全性確保と生物多様性の保持 —人と水圏生物にやさしい環境づくりを考える—」	24
○流域圏を巡る課題並びに生物システム再構築について	32
○生物システム再構築における森林の役割	36
○流域森林の多面的機能発揮のためのシステム再構築 —社会システムとしての森林整備—	40
○森林バイオマスの活用—地球温暖化への対応—	44
○サイクルタイムを考慮した有機物質循環系の構築	48
○流域圏における微生物システムの把握 —環境の維持と修復における微生物科学の重要性—	52
○海洋環境修復と資源循環を結合する多目的システム構築の提案	56
参考文献	60

流域圏生物システムの再構築 総 括

要 約

人にとっての環境は自然環境と社会環境の二つからなる。

自然環境は経済活動によって大きなインパクトを受けている。このインパクトは大量のガス状汚染物質の大気への排出であったり、使用後の製品の内湾や内陸への廃棄であったりする。これらに共通していることは物質循環の遮断である。そこで、分水嶺によって囲まれた流域圏における性質の異なるいくつかの区画（生態系）の支えを通じて、物質循環を完結させることが提案された。たとえば、都市が必要とする食料は畑などから供給される。食料に含まれるリン・窒素はやがてし尿などに含まれて排出される。リン・窒素は河川や地下水に流入すれば水質を悪化させるから汚染物質であるが、畑などに還元されれば作物などの肥料となるから資源である。また、森林から切り出された材木は都市で利用されるから、その結果生じる二酸化炭素などは光合成のために森林へ還元されねばならない。つまり、都市が必要とする物質はさまざまな区画（生態系）から供給され、都市が不要とする物質はそれを必要とする区画が受け入れる。このような組み合わせを通じて、物質循環を完結させ、ひいては都市を持続的にするのである。また、資源の都市へのインプットを、再利用やリサイクルなどで削減できれば都市からのアウトプットが減少し、物質循環の完結がより容易になることは明らかである。

社会環境の劣化を引きおこす最大の要因はいわゆる「入会地の悲劇」(Hardin, 1968)である。すなわち、人の経済活動は目前の利益を最大限に追求し、それによる「入会地」というべき自然や社会への不利益であるマイナスを考慮しないことである。「入会地の悲劇」はまた物質循環の遮断を引きおこす最大の要因でもある。このマイナスはすぐには現れない。そのために、多くの人々はマイナスに対して鈍感になる。したがって、マイナスが顕在化したとき、加害者が特定できずに責任の所在があいまいにされる。たとえば、ごみの不法投棄の山は全国いたるところに見られるが、この撤去の費用はけっきょくは国民が共有すべき税金で支払いこそすれ、不法投棄者が支払った例はほとんど無い。かくて不公正な経済活動を通じて貧富の差が拡大し、社会環境は劣化する。これを回避するために OECD（経済協力開発機構）は公正な経済活動に不可欠なルールとして汚染者負担の原則（PPP）を宣言している。さらに、ごみ問題の解消に不可欠なルールとして拡大生産者責任（ERP）を宣言している。

広くかつ長期的視点からの PPP と ERP の徹底は物質循環の完結と公正な社会の構築につながる。このことは、けっきょくはその地域の気候風土に融和した生活様式に向かうことになる。それぞれの地域は多様であるから、これらに融和した生活も多様になる。この社会はまた人が人を必要とし、自分を支えている自然や社会を大切にすることを育む社会である。

はじめに

人の生活は社会に支えられ、社会は自然に支えられている。このことは自然が破壊され

れば社会は成りたらず、ついには人が消滅することを意味する。

しかしながら、激しい財への欲望は貧富の差を拡大し、社会を疲弊させ、さらには自然をも破壊しはじめている。自然の破壊は地表の不可逆的な改変、資源の一方通行的な移動、これによる人の生存に不適切な状況の出現、汚染、などである。これらに共通していることは物質循環の遮断である。

流域圏は様々な生態系から成る巨大な生物システムである。また流域人口の大部分は都市生態系に集中している。しかしながら、都市生態系は持続的でない。都市生態系と流域圏のあり方について何が問われているか、また、どのように対応すべきかについて物質循環の完結を中心に考えてみよう。

流域圏一人の生活の場の基本単位一

流域圏は分水嶺によって囲まれた河川の流れゆく地域である。この地域は森林、農地、里山などのいくつかの生態系を構成要素としている。人の生活は流域圏の資源に支えられ、また、流域圏を改変する相互作用をつうじて営まれてきた。流域圏はかつては人の生活の場の基本的な単位であった。近年の交通網の発達はその生活を拡大することになった。この拡大は石油などの有限の資源の消費を前提としているから、この前提が成りたたなければ人の生活の場の基本的な単位は結局は流域圏に収れんする。

都市生態系へは農耕地や海洋生態系から食料が、森林生態系から水や木材資源などが供給され、海外から石油や鉱物資源などが供給されている。いっぽう、都市生態系からは他の生態系へ大量の廃棄物が吐き出されている。都市生態系が流域圏の中で占める面積はたとえば数%のようにきわめて小さいが、流域人口のおおよそ 85%が都市に集中している。そのため、都市は大量の資源を呑みこみかつ吐き出して流域圏に大きなインパクトを与えている。

このインパクトは物質文明の拡大とともに激化している。しかしながら、資源の有限性など流域圏生物システムの環境容量の有限性を考えればこのインパクトの拡大は流域圏のとりわけ都市の持続性を困難にすることは必至である。

流域圏と都市の持続性を高めるためにさまざまな工夫が必要である。このとき、全ての工夫に不可欠なことはとりわけ流域圏を構成する畑地や森林などの様々な生態系の諸特性を考慮して、都市のインプットと都市からのアウトプットを流域圏の物質循環の完結という環境容量の枠内に収めることである。

図 1(上)は自然の生態系の基礎概念である。これを図 1(下)の都市の生態系とくらべてほしい。

どこがちがうか。

物質が循環するか、一方通行するかがちがう。物質は有限であるから、これをくり返し使える循環の完結が生物と社会の持続に不可欠である。

物質循環に必要な光合成、水の蒸発散、風などは太陽の光エネルギーによってひきおこされている。しかも地球に届く太陽光の全エネルギー量は世界の人による石油・石炭や原子力などからの全エネルギーの発生量の 1 万倍と巨大である。

さて、図 1(下)をもう少し、ながめてみよう。

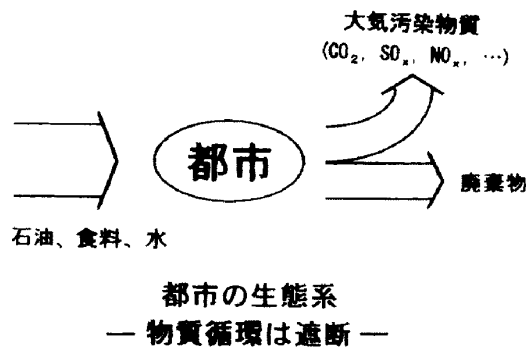
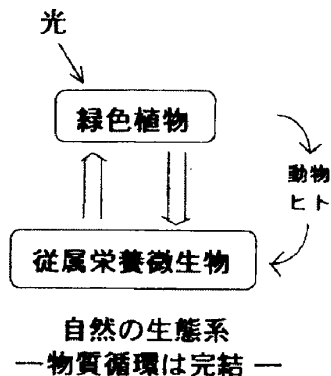


図 1 自然と都市生態系の比較

多くの人は、石油・石炭・天然ガスなどの化石燃料がやがて涸渇すると心配している。その心配は妥当であろうか。なぜなら、化石燃料が涸渇する前に、化石燃料の燃焼による地球温暖化や大気汚染などが原因で、人は消滅していると考えられるからである。

すなわち、現在確認されているすべての化石燃料を使用する、すなわち、燃焼させると、二酸化炭素が発生する。この二酸化炭素がすべて大気に蓄積したら、大気中の二酸化炭素濃度は現在の 370ppm から 14 倍の 5000ppm に増加するであろう。このことは人は化石燃料を使い切るずっと前に、大気中の高濃度の二酸化炭素がもたらす地球温暖化や呼吸障害で消滅していることを意味する。加えて、化石燃料の燃焼による大気へのイオウ酸化物や窒素酸化物の蓄積は人の消滅を早めることになる。

人が消滅した後の化石燃料の涸渇を心配しても意味はない。心配すべきは地球温暖化や大気汚染などによる人の消滅である。このような物質の一方通行ではなく、循環を完結させることが持続可能な社会の構築、ひいては人の存在を持続させるために必要なゆえんである。

畑地生態系と森林生態系ー食料生産か環境保全かー

畑地生態系における人のための食料の生産速度は森林生態系のそれよりはるかに高い(表1)。たとえば、同じ面積では畑地生態系の食料の生産速度は森林の1000倍程度である。

表1. 畑地生態系と森林生態系の比較

機能	生態系	
	畑地	森林
食料の生産速度	高	低
物質循環の完結性	低	高
浄化能、緩衝能	低	高
多様性、安定性	低	高
遺伝子の収容能	低	高
水の流出の平準化能	低	高

Odum(1969)を簡略化し、加筆した。

しかしながら、畑地生態系では栄養塩類などの物質循環の完結性はきわめて低い。たとえば、施肥された窒素などはせいぜい半分が作物に吸収され、他は地下水などに流出してしまうからである。いっぽう、森林生態系では栄養塩類の大部分は樹木内などに保持される。そして、森林生態系では落枝落葉内の栄養塩類は従属栄養微生物によって無機化され、土壌に放出されるが、ただちに根から吸収され再び樹木内に保持される。このようにして、森林生態系では物質循環が完結して、栄養塩類などの系外への流亡はきわめて少ない。

浄化能、緩衝能はどうであろうか。緑色植物はグリーンフィルターなどといわれ、大気中の汚染物質である硫黄酸化物や窒素酸化物などを吸収し、大気から除去する。このような浄化能は緑色植物のバイオマスがはるかに少ない農耕地では低く森林生態系では高いことは明らかである。また、外界からの攪乱に対する緩衝能も農耕地生態系では低い。

生物の多様性は、畑地生態系では単一種の栽培に限るから、当然低い。化学的、物理的多様性も低い。また、畑地がさまざまな管理のもとでようやく維持されるのは、安定性が低いからである。森林はほうっておいてもずっと森林である。さまざまな遺伝子はさまざまな生物体に含まれている。遺伝子の収容能は森林生態系ではきわめて高いことは言うまでもない。

さらに、洪水を防止し、用水を確保するために水の流出の平準化はきわめて重要である。森林は大雨を呑みこみ、ゆっくり吐き出して流出の平準化を行っている。

すなわち、森林生態系を開墾して、畑地生態系に改変することは、より多くの食料の確保を可能にしたが、それ以外の人の生存に不可欠なさまざまな環境保全機能を失うことになった。逆に、環境保全機能を確保しようとするれば、より多くの食料は望めない。このようなジレンマに人は立たされている。なお、海洋などは、巨大な水体による温度の恒常性、濃い塩類による強い緩衝性、その他の定常性を有するから、環境保全型の生態系と考えられる。

さて、水田生態系は以下の点で畑地生態系とは異なる。

すなわち、水田の大量の水は気温の激変を和らげ、とりわけ中山間地の水田は降雨を呑みこみ、ゆっくり吐き出して流出の平準化を行っている。これらをつうじて洪水害や土壌浸食を軽減するなどの国土保全の機能を果している。また、灌漑、排水をつうじて雑草の進入や地表における塩類の集積を防ぎ、かつ、有機物や栄養塩類の分解や放出を制御している。さらに、とりわけ工業化されていない水田は多様な生物の棲息の場でもある。以上のように、水田は畑とは異なって、食料生産の機能のみならず、環境保全の機能もあわせもつので多目的生態系の一つである。畑地と樹林帯を組み合わせたアグロフォレストリーや里山も多目的生態系と考えられる。これらの多目的生態系によって上述のジレンマを克服し日本を含む東南アジアは高い人口密度を維持してきた。

水循環と水環境の修復—地下水の涵養と利用—

21世紀は石油よりも水が世界戦略の対象になりそうである。

すでに、農業の機械化、工業化は黄河を細くし、アラル海を縮小させた。いっぽう、アメリカ合衆国では、治水・利水に有効とされていたダムについて、「ダム開発の時代は終わった」としてダムの撤去まで始めている。この理由は、ダムから得られた利益はダムへの投資額より小さいからと単純明解である。

それでは、日本の水事情について概観し、望ましい水環境の創造を考えてみよう。このとき、日本は季節による降水の偏りが大きく、地形が急峻であること、さらに、地球温暖化は降ればどしゃ降り降らなきゃ干ばつを激化させるから、洪水防止や用水確保がさらに困難になることを念頭にいれておこう。

日本における降水、河川流出、そして各種用水量は図2のようである。

日本の年間の農業・生活・工業用水量は891億トンである。この大部分は河川から得られている。それでも河川は1128億トンを流下させている。しかしながら、これを用水として取水するわけにはいかない。河川がなくなってしまうからである。

それでは用水の確保に日本はどのような策が可能であろうか。日本のすべてのダムを満杯にしても総貯水量は200億トンである。これに対して、たとえば関東平野の下に眠っている地下水量は4000億トンにもなる(表2)。日本の1年間の各種用水量891億トンと比較するといかに巨大であることか。

いっぽう、洪水防止のために日本はどのような策が可能だろうか。日本の治水ダムの総容量は24億トンである。これに対して、森林や水田の治水容量は治水ダムの20~30倍にもなる(表3)。

さて、100の面積に降った10mmの雨が、全く浸みこまずに低地の1の面積に流れ込んだら水深はいくらになるであろうか。10mmの100倍であるから1mになる。床上浸水に見まわれることになる。100mmの雨なら屋根上まで浸水する。10mmや100mmの雨が全て土壌などに浸みこんだら、このような浸水は起こらない。

けっきょく、洪水の防止と用水の確保のためにわれわれがとりくむべき策は明らかである。それは降水を地下に浸みこませることである。

山地においては森林を豊かに育み、とりわけ山の中腹の農村においては水田を保全し、

都市においては雨水の浸透施設や貯留槽の設置、普及を行うことである。これらによって降水の流出を平準化すれば、洪水などを限りなく減少させ、地下水などの用水の確保を限りなく容易にすることができる。また、地下水の涵養は湧水をいたるところで復活させ、文字どおり潤いのある親水域、生活の場を出現させることになる。

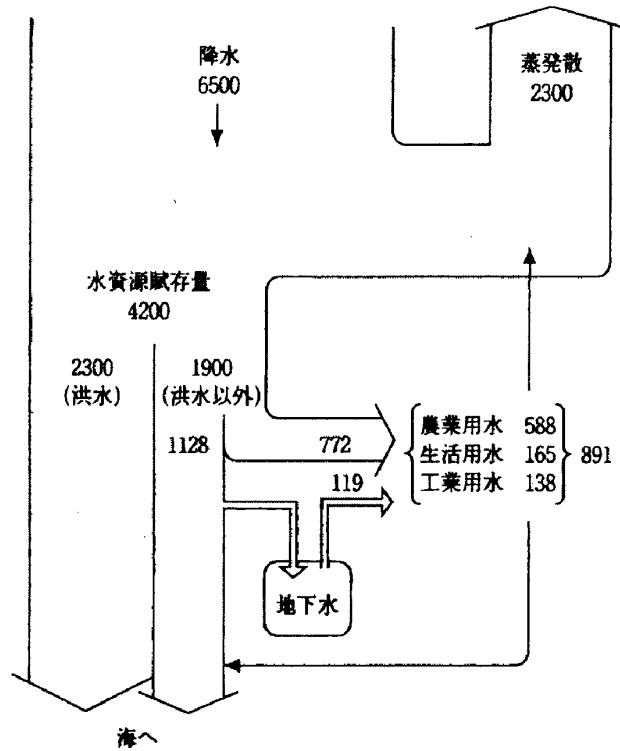


図2 日本における水の循環(単位は億t/年).
 農業・生活・工業用水として毎年891億tが河川等から取水されている。水資源賦存量4200億tのうち、2300億tは洪水としていっきに海へ流出するから用水として利用できない。また、冬の渇水期は取水により河川が涸れることが多い。(瀬戸, 1992, 瀬戸ら, 1998 などより作表)

表2 日本のダムの総貯水量といくつかの地下水量の比較(単位, 億t).

ダム	200
地下水 ¹⁾	
関東平野	4000
濃尾平野	1600
近畿平野	1000

1)山本(1992)より作表.

表3 日本の森林、水田、治水ダムの治水容量の比較(単位, 億t).

森林	444
水田	68
治水ダム	24

(林野庁, 1972 などより作表)

日本のごみ問題

ごみは一般ごみ(一般廃棄物)と産業ごみ(産業廃棄物)に分けられる。一般ごみは家

庭からのごみと営業所やオフィスビルなどからの事業系ごみに分けられる。いずれも紙、生ごみ、そしてカン・ビン・発泡トレイなどの容器が主なごみであり、おおよそ重量で 3 分の 1 ずつになる。産業ごみは産業活動から排出される汚泥、家畜の糞尿、建設廃材、鋳滓などの 19 種類とされ、他は一般ごみとされる。

事業系ごみの処理は法的には排出した事業者の責任とされている。それにもかかわらず事業系ごみは、税金で処理される家庭ごみの自治体の処理システムに便乗してきた。また、自治体もこれをゆるしてきた。そのために、事業者はごみを減らす努力どころか、プラスチックの使い捨て容器を使ったり、短い寿命の製品の販売を行なうなど、ごみが増える事業活動をかえりみなくなってしまう。また、産業ごみの処理は排出者の責任とされているが、処理を産廃処理業者に転嫁することもできる。このために処理の責任があいまいとなり、ひいては不法投棄などを助長している。

日本におけるごみ処理方法は「燃やして」、「埋める」方法である。これは物質の一方通行的な移動であるから、循環型社会の構築に組みこまれない。また、最近の行政の提案、たとえば、焼却灰からセメントをつくるエコセメントの提案は巨額の税金投入を前提とし、プラスチックのリサイクルを旨とした容器包装リサイクル法や燃料化は自治体の財政を圧迫し、消費者が処理費を支払う家電リサイクル法は不法投棄を助長するなど、さらなる問題も生じている。

これらの問題は生産者（メーカー）がその製品が廃棄された後の責任を自治体や産廃処理業者に転嫁できることに起因する。これらの問題の解消には「拡大生産者責任（extended producer responsibility, EPR）」の導入が最も有効である。EPR に従って製品の価格に予め回収のための費用と処理のための費用を上乗せし、ごみ処理は生産者（メーカー）の責任とすればよい。これによって不法投棄を予防し、処理費が安価な製品、再利用や再資源化が容易な製品の生産を動機づけられるからである。

EPR はまたいわゆる静脈産業を育成して雇用を促進し、循環型かつ公正な社会の構築を強力に進めることは確実である。

区画モデル—物質循環の完結—

都市生態系は物質循環が完結しないから単独では持続できない。すなわち、都市は外部から大量の資源の供給、および、廃棄物などの排出の場がなければ持続できない。そこで都市の物質循環を流域圏生物システムの性質の異なるいくつかの生態系と組みあわせて、完結させる工夫が必要となる。

流域圏生物システムの一般的な姿は上流域に森林などの環境保全生態系が中流域に畑などの食料生産生態系と水田、アグロフォレストリー、里山などの多目的生態系が、そして、河口域に都市生態系が配置され、さらに海洋生態系へと連続している（図 3）。

たとえば、都市生態系が必要とする食料は畑地や水田生態系などから供給される。食料に含まれるリン・窒素などの栄養塩類は都市で消費されたあと、し尿などに含まれて排出される。リン・窒素は水界などに流入すれば水質を悪化させるから汚染物質である。しかしながら、再び畑地や水田生態系などに還元されれば作物などの肥料となるから資源である。すな

わち、都市が必要とする物質は様々な生態系から供給され、都市が不要とする物質はそれを必要とする生態系が受け入れる。このような組み合わせをつうじて、流域圏の物質循環を完結させひいては都市を持続的にする。これが区画モデルである。

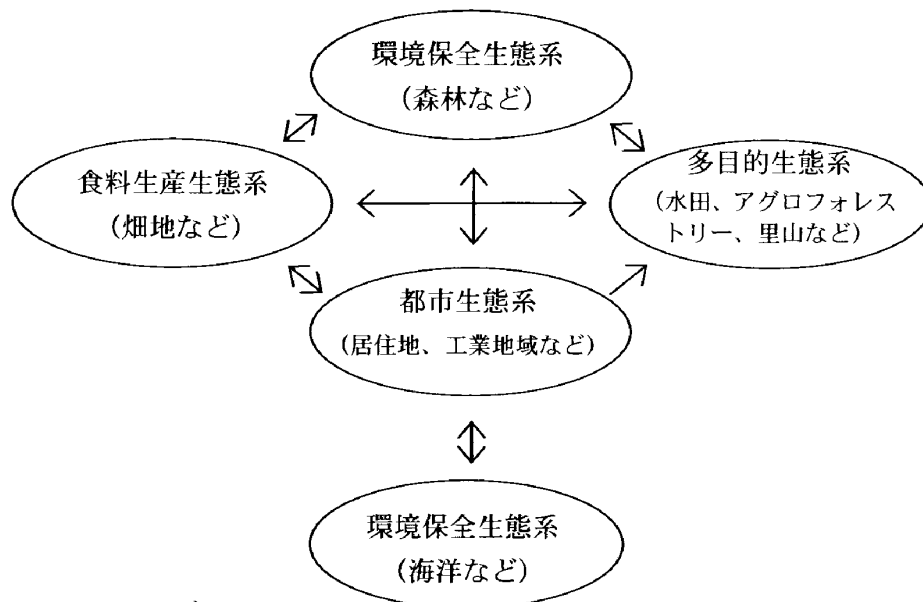


図 3. 区画モデル

性質の異なる 5 つの区画（生態系）を生態学的特性に基づいて配置・管理し、流域圏における物質循環を完結させる（Odum 1969 などを参考に作図）。

また、食料生産や物質循環の完結のみならず、たとえば、気温の激変を和らげ汚染大気などを浄化する環境保全機能も人にとって不可欠である。したがって、森林や海洋生態系のみならず、水田、アグロフォレストリー、そして、里山生態系などの適切な配置は都市を人にとって快適に保つために常に考慮されねばならない。また、これらの生態系の社会における多面的な機能も適切に評価されねばならない。たとえば、海洋などを場とした水産業及び漁村は食料・資源の供給、自然環境の保全のみならず地域社会の維持、生命財産の保全、そして生活と交流の場のようにきわめて多面的な機能を有しているのである（日本学術会議，2004）。

さらに、都市への物質の流入・排出を削減して、都市の他の生態系への依存度を低下させれば、都市を支える他の 4 つの区画はより小さくてすむし、逆に都市の拡大もありうる。このように、それぞれの区画の割合は固定的ではなく、都市のあり方や他の生態系の利用のしかたによって変化する。このことは図 3 の都市生態系が巨大であっても都市が存在する流域圏において、区画モデルをつうじて、物質循環の完結を目指すべきであることを意味する。上述の都市への物質の流入・排出を削減するために、たとえば発生抑制によるスモールな循環、狭い範囲におけるショートな循環、そして高耐久化によるスローな循環などの意義や可能性が検討されている（日本学術会議，2005）。

この区画モデルの具体的な大きさ、配置を決定するために、それぞれの区画における物質

の流入、排出の定量化が不可欠である。したがって、今後は、各々の流域圏の様々な生態系の諸特性を定量化し、都市の他の生態系へのインパクトを最小化する研究が最も重要な課題となる。

われわれがめざすべき質の高い持続可能な社会は、流域圏生物システムの多様な生態系の特性を考慮した、物質循環が完結する社会の再構築である。豊かな生活はそれぞれの流域圏の気候風土に融和した独自の文化を育む過程の中にこそ期待できるのである。

流域圏生物システムの再構築

各 論

現代のガーデンゾーンとしての郊外

[概要]

近代都市計画の基本原則のひとつに、都市と農村の明確な分離がある。中世ヨーロッパの城郭都市のように、1本の線で両者を明確に区分けすることを理想とする思想は、わが国の都市計画法の根幹をなすものともなっている。しかし、わが国の都市は元来、農地との機能的関係性を維持しながら、それらを内包しつつ発展してきた。そうした市街地と農地の混在は現代にあっても、とくに都市の郊外部で広く認められる。

市街地と農地の混在は、確かに多くの弊害を両者にもたらす場合が多い。しかし、地域資源を活用した小規模循環型まちづくりや地産地消型の農業が時代のキーワードとなるなかで、都市の内部とその外縁に広がる農的緑地の積極的位置づけが問われるようになっていく。ここでは、純農村における農業とは異なる、都市との機能的関係性の再生を前提とした、新たな農業のあり方が展望される必要があるだろう。

ハワードの田園都市論にしても、都市との機能的関係性を前提とした「ガーデン」としての農地が、その外縁には計画されていた。そうした「市街地」「ガーデン」「純農村の農地」の3者からなる空間構成は、たとえば筑波研究学園都市の初期の計画にも認められるものである。今後のわが国の都市の将来を展望する上では、その内部と外縁に広がる農地を、都市のガーデンとして位置づけた上で、その積極的な保全活用を図る必要があるだろう。

[縮小・撤退する都市]

国土の約7割を山地に覆われ、居住や農耕に適した平坦地が河川の中下流域に集中するわが国にあっては、流域圏を考えることはすなわち、「市街地」「農地」「林地」という3種の土地利用を常にセットで考えることを意味する。

本項では、このうちとくに「市街地」と「農地」に着目したい。わが国の人口は河口付近のわずかな平坦地に集積するため、たとえそれが遠隔地にあっても、河川の流域にはまず例外なく都市が存在する。面積的には林地や農地が過半を占めるとしても、わが国にあっては、都市を抜きにしては流域圏の議論は完結しない。人口や資本が集積し、社会の動向を鋭敏に反映する都市と、その周囲を取り巻き、良しにつけ悪しきにつけ都市の影響を常に受けてきた農村。両者の関係性を考えることは、流域圏を考える際にも看過してはならない命題だろう。

ところで、都市という存在は、常に成長・拡大といった概念と不可分だった。とくに産業革命以降、商工業の発展のなかで富が都市に集中し、都市と農村の所得や生活水準の格差が顕在化すると、世界各地で都市への爆発的な人口集中が起こるようになった。19世紀以降のロンドン、パリ、ニューヨーク、東京といった世界の主要な都市の歴史は、その爆発的な成長・拡大との戦いの歴史であったと言っても、過言ではないだろう。

しかし、人口減少と未曾有の超高齢化に直面しつつある21世紀、わが国の都市をめぐるのは、こうした歴史的な姿とは正反対の有り様が浮かび上がろうとしている。それは、都市の縮小・撤退である。昭和30～40年代、高度経済成長の波によって都市の郊外に次々と建設されたニュータウンや住宅団地の多くが、今や高齢者ばかりが住むオールドタウンと化し、充填される目途の立たない小規模な低未利用地が随所に発生している。周囲の農村地帯を侵食し、つねに外縁へと成長・拡大を続けてきた都市が、21世紀をむかえた今、縮小・撤退にむかい始めたのである。

従来、都市計画という行為は、つまりは無秩序に成長・拡大しかねない市街地をいかに制御し、混乱を抑制し、秩序ある開発を促すかを目的とした行為であった。その際、ひとつの規範とされたのが、中世ヨーロッパの城郭都市に見られるような、都市とその周囲の農村地帯との明確な空間分離であった。都市と農村が混在することは、都市の様々なインフラを整備する上で非効率であり、混乱した劣悪な都市環境の形成を招きかねない。農村の側から見ても、市街地と混在した農地は小規模に分散するため生産効率が悪くメリットがない。田園都市やグリーンベルトといった都市計画をめぐる既成の概念や手法の多くは、城郭のごとき一本の線で両者を明瞭に区分しつつ、その内側に高度利用のなされた市街地を、周囲には混じりけのない広大な農村地帯を形成することで、都市の無秩序な成長・拡大を抑制しようとするものであった。

しかし、現代の都市が直面しつつある縮小・撤退という現実の前で、成長・拡大を前提として形成されてきたこれらの概念や手法は、もはや絶対的な存在ではなくなりつつある。縮小・撤退に伴い市街地のなかに五月雨状に発生する空地。これを、土地の高度利用を

是とする既成概念のなかで受け止めることは、そこに利用に対する需要がなくなりつつある以上、もはや不可能だろう。さりとて、混在を否とする空間概念のもとでは、市街地が侵食する前に存在した農地に戻すという選択肢も取れない。現実が理念を達成できないのではなく、理念が現実を受け止められなくなっている。

[ガーデンの存在]

ここで今一度、現代の都市計画が規範としてきた中世ヨーロッパの城郭都市を見てみよう。確かに一見すると、そこには城郭という線により峻別された市街地と農地だけしか存在しないように見える。しかし、城郭のすぐ外縁をより注意深く見ると、そこには「ガーデン」と記された空間が存在することに気づく (Home, 1997)。辞書によれば「ガーデン」には、「観賞用・娯楽用の庭園」という意の加え、「果樹園や菜園」あるいは「よく手入れされた農耕地」といった意がある。城郭の外縁に広がるガーデンは、都市居住者に生鮮野菜や果樹を供給することを目的に確保された農地であり、それは、さらにその外縁に広がる穀倉地帯や放牧地帯とは明らかに異なる土地とされていた。

こうした3種からなる土地利用構成は、大航海時代の大英帝国の植民都市にも継承されている。例えばアメリカ南部の植民都市サバンナでは、輸出産品を生産するプランテーション農園の区画と、入植者たちが暮らす市街地の区画との間に、ガーデンと記された区画が認められ、3者はその大きさが明確に区別されている (Home, 1997)。

「田園都市 (garden city)」の構想もまた、こうした3者からなる空間概念にもとづいている。都市計画の祖とされるハワード (E. Howard) が19世紀末、当時のイギリスの都市の過密や衛生環境の劣化に対する抜本的解決策として提唱した「田園都市」は、「都市と農村の結婚」により形成される、都市と農村の長所を併せ持った第三の空間として構想された。しかし、ハワードが目指したのは決して、田園都市を受容する「地」としての農村が、都市と結婚することではなかった。都市と結婚するのは、都市との関係性において新たに形成される農村、すなわちガーデンであったと考えられる。ハワードの田園都市論に登場するのは、田園都市という「図」を描くためのキャンパス (=「地」) としての農村、「図」としての田園都市の中心を占める都市、それに加え、都市の周囲を取り巻くガーデン、以上の3者である。こうした空間構成は、まさに中世の城郭都市そのものである。Garden cityを「庭園都市」とはせずあえて「田園都市」としたことは、極めて的を射た訳であったといえる。

[江戸の農地]

一方、城郭を伴わなかった日本の都市は、そもそも市街地と農地の空間的分離という発想をもつことがなかった。古くは平城京や平安京。中国からグリッド状の街路システムを導入したこれらの都市は、しかし、グリッドで区切られた土地のなかに多くの農地を残していたことが知られている。

