

自然と共生する流域圏・都市再生シナリオ に関する流域圏的考察

日本大学理工学部／慶応義塾大学大学院

吉川勝秀^{*1}

過去約 100 年間に急増した人口が今後減少に向かう日本では、流域・流域圏というスケールにおいて、喪失した水物質循環や生態系、景観を復元しながら、自然共生型の持続可能な発展を目指すことが求められる。本論文では流域・流域圏の捉え方について整理するとともに、その再生シナリオの必要性について述べた。また国内外の先進的な実践事例・計画をその流域圏の形態・スケールとの係わり、再生・形成目標から分析し、それらを考慮した上で自然と共生する流域圏・都市再生シナリオのモデルを提示した。

【キーワード】自然共生型流域圏・都市、再生シナリオ

1. はじめに

わが国では、稲作が伝播して以来、長い間、河川流域（水系）を基盤として社会が発展してきた。この百年の人口の増加、経済発展とともに流域圏の都市化が進み、都市の存立基盤である流域圏の環境に大きな負荷をかけてきた。特に 20 世紀の後半の都市化は急激で、環境への負荷は大きく、21 世紀には負の遺産を解消し、自然と共生する流域圏・都市の再生が求められている。

本論文では、流域圏についての概念の整理を行うとともに、20 世紀の人口増加、経済発展と都市化が流域圏・都市に与えた環境負荷を流域論的な視点から明らかにした。そして、自然と共生する流域圏・都市の再生について、その先進的・実践的な事例を取り上げて分析するとともに、再生シナリオを設計・提示した。

2. 従来の研究と本研究の基本的立場

人口増加、経済発展と都市化が流域圏の環境に与えた影響の把握と流域圏・都市の再生シナリオについての系統的な研究は、総合科学技術会議が第 2 期科学技術基本計画の中で重点研究に設定した「自然共生型流域圏・都市再生イニシアティブ」研究報告書にみることができる¹⁾。そこでは、流域圏の環境

(①水・物質循環、②生態系) モニタリング、流域圏の環境のモデリング、個々の環境再生技術の研究がなされている。そして、自然と共生する流域圏・都市への再生シナリオについては、開発したモデルを用いた解析のために設定したプリミティブなものが報告されている。すなわち、国立環境研究所の研究では、地球温暖化研究における代替シナリオ (SERES シナリオ)²⁾に類似した極めて単純化したシナリオを設定しており、問題の定性的な分析をおこなっている。国土技術政策総合研究所の研究では、湖沼の水質改善についての代替的な対応案を設定し、いわゆる個々の施策の感度分析を行っている。また、同時期に行われた再生シナリオに関連した研究としては盛岡らによるものがあり、シナリオ設計システムに関するものやそれを支援する地理情報システムに関する研究が行われている^{3),4)}。

これらの研究における流域圏・都市再生シナリオは、作成したモデルを用いた検討のためのシナリオ、あるいはシナリオ設定の支援に係わるものであり、現実の問題を解決していくための実践的な再生シナリオとはなっていない。

社会問題への対応施策や再生シナリオの研究についてふり返ってみると、現代社会を延長した場合の資源制約や環境問題を明示するために、社会の因果システムを内在させてシステム・ダイナミックスという手法で評価したローマクラブの分析⁵⁾があった。

*1 社会交通工学科 047-469-5228

yoshikawa@trpt.cst.nihon-u.ac.jp

その後、アメリカで始まった方法であるが、環境政策の決定に際して施策の代替案を設定してその効果等を比較・検討することが行われるようになった。この代替案を設定して問題を分析しつつ施策や再生シナリオを検討する方法は、20世紀後半を通じて現在まで多くの研究者により用いられる手法となってきた⁶⁾。しかし、この代替案を並べて比較する手法は、研究面や問題点の分析の局面では数多く用いられてきたが、実践的な施策や再生シナリオの設計・提示という面ではあまり用いられていない。

具体的な行動につながる実践的な対応施策や再生シナリオについての研究としては、内外の萌芽的・先進的な実践事例を分析し、それを踏まえた提案を行っているものとして、吉川によるものがある^{7), 8)}。そこでは、基本的な施策の方向を定めつつ、個々の施策についてそれを取り巻く制約条件と可能性を分析し、少し高めの目標を設定することにより、流域圏・都市の再生シナリオ（再生や健全化に向けての具体的な対応・行動計画）の設計、設定を行っていることが知られている。

本論文では、自然と共生する都市・流域圏の再生シナリオについて、近年の都市化等が流域圏・都市に与えた影響を把握するとともに、具体的な実践につながるシナリオを設計・提示することを目指し、具体的な事例を分析しつつ、これからの時代の再生シナリオの提案を行った。流域および流域圏の視点を明確にするとともに具体的な実践につながる再生シナリオを設計・提示したことが本論文の新規性と特徴であると考えている。

3. 流域、流域圏のとらえ方

本論文では、自然と共生する流域圏・都市の再生を議論するため、ここではその前提となる流域、そして流域圏について、整理しておきたい。

日本では、稲作の伝来以来、当初は小河川の氾濫原での農耕から始まり、戦国時代から江戸時代初期に大河川の氾濫原を新田として開発し、水系に依存して社会が発展してきた。この時代は、ほぼ農耕面積に比例して人口が増加した時代であった⁷⁾（図-1）。

江戸時代はもとより、戦後も1960年代頃までは、水田での稲作、さらには里山や奥山の森林と密接に関連する水の流れや、木材や肥料としての草木の

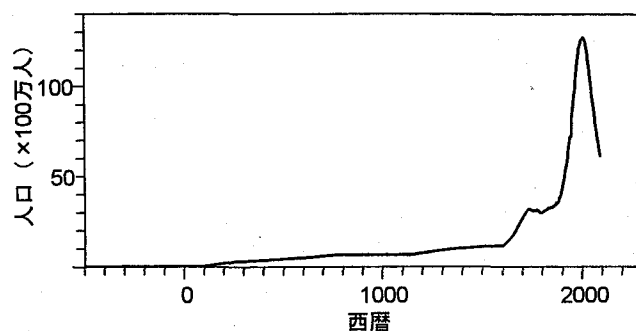


図-1 日本のこの2000年の人口増加

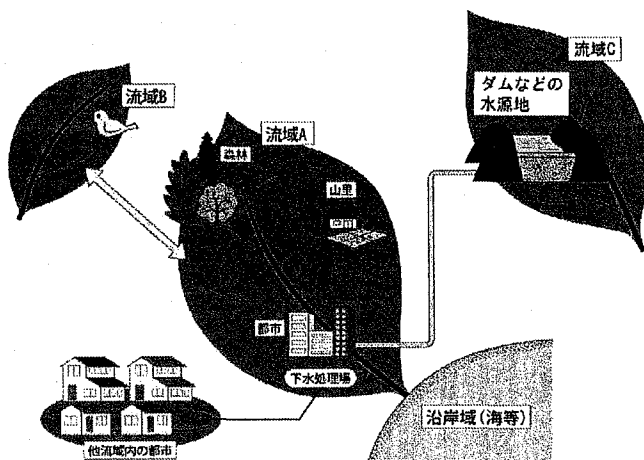


図-2 一般的な流域と流域圏のイメージ

物質移動、薪炭林によるエネルギーの流れ等、流域・水系との関わりが濃厚に感じられる、いわゆる流域圏といえる地域社会が成立していた。その後、エネルギーの転換（薪炭から水力、石炭、石油等）、鉄道から始まり道路、航空という交通・移動手段の発展等により、水系や流域圏を越えた社会経済活動が行われるようになった。そして、経済と国土、都市化と国土が議論される時代が長く続いてきた。

しかし、人口が安定し、減少するこれからの時代の地域社会や国土の計画・経営、人々の暮らしや地域社会の経営や再生は、自然と共生する社会の再生といった視点から、再び流域圏に立脚することが求められる時代となった。

これらのことを踏まえて、以下では本論文で議論する際の流域圏とは何かについて明確にしたい。

(1) 流域、流域圏のとらえ方

流域、あるいは流域圏のとらえ方としては、以下のようなものが挙げられる。

①水や水を媒介とした物質の移動（水・物質循環）からみた場合

表-1 流域圏の圏域についての多角的な視点

観点	圏域	領域、内容
水・物質循環系の観点	集水域＝流域	表面流が集まる領域（集水域）をいう。
	氾濫域	洪水の際に氾濫水が及ぶ領域または及ぶと想定される領域をいう。
	利水域	利用する水を他の流域から運んでくる場合はその水が集められる領域も含めて、水を利用に関わる領域をいう。
	灌漑域	灌漑のために水を運んでいる領域をいう。
	排水域	利用した水・利用後処理した水を排水する領域をいう。排水する先が他流域や海などの場合、そこも含まれる。
	沿岸域	利用後の水を排水する領域、あるいは土砂が流れにより移動し堆積する領域をいう。
	下水道域	下水道で水が流れる領域をいう。
	地下水域	地下水の流れる領域をいう。
	総合的な水循環から見た流域圏	上述した水が移動する領域のすべて、あるいはいくつかの領域を含んだ領域をいう。
生態系の観点	生態系の空間的な広がりに対応した表面流が集まる集水域（流域）	生態系の空間的な広がりとは、しばしば恣意的に限定される必要がある。表面流が集まる集水域（流域）は地形的にわかりやすく、河川を軸とした物質流動の構造を持つため、生態系の諸要素を総合的に把握しやすい。
経済圏・文化圏・生活圏	地図の基本単位としての表流水が集まる集水域	流域を入れ子状に分割していくことで行政的な区分に代わり国土を分割できる。この流域を地図の基本単位とする考え方は流域住民に自然との共生を促す感覚をもたらす。
	舟運等を通じて人間活動の及ぶ領域	舟運等により人間が移動する範囲を経済圏・文化圏としての流域圏とする。
	第三次全国総合開発計画でいう流域圏	「三全総」は定住構想を提唱し、その実現のために定住圏を想定していた。定住圏は地域開発の基礎的な圏域であり、流域圏、通勤通学圏、広域生活圏として生活の基本的圏域であるとした。（「三全総」が流域圏について言及したのは、江戸時代の幕藩体制下の藩の領域、つまり当時の人々の基本的な生活圏域が、山から始まり里山・川・水田・都市を含む領域にほぼ対応（大きな流域の場合は亜流域に対応）していたことが背景にあると思われる。）この流域圏はその適切な運営を図ることにより、住民一人一人の創造的な活動によって、安定した国土の上に総合的な居住環境を形成することが可能となった。
総合的な流域圏	鶴見川水マスタープランでいう流域圏	水循環と人間との係わりを考えた場合、流域および関連する分水界を越えた水利用域や排水域、また生態系の空間的な広がりなどを含む流域圏を捉える。

流域の基本的なイメージを図-2に示した。流域は川の支流からなるいくつかの支流域（あるいは垂流域）を包含するものである。その支流域の中で、さらにその支流に対応した支流域をもち、流域はいわゆる入れ子構造となっている。

○流域に関わる圏域

水・物質循環の視点からは、流域に関わるものとして、表-1 に示すようないくつかの圏域がある。

○その実例

上記の圏域について、そのいくつかの実例をみておきたい。

まずは流域、すなわち集水域である。日本最大の流域である利根川流域を図-3に示す。元々は東京湾に流入していた利根川は、江戸時代に大きな改変が行われ、東を流れていた鬼怒川の下流域に流入する

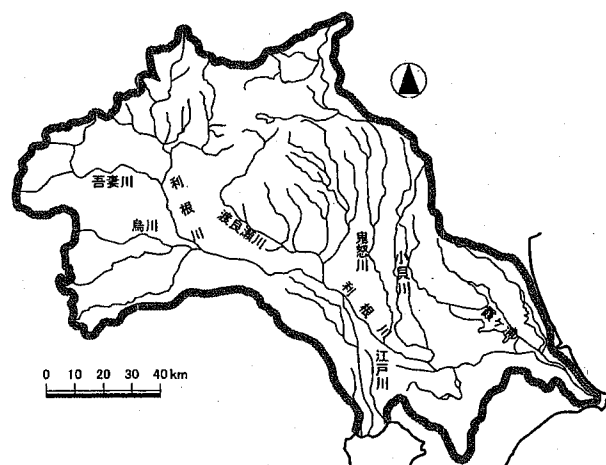


図-3 利根川流域¹⁰⁾

ように東に付け替えられた。利根川は鬼怒川と一体となって千葉県銚子で太平洋に流入する河川とな

った。すなわち、元々は独立していた2つの大きな流域が人工的に一つとなった⁷⁾。図-3より、大きな流域やその支流域がイメージされよう。図-4は、首都圏という巨大都市にある都市化流域として、丘陵地を流れる鶴見川流域と低平地を流れる中川・綾瀬川流域（かつての利根川、荒川の氾濫原を中心とした流域）を示したものである。この図より、丘陵地や低平地を流れる中規模の河川流域がイメージできよう。図-5は首都圏を構成する主要な大規模、中規模河川の流域を示したものである。

図-6は、東京という大都市の利水域を示したものである。東京は、東京を流れる多摩川と荒川から取水した水に加えて、図の上方の利根川、左の方の相模川から水を導水して利用している。東京は、流域外に依存して利水を行っていることが知られる。

利用された水の排水域（その一部は下水道域）を東京についてみたものが、図-7である。図中の下は、都心で比較的早くから下水道の整備が行われ、その延長上で現在の下水道の排水域（公共下水道域）ができていた区域のものである。図中の上は東京の郊外における下水道の排水区域を示しており、広域をカバーする流域下水道域を示している。いずれの下水道域も、多くの場合は重力による汚水の流下が行われており、河川の流域あるいはその支流域にほぼ対応している。

図-8は河川の氾濫域（氾濫原）について、関東の場合をみたものである。関東の主要な河川による氾濫原が示されている。この氾濫域は、河川の氾濫により浸水する可能性がある地域である。前述の中川・綾瀬川流域（図-4参照）の大半は、利根川および荒川の氾濫原であることが知られる。

図-9は地下水（浅層地下水）の流れのイメージ図である¹⁰⁾。丘陵や山地等での雨水の地下浸透、水田や河川などからの地下浸透、そして河川への地下水の流出など、地表面や河川との水のやりとりがある浅い層の地下水の流れを示している。また、地下水としては、深い層（地下水盆）があり、都市での地下水の汲み上げにより、深い層の地下水の層が圧密沈下して地盤沈下が生じる。地盤沈下は、深層地下水層の存在を示している。

②生態系からみた場合

生態系の広がり把握する視点として、岸は、生

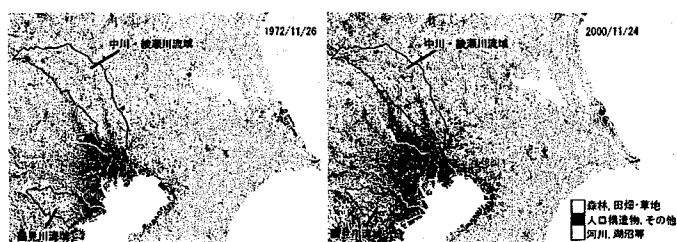


図-4 関東平野における都市化の進展と中川・綾瀬川流域、鶴見川流域 (LANDSAT のデータから作成)

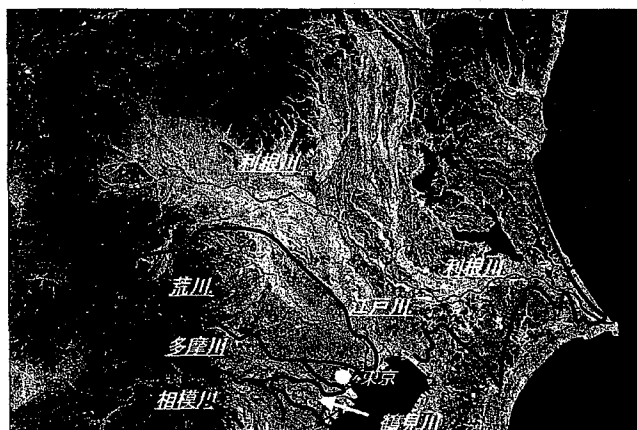


図-5 首都圏を流れる大河川の流域 (LANDSAT のデータから作成)

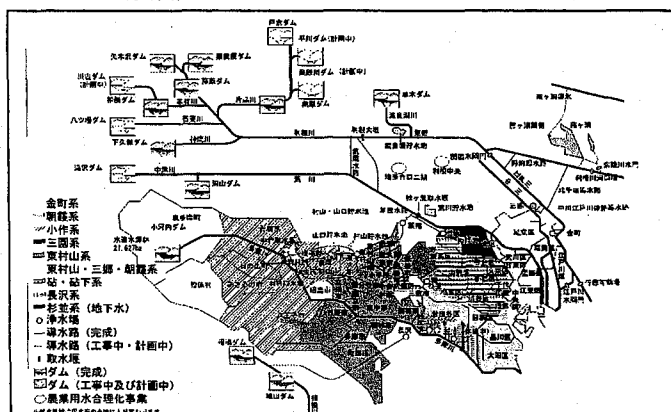


図-6 利水域のイメージ (東京都上水道域。東京都資料を参考に作成)

態系を総合的に把握するためには、表流水が集まる集水域が地形的に分かりやすく、河川を軸とした物質流動の構造をもつため、生態系の諸要素を把握する上でも適当であるとしている（表-1参照）¹¹⁾。水生あるいは水際の生態系は水系に密接に関係し、陸域の生態系も奥山、里山、水田、畑地、沿岸域などの河川流域の地形や地質に密接に関係していることから、流域、すなわち集水域が生態系の諸要素を把握する上での重要な広域生態複合の基盤（ランドスケープ）である。

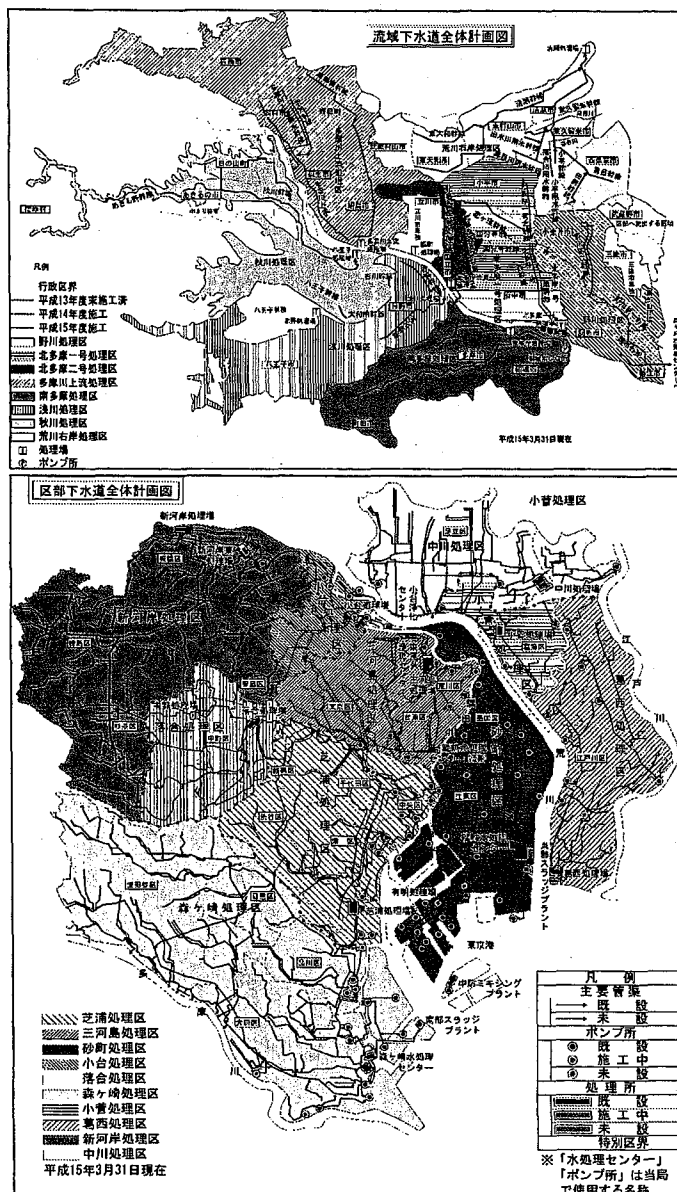


図-7 排水域のイメージ（東京都都区、流域下水道全体計画図。東京都資料を参考に作成）

鶴見川流域では、生物多様性の保持や水と緑のネットワーク形成の視点から、流域（支流）に対応したものとして、図-10 のようなものを示している¹²⁾。

③経済圏・文化圏・生活圈

この観点からの圏域としては、表-1（前出）に示したようなものがある。それらの中で、第三次全国総合開発計画（三全総）で提唱された、いわゆる流域圏構想が注目されてよい¹³⁾。そこでは、明確な流域圏の定義は行われていないが、その構想は概ね以下のようなものであり、ある程度まとまりのある流域（大河川では支流）がその圏域として想定されていた。

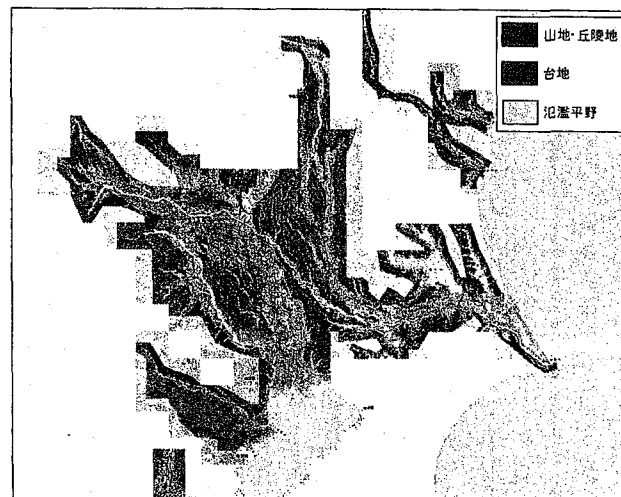


図-8 氾濫域（関東。国土地理院地形分類図をもとに作成）

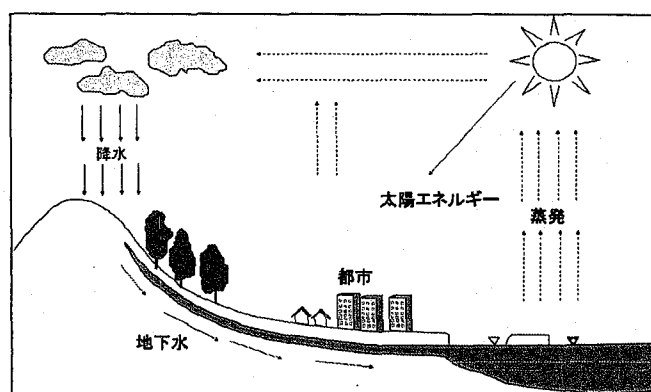


図-9 地下水域¹⁰⁾

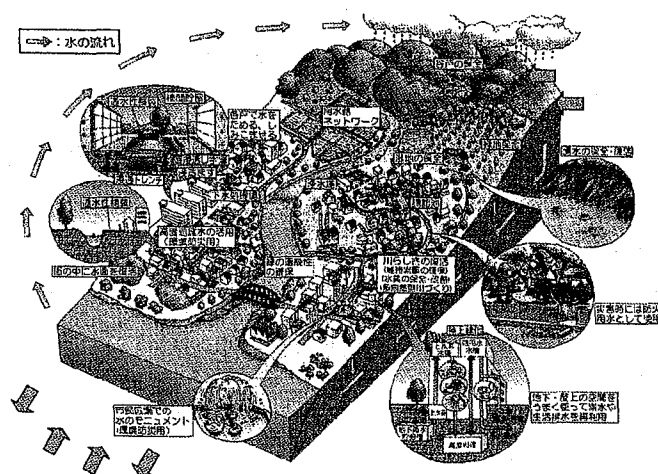


図-10 生態系と流域地形との対応（鶴見川流域）¹²⁾

第三次全国総合開発計画（三全総）では、その基本理念として定住圏構想を提示した。そこでは、人間居住の総合的環境の形成を図るという方式（定住構想）を選択するとし、人間居住の総合的環境としては自然環境、生活環境、生産環境が調和したものでなければならないとしている。そして、定住圏は

地域開発の基礎的な圏域であり、流域圏、通勤通学圏、広域生活圏として生活の基本圏域であり、その適切な運営を図ることで、住民のひとり一人の創造的な活動によって、安定した国土の上に総合的居住環境を形成することができるとしていた。

三全総における水系の総合的管理の項では、水系の森林、水田、ため池等の土地利用の転換による水害の問題、自然環境の容量の低下、水循環系の短絡化による河川流量の減少や河道の単調な人工水路化等による陸水環境の悪化、瀬と淵等の川のもつ独特の自然環境が消滅し、多様な陸水生態系が貧困化したこと等、今日を見通した指摘をし、水系ごとに、その流域特性に基づいて流域の土地利用の可能性と限界を求めつつ、流域の適正な開発と保全の誘導を図るとしている。この他にも、その後の総合的な治水や多自然型の川づくり、瀬と淵からなる多様な陸水生態系の維持、流域全体での水循環システムのあり方等の将来を見通した提言がなされている。

すなわち、大都市圏流域については、災害の観点からの土地利用・構造物の誘導・規制といった総合的な治水対策や悪化した陸水環境のための水質対策を、流域を系として総合的に実施すること、そのために都市の開発等について、抑制の観点からその適正を図ること等を示している。小流域では、自然の容量が小さいことから国土の保全と利用に特に細かい配慮が必要であること、さらに土地利用の要請から画一的、単調な断面の水路になりやすく、瀬と淵を有する陸水環境が損なわれ、貴重な都市域の自然環境・生活環境空間が喪失されることから、それらに十分配慮する必要があるとしている。湖沼等の閉鎖性水域を有する流域では、排水規制、下水道整備とあわせて、湖沼の集水流域内の適正な土地利用、人口・産業の配置に努めるとしている。

この計画（三全総）が策定されたのは経済の高度成長の真只中であつたが、その時代を背景としつつも、今日でも通用する思想や構想が示されている。

この構想の際に、全国は200～300の定住圏、流域圏としては約230流域の圏域が想定されていたという。この圏域数は幕藩体制下での藩の数（270程度）に近いものである。

しかし、この構想は、矢作川流域や五ヶ瀬川上流での一部の活動を除き、ほとんど実現することが

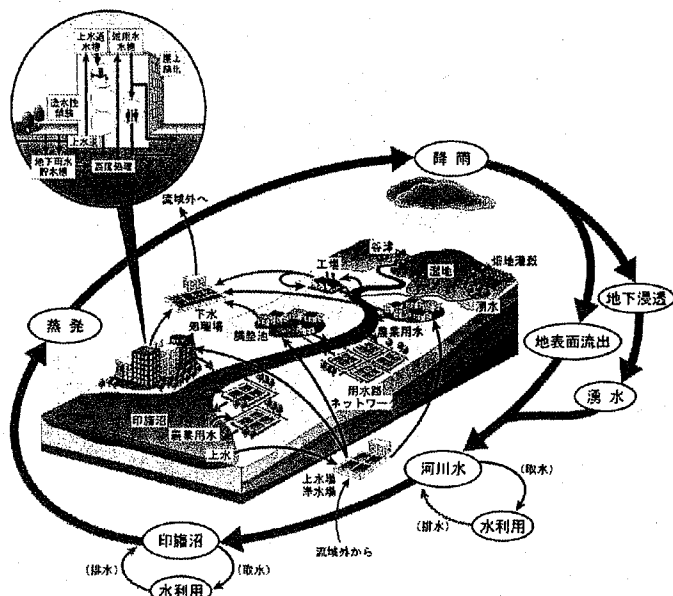


図-11 水循環の健全化が議論されている印旛沼流域の流域圏¹⁴⁾

なかった⁷⁾。

そして、時代を経て、21世紀の国土のグランドデザイン（五全総）で下河辺淳らにより再び新しい時代の流域圏の議論がなされた¹⁴⁾。人の移動が激しくなった現在では、都市と自然、暮らしと自然を考えるにあたって、住むということ（定住）の概念も、その地で一生住むというのではなく、住む時間は短くなっていることも認識して定住圏・流域圏を考えて行く必要がある⁸⁾。

④総合的な視点からみた場合

水・物質循環の視点に加えて、流域内での生物多様性の保全、水と緑のネットワークづくり等を総合的に考慮した場合の流域のイメージを鶴見川流域を例に図-10（前出）に示した。そこでは、表-1に示した総合的な流域圏という視点がとられている。人々の生活や経済活動との関わりから流域圏を捉える場合、都市域では、このような総合的な流域圏ということになる。

同様に、水循環系を中心とした再生が議論されている印旛沼・流域では、図-11に示したような流域圏のとらえ方が行われている¹⁴⁾。

(2)本論文での取り扱い

上述した流域、流域圏に関わることを考慮しつつ、本論文で議論する自然と共生する流域圏・都市再生シナリオの考察では、流域圏を以下のように定義をする。

地表面の水が流れて集まる区域を流域といい、水文学では集水域ともいう。既に述べたように、水・物質循環の観点からは、表流水の集まる流域というエリアに加えて、洪水の氾濫する可能性のある区域を示す氾濫域、水利用の形態からみて他の流域から水を導水している場合にはその水が集められる流域も含めた利水域、利用した後の水の排水に着目したときのその元の水利用区域を含めた排水域、さらには地下水の流れに着目した地下水域がある。このような水循環の観点からは、それらの全て、またはそのいくつかを含めた範囲を流域圏と見ることできるが、それはあくまでも水・物質循環的な見方である。

流域は、表流水の流れとともに、その地域のランドスケープを形作っている。そして、奥山、里山、水田、都市、海に至る区域を包含した流域では、自然の状態ではそのランドスケープに対応した生態系があり、人々の暮らしと経済活動があった。現在では人間活動の影響を大きく受けているが、その人工的な作用のもとでも、表流水の流域ランドスケープに対応した水の流れと生態系が残されている。

三全総で提唱された流域圏といった場合は、かつて自然の流域のランドスケープに対応した人々の暮らしと活動があり、それに対応した見事な水系社会が成立していた歴史から、この場合には、表流水の流域を流域圏とみているといつてよい。

水・物質循環や生態系、基礎的な人々の暮らしや生産活動と比較的よく対応し、自然と共生する流域圏・都市の再生計画づくりや実践の単位として分かりやすいことから、本論文では、流域圏を表流水の流域に対応させて議論を進める。

自然と共生する流域圏・都市再生シナリオ検討の対象として、例えば首都圏や東京湾とそこへの流入河川流域といった広域を扱う場合には、複数の流域圏をたばねたものとなる。その例として、東京湾に直接流入する複数の河川流域を図-12に、首都圏を包含する流域圏(主要河川流域)を図-13に示した。

4. 人口増加と都市化が流域圏に与えた影響

人口増加と都市化が流域圏に与えた影響が最も大きかったといえる日本の首都圏を例にとりあげる(7, 8)。

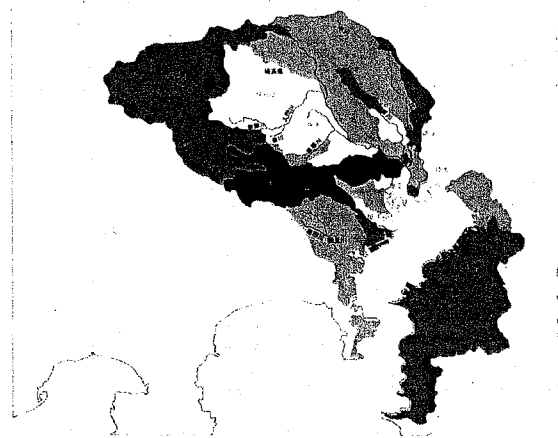


図-12 東京湾と東京湾流入河川流域 (国土交通省流域下水道資料より作成)

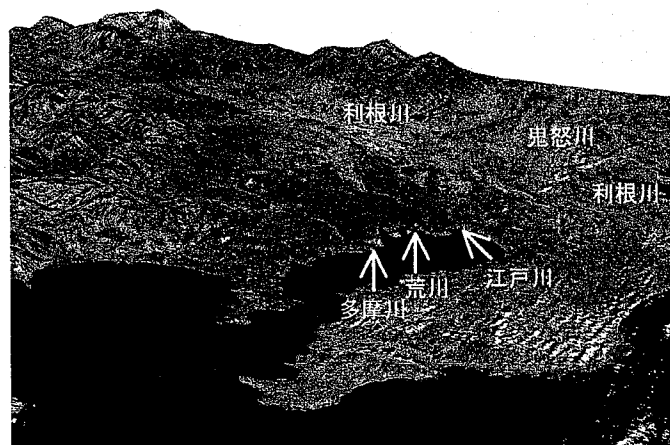


図-13 首都圏を包含する流域 (主要河川。LANDSATのデータより作成)

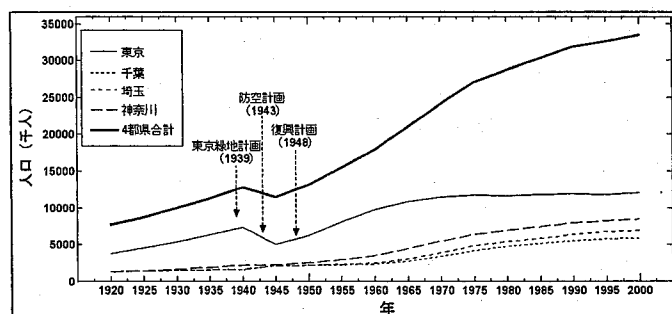
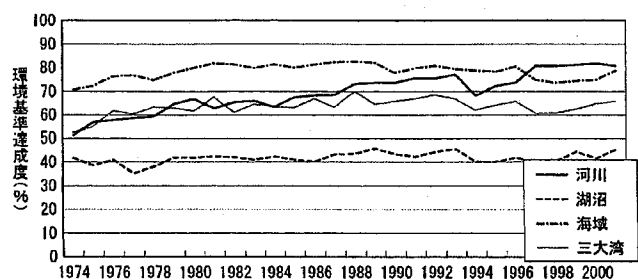


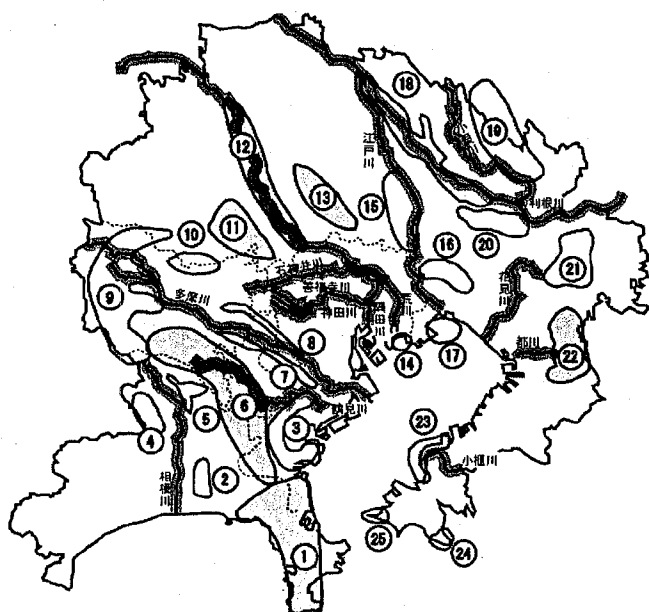
図-14 この百年の首都圏の人口増加 (厚生労働省統計要覧等より作成)

この首都圏についてみると、この百年の人口の増加は図-14に示すようであった。このような人口増加に伴った都市化の進展の様子を示したものが前記の図-4である。そして、このような人口増加、都市化の進展とともに、この地域にあった河川や農業用水路等は図-15に示すように消失した。図-16に示したように、東京湾においては埋め立てが進み、



注) 平成13年度公共用水域水質測定結果(環境省)より

図-17 水域の水質の変化(環境省公共用水域水質測定結果より作成)



- | | | |
|---------------|----------------|---|
| 1 三浦半島ゾーン | 14 葛西臨海ゾーン | 保全すべき自然環境
先行検討地域
保全すべき自然環境
保全すべき自然環境(河川) |
| 2 相模湾ゾーン | 15 荒川・越谷新田ゾーン | |
| 3 横浜の丘ゾーン | 16 市川・船橋の台地ゾーン | |
| 4 八景山・霞野ゾーン | 17 三郷ゾーン | |
| 5 相模湾ゾーン | 18 利根川・宮生沼ゾーン | |
| 6 多摩川上流ゾーン | 19 平賀沼ゾーン | |
| 7 多摩川中流ゾーン | 20 伊豆沼ゾーン | |
| 8 多摩川下流ゾーン | 21 荒川・小江戸ゾーン | |
| 9 多摩川下流ゾーン | 22 荒川・小江戸ゾーン | |
| 10 後山丘陵ゾーン | 23 荒川・小江戸ゾーン | |
| 11 三郷新田ゾーン | 24 荒川・小江戸ゾーン | |
| 12 荒川・江戸ゾーン | 25 荒川・小江戸ゾーン | |
| 13 見沼田圃・安行ゾーン | | |

図-18 首都圏の環境インフラの保全計画¹⁶⁾

これらの取り組みのほとんどでは、総合的な取り組みが指向されているが、流域圏・都市再生の対象などから、以下の4つに視点から分類できる(その再生活動の内容から、一部は重複)。各分類について、その内容と実際の代表的な事例との関わりを含めて記すと以下のようなものである。

(1) 再生の対象からの分類

流域圏・都市再生の対象としては、水・物質循環、生態系・生物多様性、都市空間、経済、歴史や文化の再興などがあり、それらと人々の暮らしや経済活動との係わりにまで及ぶものがある。これらのうちの主要なものとして以下のようなものがある。

① 水・物質循環の改善への取り組み



写真-1 高速道路に上空を覆われた都市河川
(左: 日本橋川、右: 渋谷川)

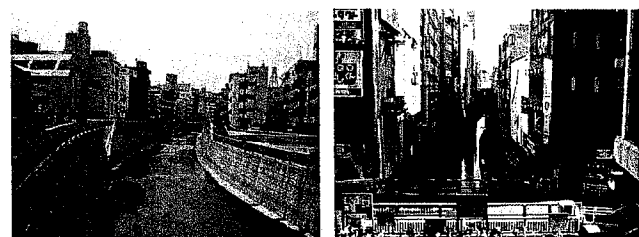


写真-2 深く掘り込まれた都市河川
(左: 神田川、右: 渋谷川)



写真-3 堤防で分断されたまちと川(隅田川)

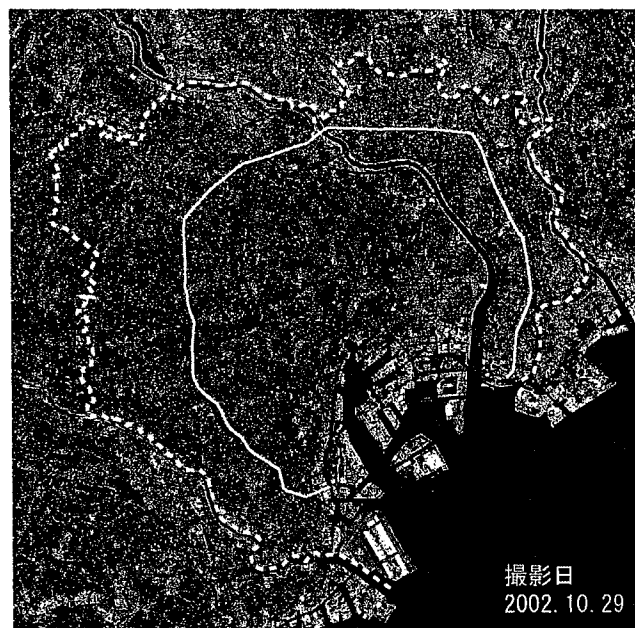


写真-4 東京の水と緑の現状(Terra Astar)

これまでの取り組みの中では、河川や湾域の水質改善を目指した、水・物質循環の改善に関するものが最も多く、また実績がある。すなわち、河川や湾域、湖沼の普段の水質改善(物質循環)に係わるも

のとしては東京湾流入河川および湾の水質改善（水質規制・総量規制）、マージ川流域再生^{7), 8), 18), 19)}、チェサピーク湾再生^{7), 8), 17)}、ボストン湾の水質改善^{7), 8)}などが、流域の水循環（普段の水量と洪水時の水量）と水質に係わるものとしては印旛沼流域再生（水循環健全化）^{7), 8)}が、洪水時の水循環に係わるものとしては中川・綾瀬川流域（総合治水）⁹⁾などが挙げられる。この他にも、国際河川であるライン川での水質改善への取り組み⁸⁾などがある。

②生態系再生への取り組み

生態系の保全と再生に関するものは、比較的近年になってから取り組みが多くなった。この事例としては、マージ川流域再生（どこでも魚が棲める川に）^{7), 8), 18), 19)}、チェサピーク湾再生（天然種の牡蠣の保全・再生）^{7), 8), 17)}、ライン川の再生（カムバック・サーモン）^{7), 15)}などが挙げられる。

③緑の保全と再生

都市における緑の保全・再生とそれをもとにした都市の成長管理に関しては、都市計画の分野では20世紀を通じての長い取り組みの経過がある。すなわち、20世紀初頭から緑の計画（パークシステム、グリーンベルトなど）がなされ、ある範囲でそれが現在にも引き継がれている¹⁹⁾。そして、近年の日本の事例としては、首都圏の環境インフラ（水と緑）の保全・再生計画（図-18）があり、その取り組みが進められつつある¹⁶⁾。

④河川空間の再生

都市における河川空間の再生とそれを核とした都市再生への取り組みもなされるようになってきている。この事例としては、国内における東京・隅田川、北九州・紫川、徳島・新町川での取り組みなどがあり、海外では韓国の清溪川（平面道路・高架高速道路の撤去と河川再生、清流の創出）、シンガポールのシンガポール川（河川の水質改善、川沿いの地域の再開発）、中国・上海の黄浦江の河岸再生（堤防上での幅広い遊歩道の整備）、中国・上海の蘇州江の再生（埋められた川の再生、河畔の再開発、舟運の再生）など、世界的にも急激に進められるようになり、注目されている（写真-5～9）¹⁷⁾。

（2）流域圏・都市のスケールからの分類

上記の流域圏・都市再生の対象とともに、対象とする流域圏のスケールも重要である。

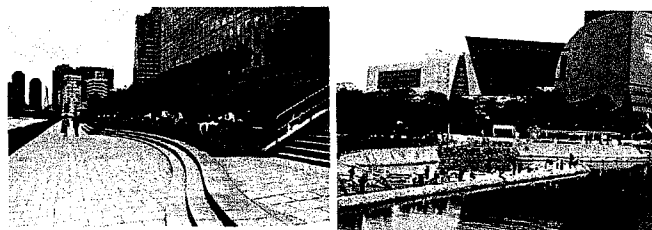


写真-5 都市における水辺の再生（左：東京・隅田川、右：北九州、紫川）

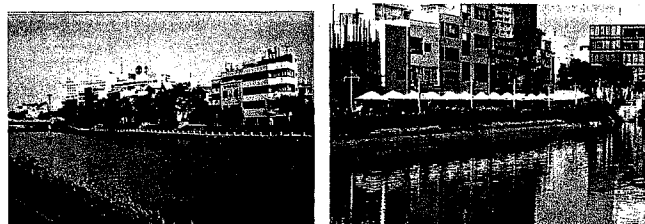


写真-6 徳島・新町川の再生

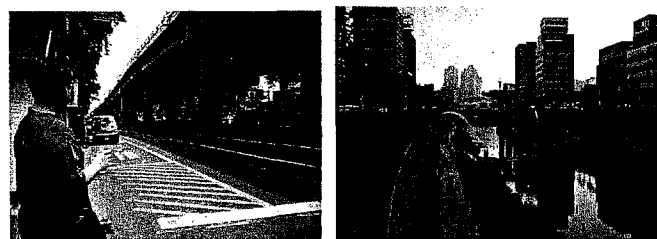


写真-7 韓国・ソウルの清溪川の再生（左：再生前、右：再生後）



写真-8 シンガポールのシンガポール川とその周辺の再生（左：再生前、右：再生後）



写真-9 中国・上海の蘇州河・黄浦江とその周辺の再生（左：蘇州河、右：黄浦江）

①大きな流域圏

マージ川流域再生、チェサピーク湾再生（同湾とその流域）、東京湾再生（同湾とその流域）、ライン川再生（国際河川での水質、生態系、水循環の再生）などでの取り組みが挙げられる^{7), 8), 15), 17), 18)}。

表一 2 自然と共生する流域圏・都市再生に係わる実践事例とその概要

	マージ川流域キャンベン (英国)	チェサビーク湾流域再生 (米国)	カリフォルニア・ベイデルタ流域再生 (米国)	鶴見川流域再生	ボストン湾 (港) 流域再生 (米国)	印旛沼流域再生	洞海湾再生	東京湾流域再生
概要	- 産業革命発祥の地を流れるマージ川流域の再生。(産業革命以降ヨーロッパで最も汚染された水系) - 公共セクター、民間セクター、ボランティアセクターの連携。3つのNPO、600以上のNGO、民間企業のパートナーシップ。 - 水系の再生、経済の再興。	- 湾の環境復元のための関係各州、連邦等の連携。 6主体(3州、ワシントンDC、連邦、湾協議会)の合意。水質については湾に接しない上流3州も参加。 - 市民、NGO・NPO、大学等の広範な参加。	- ベイデルタを含む流域全体の管理計画。 州、連邦で構成する共同体が推進役。 - 州知事、大統領から任命された諮問委員会が長期的な解決に向けて中心的な役割。 - 再生計画策定での各種調整、市民参加	- 行政の連携による総合治水対策実施の経験。 - その後の市民団体の活動の活性化。 - 市民参加のもとでの水に係わるマスタープランの策定。 - 鶴見川流域ネットワークが市民活動による流域再生に参画・リード。	- 連邦法裁判で湾(港)の水質改善命令。 - 下水道改善による湾(港)の浄化。市民は下水料金の大幅な値上げに合意。 - 先立つ長い歴史のマッディ川、チャールズ川、湾岸の水辺再生。さらには、水辺とダウンタウンの分断する高架の高速道路の地下化。 - 流域イニシアティブ(27流域)。	- 水循環の健全化についての千葉県・自治体の緊急行動計画。 - 流域の水循環の健全化、沼の再生を目指す行政中心の計画。	死の海と化していた海を民間企業の協力で再生。	流域内の工業、家庭、農地からの汚染負荷の削減。水辺空間や水辺生態系も議論に。
主な再生活動	- 魚が棲める川、水路、運河への水質改善。下水道の改善等。 - 人々が水辺の環境価値を認識する支援。水辺の体験・環境学習、各種イベント、清掃等。 - 支川の流域単位のイニシアティブも活発。 - ビジネス、住宅・建築、観光、歴史的資産、レクリエーション、野生生物等のための水辺環境の再生。再開発、水辺整備等。	- 生物資源(牡蠣等)の保護と回復、生物生息地の保護と回復水質保全と回復、健全な土地利用、ステュードシップとコミュニティシップ(市民や地域の積極的な参加) - 上記に係わる約300のゴールについての合意。具体的数値目標も設定。	- 主要テーマ:水の安定供給、水質の確保、エコシステムの生産性の回復、デルタ内の堤防整備・改修 11のプログラム:水管理、貯水、導水、効率的な水利用、水交換、環境用水の確保、飲料水の水源確保、流域管理、堤防整備・改修、環境の回復、科学的調査。 - 生態系の健全性の回復と有益な水利用・管理との両立が計画の目的	- 河川や流域の洪水時の水、平常時の水、自然環境、震災・火災時、水辺あそびに係わるマネジメントの計画づくり(水マスタープランと呼んでいる計画)。 - マスタープランを策定した(20~30年を展望したプランづくり)。	- 合流式下水道の水を集中処理し、ボストン湾の外のマサチューセッツ湾に排出。 - 湾の水辺の再開発、水辺トレイルの整備。	- 流入河川や沼の水質を改善するための多数の対策メニューを設定。 - 当面および長期の達成目標の設定。	- 工場からの排水の規制、下水道整備、底泥の浚渫。 - 最近では生物を用いた浄化。	- 排水水質規制、汚染負荷量の総量規制。 - モニタリングと国・都県・市等の関係行政の連携。 - 合流式下水道の雨天時の水の処理等、いくつかのリーディングプロジェクト。
その他	- 既に18年が経過した、世界の先進事例。 8つのNPO、600以上のNGO、水関係・銀行・石油等の民間企業が参画したパートナーシップが特徴。 - 立ち上げ段階での環境大臣、副首相等の政治的リーダーシップ。 25年間継続する活動計画。 - 下水道改善は50年等のアセットマネジメント計画で実施。 150年ぶりにサケが回帰。水泳・トライアスロン大会が開催できるまでに水質が回復。 - 明確な目標、強力なパートナーシップ、投資の最大化が成功のポイントとのこと。	- 複数の州(連邦制の下での国)、自治体、大学、市民団体の広範なパートナーシップ。 - 有力な市民団体、チェサビーク湾財団(ロビー活動等)とチェサビーク湾同盟(市民理解等の活動)。 - 当初の関係各州、連邦等でのパートナーシップ(チェサビーク湾プログラム)からの積み上げ。 1989年、1987年合意(1992年に改訂)そして2000年の合意。2010年までの7年間の行動計画。必要経費から収入を引いた資金ギャップの解決が大きな課題。 - 湾の健康教育では27(将来的には70~80を展望)。	- 州と連邦の共同体(カルデッド・エージェンシー)と政治任命の諮問委員会。 - ベイデルタおよびサンホアキン川とサクラメント川流域全体の流域管理計画。 - フェーズI:事業目標、指針となる原則策定等、フェーズII:プログラムの検討と環境影響評価。現在はフェーズIIIのステージ1で、各プログラムを実施予定。 2030年を展望し、2000年から2008年までの計画。 - レッスン:伝統的関係者と新しい関係者、関係者のとらえ向く、科学コンソーシアムの基盤、バランスの取れた投資(87億ドル)。	- 総合治水対策の経験、強力な市民団体の活動が重なった、現時点では希少な流域。 - 約60の市民団体が連携した鶴見川流域ネットワークの活動。	- マサチューセッツ州水資源公社が事業主体でCM会社と契約。CM会社は建設会社およびPIチームと契約。施設計画に対する市民諮問委員会。 - 投資の80%は下水道料金で回収。料金の大幅な値上げ(100→800ドル/4人家族)。 - これに至るまでの川や水辺の再生・再開発の歴史があり、高架の高速道路の地下化とも連動していることにも注目。 - 下水処理場関係は2000年に完成。 - 高架高速道路の地下化(BIGDIG)は1991年から建設開始。2003年8月には地下部は完成。地上のオープンスペース整備のコンペが終わり、市民議論中。	- 千葉県関係部署、流域市町村の合意の計画。 - 流域の市民参加が課題。 - 沼の水を上水道として飲んでいる県民の参加の検討。 - 見直し(アダプティブマネジメント)を前提とした当面の行政計画。	- 日本の殖産興業、重厚長大産業の発祥の地。最も早くから汚染された水域の再生事例。 - 大企業の工場等の特定汚染源。企業の協力・参加。	東京湾再生プロジェクトとして関係行政機関が連携。

②中規模、小規模な流域圏

鶴見川流域再生、印旛沼とその流域の水循環の健全化、シンガポールのシンガポール川流域の再生、中国・上海の蘇州河の再生、中川・綾瀬川流域やバンコク首都圏での総合治水対策などが挙げられる(7),8),9),17)。

③河川とその周辺の再生

韓国・ソウルの清溪川の再生、シンガポール川とその周辺の都市再生(川と河畔再生)、中国・上海の蘇州川と黄浦江と河畔の都市再生、北九州の紫川と河畔の都市再生、さらには名古屋の堀川、徳島の新町川、東京の隅田川などでの取り組みが挙げられる¹⁷⁾。これらは、都市における空間としての河川の再

生とともに、それを活かした都市の再生を目指したものである。

(3)再生シナリオの設定方法による分類

再生シナリオの設定方法については、大別して以下のように分類される。

① 概念シナリオ

地球温暖化への対応に関して想定された社会シナリオ(SERESシナリオ)、あるいはローマクラブの成長の限界で設定された社会シナリオなどのように、現状の延長社会とそれを変更しようとする社会を示すいくつかのシナリオを設定し、問題点や利点等を分析し、明確に示すためのものである^{2),5)}。いわゆる科学的、技術的な検討で多く用いられている概念

シナリオである。

このような再生シナリオは問題点等を分析し、あるいは問題点を基本的な面で分かりやすく示す場合などには用いられるが、実践に直結する再生シナリオとはなりづらい。上述の実践事例には、このような概念シナリオを設定している事例はない。

②実践的シナリオ

これは、問題点や課題を分析して因果関係を明らかにし、それを解決あるいは再生する上での制約や課題を認識しつつ、現状を改善する高めの目標を設定して、その目標に近づけるための対応すべき目標（ゴール、対応）とするものである。このタイプの流域圏・都市再生シナリオでは、多数のゴールあるいは対応を設定するもの（チェサピーク湾再生^{7),8),17)}、印旛沼流域再生など^{7),8)}と、集約した目標あるいは行動規範を設定しているもの（鶴見川流域再生^{7),8),12)}、マージ川流域再生^{7),8),15),17),18),19)}、韓国・ソウルの清溪川再生など^{7),8),17)}）がある。前者のチェサピーク湾・流域の再生では約300の目標（ゴール）を設定し、印旛沼・流域の再生では、約60の対応を設定している。後者のマージ川流域再生では、固定的な目標は社会の状況の変化とともに問題が生じること、あるいは新たな参加を制約すること等から、いくつかの行動基準と包括的な目標（どこでも魚が生息できるようにする、水辺の価値を高める等）を設定して行動を行うこととしている。このため、同流域では、計画ではなく流域キャンペーンとして活動を継続している^{15),18),19)}。また、鶴見川流域再生では、水循環の再生、流域の生態系の保全・再生、自然との係わりの再生など、集約した5つの目標（マネジメントの対象）を設定している^{8),12)}。韓国・ソウルの清溪川再生では、自然と人に優しい社会とする、歴史を踏まえた再生などを大きな目標として設定している^{7),17)}。

そのような取り組みを経て、近年では、生態系、生物多様性の保全・再生が目標に加えられるようになってきた。そしてさらに、都市における河川空間や湾岸域等の水辺空間の再生とそれを核とした都市・地域の再生、活性化が進められるようになってきた。

このように、自然と共生する流域圏・都市の再生についての実践事例では、そのいずれにおいてもこ

表-3 再生シナリオの分類
(対象、スケール、設定方法による分類)

	小流域(サブ流域)	中流域	大流域	複数流域
水物質循環	◇雨水貯留浸透 湧水の復元	◇印旛沼流域再生 行動計画 ◇中川・綾瀬川/鶴見 川流域総合治水		◇東京湾流入河 川及び湾の水 質改善 ◇チェサピーク湾 流域再生
生態系(水域・ 陸域)・緑	◇(韓国:清溪川再 生)			
都市空間	◇2020年の東京 区部パークシ ステム(石川幹子) ◇韓国:清溪川再 生	◇(中川・綾瀬川/鶴 見川流域総合治 水)		◇首都圏の都市 環境インフラ の将来像
複合、総合		◇鶴見川水マスター プラン	◇マージ川流域 キャンペーン	

の実践的シナリオを設定している。

以上のことを概念的に分類して例示したものが表-3である。

6. 流域圏・都市再生シナリオの設計、提示

自然と共生する流域圏・都市再生シナリオとして、先進的な事例の分析・考察等から、以下の4つのモデル・シナリオを設計、提示したい。各モデル・シナリオの内容と実際の代表的な事例との関わりについて記すと以下のようなものである。

(1)単一流域モデル その1:複合目的シナリオ

これは、マージ川流域キャンペーン^{7),8),18),19)}や鶴見川流域水マスタープラン^{8),12)}に見られるように、①水・物質循環（普段の水循環、洪水時の水循環、そして水質）の再生、②生態系・生物多様性の保全・再生、③河川とその流域空間の再生、④その他（鶴見川における水と緑とのふれあいの再生、マージ川における水辺の価値の向上、人々の意識の向上など）を複合的に目標とした再生活動である。鶴見川流域での再生シナリオの対象と内容を示したものが図-19である。また、マージ川流域再生における行動原則と活動への参加組織等を示したものが図-20である¹⁹⁾。国際河川であるライン川流域再生¹⁵⁾では、水質の改善、生態系の回復、そして洪水を主として対象とした水循環の再生（中流域での洪水を貯留、遊水機能の回復）が目標として順次追加され、取り組まれてきている。

(2)単一流域モデル その2:単一目的シナリオ

これは、日本における鶴見川流域や中川・綾瀬川

論文で取り扱いを明確にした。

- ④日本を含む世界の流域圏・都市の再生に係わる実践事例について、流域圏の形態・スケールとの係わり、再生・形成目標（①水・物質循環、②生態系・生物多様性、③河川空間など）から分析するとともに、それらを考慮して自然と共生する流域圏・都市再生シナリオのモデルを提示した。
- ⑤以上の成果は、今後の自然と共生する流域圏・都市再生について検討する上で参考とされ、実践につながられてよいと考える。
- ⑥また、現在人口が急増し、都市化が急激に進展しているアジア等の国々において、自然と共生する流域圏・都市の形成の検討においても、本研究が貢献し得ると考えられる。

なお、自然と共生した流域圏・都市再生シナリオの研究に関しては、先述した総合科学技術会議が重点研究課題として設定し、その推進を支援してきた研究にも注目したい。第2期の科学技術基本計画に引き続き、第3期の科学技術基本計画でも、自然と共生する流域圏・都市の形成、再生に関するシナリオの設計が重点テーマとなっている。第3期科学技術基本計画においては、第2期計画では自然共生型流域圏・都市再生の基本的要素の一つであった生態系・生物多様性に関する研究が重点研究として独立したが、自然と共生する流域圏・都市の再生、形成シナリオの設計では、①水・物質循環とともに、②生態系・生物多様性が基本コンポーネントであることには変わりがない。本論文で述べた各再生シナリオのモデルにおいても、水・物質循環および生態系・生物多様性が基本的なコンポーネントとして含まれる。

【参考文献】

- 1) 内閣府総合科学技術会議：『自然共生流域圏・都市再生イニシアティブ報告書』，内閣府総合科学技術会議，2005
- 2) 内閣府総合科学技術会議：『地球温暖化研究最前線』，内閣府総合科学技術会議，2002
- 3) 加藤文昭・丹治三則・盛岡通：「流域圏におけるシナリオ設計システムの構築に関する研究」，環境システム研究論文集，Vol. 32，pp. 391-402，2004
- 4) 丹治三則・盛岡通・藤田壮：流域圏でのシナリオ誘導型の施策立案と評価を支援する地理情報システムに関する研究，環境システム研究論文集，Vol. 31，pp. 367-377，2003
- 5) ドネラ H. メドウズ：『成長の限界—ローマ・クラブ 人類の危機レポート』，ダイヤモンド社，1972
- 6) カール・スタイニッツ（矢野桂司訳）：『地理情報システムによる生物多様性と景観プランニング』，地人書房，1999
- 7) 吉川勝秀：『河川流域環境学』，技報堂出版，2005
- 8) 石川幹子・岸由二・吉川勝秀編著：『流域圏プランニングの時代』，技報堂出版，2005
- 9) 吉川勝秀・本永良樹：低平地緩流河川流域の治水に関する事後評価的研究，水文・水資源学会論文集，第19巻4号，pp. 267-279，2006. 7
- 10) 丹保憲仁・円山俊朗編：『水文循環と地域水代謝』，技報堂，2003
- 11) 岸由二：流域とはなにか，『流域環境の保全』，pp. 70-77，朝倉書店，2002
- 12) 鶴見川流域水協議会：『鶴見川流域水マスタープラン』，国土交通省京浜河川事務，2004
- 13) 国土庁：『第三次全国総合開発計画（三全総，閣議決定）』，1977
- 14) 国土庁：『21世紀の国土のグランドデザイナー—地域の自立の促進と美しい国土の創造—（五全総）』，1998
- 15) 田中栄治・谷口博昭編著：『地域連携がまち・くちを変える』，小学館，1998
- 16) 自然環境の総点検等に関する協議会：首都圏の都市環境インフラのグランドデザイン，2004
- 17) リバーフロント整備センター（吉川勝秀編著）：『川からの都市再生—世界の先進事例から—』，技報堂出版，2005
- 18) 吉川勝秀：イギリスの「マージ川流域キャンペーン」について，河川，No. 612，pp. 60-63，1997. 7
- 19) アーク・タナー：「流域連携によるマージ川流域を例とした流域再生」，RIVER FRONT（リバーフロント整備センター），第53号，2005. 5
- 20) 石川幹子：『都市と緑地—新しい都市環境の創造に向けて—』，岩波書店，2001

Study on the Scenario for Urban/Watershed Regeneration in Accord with Nature

Katsuhide YOSHIKAWA

In Japan, whose population has increased rapidly in recent about 100 years, but will decrease in future, it is demanded to aim at sustainable development in accord with nature restoring the water and material circulation, eco-system and landscape once lost in the basin/watershed scale. This study shows the necessity of regeneration scenario for the basin/watershed arranging the way to recognize them. It also analyses the progress/practical cases and plans in Japan and abroad based on their form/scale and purpose, and shows the model of the scenario for the urban/watershed regeneration in accord with nature taking those conditions into consideration.