

東日本大震災復興計画における緑の柔構造都市の射程

The Scope of Flexible Green Structure Metropolises  
for the Great East Japan Earthquake Recovery Program

中橋 文夫

NAKASHI Fumio

鳥取環境大学紀要

第9号・第10号合併号 2012. 3 抜刷

*Reprinted from*

BULLETIN OF TOTTORI UNIVERSITY OF ENVIRONMENTAL STUDIES

Volumes 9 & 10 Mar. 2012

## 東日本大震災復興計画における緑の柔構造都市<sup>(1)</sup>の射程

### The Scope of Flexible Green Structure Metropolises for the Great East Japan Earthquake Recovery Program

中橋 文夫

NAKASHI Fumio

和文要旨：今日、都市における緑の消失が、戦後から続いた経済と利便優先社会の犠牲と捉え、東日本大震災の復興策として、緑の柔構造都市を提案する。パークシステムに基づく水と緑のクサビを都市の間に打ち込み、津波や火災に備える防災機能を高め、都市の免震構造化を目指し、大地のエコシステムと人間が作り出したソーシャルシステムのバランスを図る。被災状況を報告し、計画課題をとりまとめ、流域を捉えた緑地の復元・再生・保全・整備・育成論を整理する。方向性として緑の構造力学の確立、生態学的应用、遊水池機能を組み入れた国営公園化、津波との共生を説くコミュニティデザインなどを述べ考察する。

【キーワード】流域、緑の柔構造都市、構造力学、復興、コミュニティデザイン

**Abstract** : I propose the creation of green, flexibly structured metropolises as a strategy for the reconstruction of the Great East Japan Earthquake areas, taking into consideration the loss of greenery which resulted from the precedence given to the economy and convenience after the war. Earthquake resistant construction is sought by driving wedges of water and greenery into the spaces between cities with park systems, thereby increasing disaster prevention capabilities against tsunamis and fires. I provide reports on the state of the disaster stricken regions and summarize the planning topics. I also organize the restoration, revitalization, preservation, maintenance and nurture discussions on green areas in watershed areas aimed towards balancing human social systems and the ecosystem. I set forth and consider the establishment of greenery structural dynamics, the application of ecology, the development of government-managed parks with flood control basin functions and a community design for coexistence with tsunamis.

【Keywords】 watershed, green flexible structure metropolis, structural dynamics, reconstruction, community design

#### 1 研究の背景と目的

2011年5月6日、宮城県名取市の被災地に入ると異臭が鼻をついた。発生源がわからないまま瓦礫のなかを歩いた。被災者から会釈され、返すように頭を垂れた。災害時に突然訪れる調査員は、被災者にとっては迷惑者に違いないが、その気配は微塵もない。

東日本大震災はマグニチュード9.0、死者15,805人、行方不明者4,040人(2011年9月22日現在)<sup>(2)</sup>、避難生活者74,900人(2011年9月8日現在)<sup>(3)</sup>、被災住宅48,120戸

(2011年8月28日現在)<sup>(4)</sup>などの被害に及んだ。この震災を梅原猛は「文明災」と呼び、石原慎太郎は時と場をわきまえず「天罰」と口走ったが同じ意味を持つ。論者はこのメッセージを「経済と利便優先社会との決別」と理解した<sup>(5)</sup>。

わが国の歴史を振り返れば、先の大戦において、東京・大阪などの主要都市は焦土と化したものの、先人は「国滅びて山河あり」を信じ、今日、国民総生産世界3位の経済大国を築き上げた。日本人は一貫して経済と利便性

を追い求めたのである。そのしっぺ返しが東日本大震災である。つまり日本人は経済と利便性を追い求めたあまり、大地のシステムを狂わし、自然の節理に対して配慮が欠けていたところを、自然に潜む悪魔の地震・津波が牙を剥いた。それは人間のおごりに対して自然の復讐といえまいか。

昭和30年代、手塚治虫が描いた鉄腕アトムが空を飛ぶ未来都市は高層ビルが林立し、高速道路やモノレールが走り、電気自動車も登場したが今や現実のものとなっている。ではそれで日本人誰もが幸福感を持っているのか。現実的には都市の格差が顕在化し、地方では過疎化が問題となり、限界集落が懸念されている。都市部では核家族化が進展し、かつてのコミュニティが崩壊して高齢者の孤独死が増えている。

また、都市中心部においては過密化が進み、商店街は駐車場が不足し、郊外に進出した大型店舗に客足を奪われ、営業不振に陥りシャッター街と化し、その結果、都市中心部のドーナツ現象が顕在化し、都市の活力低下を招いた。

このような状況から、今日の都市は「砂上の楼閣」といえまいか、早急に人間の価値観を変える必要がある。歴史から読み取った今日の都市構造が抱える問題を改める具体的な手法として緑に注目し、阪神・淡路大震災時の樹木の延焼防止効果や、ボトムアップ型の「瓦礫に花を咲かせましょう プロジェクト」などの復興への貢献、並びに生態学を活かした自然復元法や、コミュニティづくりなどを包含した緑化施策への期待を、研究の背景とする。

それではどのような都市を目指すべきか。それは「経済と利便優先の呪縛から決別した新たな思想」に基づくまちづくりである。それが「緑の柔構造都市」である。緑のクサビを都市の間に打ち込み、災害時には緩衝帯、避難路(地)に、日常時にはスポーツ・レクリエーションの地に、並びに快適な都市景観の創出、生き物の移動路などに資するもので、緑とオープンスペースの優先を、まちづくりの哲学とする。

緑の柔構造都市の研究を進めるにおいて、今日の都市の緑化行政が抱える課題として、①都市のヒートアイランド現象の顕在化、②災害に脆弱な都市構造の構築、③生き物の生息の配慮に欠けた社会資本の整備、④少子高齢社会における公園緑地整備の実践、⑤不況に伴う管理費削減下における緑の整備管理のあり方、などが体系的に整理される。

本研究は、このような問題課題に対する対応策の考え方を射程と捉え、明らかにすることを目的とする。その

結果、大地を創造的に再生する「緑の大地創再」の思想が社会に普及浸透することを願うものである。

## 2 研究の方法と手順

本稿は調査編と計画編からなり、方法は現地調査と文献調査による。調査編では、戦後から今日に至る都市整備の歴史を概観し、本研究着手に至る社会的背景を明らかにし、研究の目的を述べた。

次に既往研究を整理し、本研究の位置づけを示した。また現地調査の分析結果と合わせて、計画策定における問題と課題をとりまとめた。

計画編では、災害に強い快適で持続性の高い緑の社会資本の整備を目指して、流域を捉えた緑の大地創再の視点をまとめた。次にその考え方を明らかにし、具体策の計画方針を述べ、考察を加えまとめを総括とした。

## 3 既往研究の整理と本研究の位置づけ

既往研究を概観すれば、社団法人日本公園緑地協会(2007)は、緑のマスタープラン(1977)の理念を継承した法定計画である「緑の基本計画マニュアル」を策定した。いち早く都市の緑地系統の柱に防災緑地を位置づけ、公園緑地の配置計画を明らかにし、国は地方公共団体に計画策定を義務付けた<sup>(6)</sup>。

震災関連の論文が急増したのは、阪神・淡路大震災(1995年1月17日)以降である。社団法人日本造園学会(1996)は機関紙「ランドスケープ研究 VOL.60 NO.2 1996」において、「緑地と防災」の特集を組み、樹木の防災機能と耐火機能、公園緑地の防災効果などを明らかにした<sup>(7)</sup>。

浅野等(1996)は「阪神・淡路大震災後の神戸市須磨区におけるまちづくりの取り組みに関する研究」において、被災地におけるコミュニティ再生における問題と課題を明らかにした<sup>(8)</sup>。

安場(1997)は「関東大震災後の復興事業におけるオープンスペース計画に対する住民運動の研究」において、区画整理地における公園の新設においては多大な敷地を要することから、生活・営業の再建に支障になることを明らかにした<sup>(9)</sup>。つまり、今日の緑の基本計画に反するよう、防災対策の要である公園設置に住民が反対したのである。

若生等(1998)は「阪神・淡路大震災後の公園の避難地利用について」では、仮設住宅居住者にヒアリング調査を実施し、公園への避難を一時避難は自宅での近接性を、生活避難では私生活の確保などを明らかにした<sup>(10)</sup>。

浅野・野嶋(2000)は「阪神・淡路大震災後の「白神地区」における住民主体のまちづくり活動の事例研究」

において、当地区の住民の活動が震災後の公共空間整備への展開の可能性を有すること、並びに当地区の自治会を代表する組織として復興プロセスに関与していく可能性と、活動を継続していくには限界性があることを明らかにした<sup>(11)</sup>。

石川（2001）は「阪神・淡路大震災とパークシステム『都市と緑地』」において、河川沿いの带状緑地と公園道路により都市を緑地で分節し、安全で美しいまちをつくる意義を説いている<sup>(12)</sup>。

斉藤（2010）は「安全・安心まちづくりのための植物活用『成熟型ランドスケープの創出』」において、植物の力を活かして、火災被害の軽減、建物の倒壊被害の軽減などを明らかにした<sup>(13)</sup>。

都市緑化技術開発機構・糸谷（2005）は阪神・淡路大震災の教訓を受けて、防災公園のハンドブックである「防災公園技術ハンドブック」を著し、防災公園のマニュアルを策定した<sup>(14)</sup>。

こうした研究は被災後も公園緑地が残り、その利用存在機能に関する研究がほとんどで、津波や地震で市街地が消失した状況下における緑を主体にした復興計画に係わる研究は、関東大震災の復興計画で大公園<sup>(15)</sup>、小公園<sup>(16)</sup>の設置が実現したもの<sup>(17)</sup>、当時の研究論文は確認できなかった。

そこで本研究は、緑のポテンシャル、すなわち、緑の存在機能面からは緩衝・空気の浄化・自然再生復元・景観創出・環境保全などが、利用機能面からは避難地・コミュニティ形成・レクリエーションなどが挙げられるが、本研究では津波で破壊された現場を見て、「緑の緩衝、自然再生復元、景観創出、コミュニティ形成」が重要との見解に至った。

その射程を、本稿では5の抱える問題と課題において、5-1流域を捉えた体系的な緑の防災計画の策定、5-2防潮林の構造、設計手法の解明、5-3自然の猛威を捌く技術の開発、5-4大地の生態系を元に戻し、生態学を応用した緑の再生、5-5生業の場の復興を目指したコミュニティの合意形成を指摘し、対応策として6の大地創再と計画方針において、6-1持続性の高い緑のまちづくりと緑の防災効果の数値化、6-2防潮林の水理的整備手法の確立、6-3防潮林の国営公園化と多重構造のまちづくり、6-4時間設計に基づく生態学を応用した手法による緑地再生、6-5三陸海岸のジオパーク登録、6-6コミュニティデザインによる津波との共生を挙げた。

従前の研究は、公園が被災したものの空間として存在した研究に対して、本研究は津波により公園緑地はもと

より、都市空間そのものが消滅し、その復旧復興策の方向性について、緑を柱にした都市の再構築の視点、考え方などを明らかにする構想提言型の研究と位置づける。

## 4 現地調査の概要と被災の特徴

### 4-1 現地調査の概要

現地調査は平成23年5月6日（金）から8日（日）にかけて実施した。論者は社団法人日本造園学会東日本大震災復興支援緊急調査に参加し、宮城県名取市、仙台市、女川町、石巻市の海岸部、並びに丘陵部に拓かれた住宅地などの被災地を訪れ、被災状況を目視で確認した。調査地と調査ルートを図1に示す。

また、現地で宮城県、仙台市、宮城大学、並びに造園



図1 調査地と調査ルート

学会関係者などとディスカッションの場を設け、調査結果を元に意見を交換した。

なお本調査は、宮城県の市街化地域を主体にした調査であったために、研究成果が岩手県の過疎地域に及ぼす影響度は低いことを、始めに申し述べておく。

### 4-2 海岸部の被災

津波が町を襲う瞬間を、報道記者のカメラが捉えていた（写真1、2）。押し波と引き波で住宅街が破壊された。

造園の被災の特徴だが、まず目に付いたのは街路樹、神社境内の植物である。塩害に冒され、茶色に染まっていた（写真3）。

特に竹類がひどく立ち枯れに近かったのではないかと（写真4）。しかし、ボケやサクラが花をつけ荒涼とし

た風景に一服の清涼感をもたらしていた（写真5）。

残念だったのは防潮林として整備された松林だった。

特に名取市の稲次地区は住宅地とともに押し流され、まばらになっていた（写真6、7）。

でも狐塚神社は残った（写真8）。平坦地のなかのわ



写真1 津波が住宅地を襲う<sup>(18)</sup>



写真2 住宅地を飲み込む<sup>(19)</sup>



写真3 塩害で真茶になった街路樹



写真4 立ち枯れを思わせる竹の塩害



写真5 目を引いたボケの花



写真6 松林もまばらに



写真7 基礎が残る住宅

ずかな高台にあり、祠、鳥居の回りは松林で守られていたのが幸いしたのであろう（写真9）。改めて自然が持つ緑の力を再認識し、荒野の天空に伸びる松林は復興のシンボルとして位置づけられよう。

特筆すべきは矢本海浜公園の松林である。津波でなぎ倒されているもの（写真10）、根元が折れたもの（写真11）、かろうじて持ちこたえたものと（写真12）、三者三様の形態を呈していた。これは津波の破壊力と、松林の性能と強度に相関関係があるものと推測された。

仙台市海岸公園の冒険広場は海拔15mの高台にあり、津波時には周辺は水没したものの、広場は水面から顔を覗かせるように水没せず、逃げ込んだ公園スタッフの命を救った（写真13）。

建築の被災状況を見ると、住宅街は家屋が消失したものから（写真14）、骨組みだけが残るものなど（写真15）、多様な被災形態を示していた。驚いたのは女川町海岸部の鉄筋コンクリートの建物の横転だ（写真16）。押し波と引き波が作用したのである。

また、津浪が海から坂道を駆け上がり、女川街道両サイドの市街地を破壊していた（写真17）。石積みの上に車が打ち上げられていたのが津波の猛威を語っていた（写真18）。



写真10 なぎ倒された松林（アカマツ）



写真11 根元が折れた松



写真8 狐塚神社周辺のクロマツが残る



写真12 持ちこたえた松



写真9 残った祠と鳥居



写真13 避難場となった冒険広場



写真14 住宅が消失



写真18 擁壁に打ち上げられた車



写真15 骨組みが残る住宅



写真19 滑落した住宅



写真16 横転したビル



写真20 傾いた電柱



写真17 津波による被害



写真21 割れたブロック塀



写真22 地滑り防止緑地



写真23 高さ10m程の犬走りのない直積みに近い石積み

#### 4-3 丘陵部住宅地の被災状況

仙台市内の緑ヶ丘住宅地を調査した。丘陵地に造成された住宅地で、40年程経過していた。被害は地滑りによる住宅の滑落である。特に盛り土部の被害が著しく、絶景が楽しめる盛土法面の法肩部に位置する住宅の被害が著しく悲惨であった。

盛土、切土分布図と崩落地を重ね合わせると地表や路面・擁壁の変動、あるいはブロック塀の倒壊が見られた地点は盛土に集中していることが分かった<sup>(20)</sup>。住宅そのものは原形を維持しているが、基礎を支える基盤が崩壊したために住宅が滑落した(写真19)。道路も基盤が崩壊しずり落ち、舗装部が波打ち電柱が傾いていた(写真20)。地滑り方向に建てられた住宅のブロック塀も縦方向に割れ(写真21)、地盤沈下を確認した。

このように、もともと谷部であったところを埋め立て、盛土をした住宅地が長年にわたる雨水の浸透により、盛土部と谷部の間に浸透水が走り徐々に地滑りが起き、今回の震災をきっかけに、一気に崩壊滑落したのではないかというのが、増田昇先生を初めとした参加者の一致した見解であった。

過去の宮城沖地震で崩壊滑落した土地はその後建築禁止地区に指定され、緑地になっていた(写真22)。しかし、

住宅地内には高さ10m程度の、ほぼ直積みに近い石積みを見かけた。しかも宅地造成規制法に定める犬走りがなく、危険を感じた(写真23)。このような石積みが、今後の地震をきっかけに二次災害を引き起こす可能性を秘めている。

### 5 抱える問題と課題

ここでは、現地調査から得た知見をもとにして問題と課題を5-1～5-4に整理し、造園家として常日頃から思うことを5-5にまとめた。

#### 5-1 流域を捉えた体系的な緑の防災計画の策定

津波の被害は海岸部と丘陵部に及んだ。新興住宅地のほとんどは歴史の警鐘を忘れ、人は住むための空間を求めて、海辺や丘陵地を居住地とした。そして、忘れた頃に地震と津波がやってきた。マスコミの報道は海岸部に集中していたが、仙台市の緑ヶ丘住宅地をはじめとした新興住宅地も地滑りによる被害が多かった。

そこで、復興計画においては山・町・海を捉えた流域で検討する必要がある。その土地利用は自然林、人工林、農地、住宅地、公園緑地、海浜地など多種多様だが、水と緑の連続性は市街地により寸断され途切れている。

しかも、郊外の非市街化区域における農地などの生産緑地は目的が明確であるために防災機能の視点は市街地密集地の公園緑地とは異なり、災害時の視点を明らかにする必要がある。

これらの緑地を包括的、且つ体系的に捉えた緑の防災計画の具体策を明らかにするのが課題である。

#### 5-2 防潮林の構造力学、設計手法の解明

一瞬の内に消失した防潮林や、なぎ倒された松林のなかには根元が折れたものから、かろうじて生き長らえたものなど、被災状況は様々で、アカマツ林の存在が被害を大きくしたと嶋倉の指摘が現場調査の疑問を解いてくれた。風に弱い皿根のアカマツ林がなぜ防潮林に使われ、従来の風・潮に強い直根性のクロマツが少なかったのか、その理由として、戦後の植林時の経済林としての利用が指摘される<sup>(21)</sup>。

防潮林に囲まれた住宅地が消失したのは都市計画の大きな問題だが、残された防潮林の被害状況が三者三様だったことが印象深い。これは津波の破壊力と、松林の植栽密度、松の幹回りに比例する強度との相関関係があるものと推測し、緑地工学の視点から防潮林の構造力学、設計などの方法を、技術的に解明するのが課題である。

### 5-3 自然の猛威を捌く技術の開発

防潮堤、防潮林などはことごとく破壊された。現地で見聞を目にして、もはや自然の猛威を構造物で抑え込むのは不可能ではないかと思った。津波の高いところは10mを超えており、想定外と呼ばれたが、その津波を従前の人工的施設で、しかも巨大化して抑えこむことは財政制約下におけるインフラ整備の視点から大きくずれている。莫大な金額と長い年月を要することから、インフラ整備の視点から大きな問題である。

そこで、自然の猛威を力で抑え込むのではなく、津波、地震を甘受して、受け流す、いなすといった、捌きの技術の開発が課題である<sup>(22)</sup>。

### 5-4 生業の場の復興を目指したコミュニティの合意形成

女川町から北部にひろがるリアス式海岸は、まさに人間と自然が作り出した文化的景観の場で、訪れてコミュニティが充実する漁業を中心とした生業の場であることを実感した。ゆえに津波で破壊された市街地の、コミュニティ再構築の具体策が重要である。

歴史を振り返れば、貞観津波(869年)以来、今日まで住民は18回の津波に襲われたという<sup>(23)</sup>。つまり60年毎に訪れる災害を乗り越えて、人は当地に住み続けたのである。従って居住地の高台移転や従前の力で押さえ込む、防潮堤などの案を容易に決めるのは問題である。

やはり、これまでの生業の場を復興するのが基本路線である。自然との共生策の具体策が求められる。その場合、専門家は減災、自然の力の活用案などの多様な案をコミュニティに示す物語復興の考え方と、合意形成を図るプロセスデザインの手法を明らかにすることが課題である<sup>(24)</sup>。

### 5-5 大地の生態系を元に戻し、生態学を応用した緑の再生

人間が経済と利便性を追求したあまり、大地の潜在的な水と緑の生態系は破壊され、自然が持つ地形、植生などの防災機能を失った。それが問題だ。復興とは単にもとに戻すのではなく、大地の生態系と人間がつくり出した都市開発のバランスを図る必要がある。つまり、昔の水と緑豊かな大地に戻すのである。

その場合、かつての地形図、植生図をもとにして、新たな緑地の配置計画においてはパークシステムのあり方を、また、植物が持つ自らの力で育つ、自然力に委ねた生態学を応用し、時間の流れを配慮して、育てる視点に立った緑地再生のあり方を明らかにすることが課題である。

## 6 大地創再の視点と計画方針

前項で問題課題を整理し、本項では対応策の視点と計画方針を以下に論述する。

「森は海の恋人」である<sup>(25)</sup>。日本の国土を表す流域のあるべき姿をうまく言い当てている。山に豊かな森が育つことにより、水と緑で繋がれた海の牡蠣養殖が栄えるという猟師の経験から畠山は述べている。松永は「森の栄養が生き物を育てる」と論じ、森の腐植土層を通して川に流下するカルシウム、ナトリウム、マグネシウムイオンなどが海の生き物の成育に大きく貢献したと述べている<sup>(26)</sup>。

また、歴史が裏打ちしてきた自然の砦を復旧することも重要である。すなわち、利便優先で犠牲にしてきた森、丘、川などを、もとのあるべき姿に戻すのだ。信玄堤<sup>(27)</sup>や河辺林<sup>(28)</sup>などの自然の力を活かした温故知新の技術が、今日まで山梨県甲斐市の御勅使川や釜無川、滋賀県東近江市の愛知川などの洪水を防いできた。こうした考えを大地創再の視点とする。

なお、防災、環境保全などの緑の体系的整備、また被災状況に応じた枠組みを次のように考えた。①生態回廊都市の創造を念じた流域の構築、②緑地工学に基づく、緑の構造計算技術の確立、③国策の具体策と緑の相乗効果の一体化、④インフラコスト縮減の具体策、⑤地域コミュニティの配慮など。実践策は次の通りである。

### 6-1 持続性の高い緑のまちづくりと緑の防災効果の数値化

流域の上流・中流・下流域に広がる途切れた自然・人工緑地、水系などを繋ぎ、大地の縦横に水と緑のネットワークを築き、生物多様性やレクリエーション、地球温暖化の原因とされるCO<sub>2</sub>の吸収源、防災等の緑がもつ機能をフル活用し、持続性の高いまちづくりを目指す(図2)。また、既存・計画の緑と水面を道・川などでつなぎ、担保された緑の空間の防災効果を数値化し、不要不急といわれる緑の誤ったイメージを改める。

### 6-2 防潮林の水理学的整備手法の確立

津波への防御として既設の防潮堤や防潮林は必要不可欠である。しかし、今回の震災により大半が壊滅したため、防潮林再生のために緑の構造力学を確立する。既に河川工学の分野においては、高水敷における樹林地の適正管理の研究<sup>(30)</sup>が進んでいることから、これらを応用した緑の構造力学の確立を目指す。

具体的には、津波の流速を抑えるために必要な防潮林のボリュームを把握することを目的とする。防潮林を再



図2 流域内を水と緑のネットワークで繋ぎ、都市を免震構造化<sup>(29)</sup>

生じた際の沿岸部の粗度係数を算出するために、地表面から受ける抵抗 ( $W_f$ )、樹木の幹部分 ( $W_d$ )、樹冠部の各々の抵抗力 ( $W_u$ ) を求め、これらの合力が津波に働く重力以上になる粗度係数を算出する。また、垂直方向の幅 ( $b_l$ ) と津波と同じ方向  $b_w$  を算出し、必要な防潮林のボリュームを明らかにする (図3)。

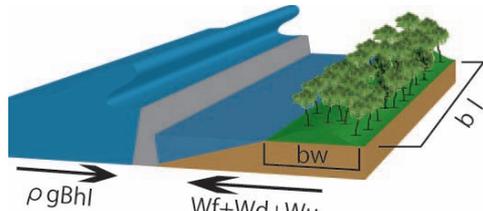


図3 津波に対する防潮林の抵抗力から整備手法を確立

### 6-3 防潮林の国営公園化と多重防御のまちづくり

大阪府営深北緑地公園は隣接する寝屋川の水が豪雨時に溢れた場合、公園に設けられた越流堰から流水する仕組みとなっている。つまり洪水をコントロールし、近隣市街地を水害から防いでいる<sup>(31)</sup>。防災緑地の見本といえる。

幸いなことに名取市には避難地となった海岸公園や矢本海浜公園が立地していた。

また、仙台東部道路の盛土構造が津波を止め、道路の背後に広がる住宅地を守った<sup>(32)</sup>。留意しなければならないことは、非市街化区域の農地の都市計画的な位置づけである。本来生産緑地であるが、津波浸水区域に限って遊水地緑地の機能を持たせ、浸水時の排水対策、地権者への固定資産税の緩和などの是正措置を図る必要がある。

このような、現地の特性を活かして、津波の力が衰える地域を予想し、計画的に圍繞堤を配し津波を止めるの

が有効である。

具体的には既存の公園緑地を核にし、浸水地域全体を遊水池公園に改造する。その場合、海岸部においては津波の浸水エリア全域を国営公園にするのが望ましい。さらに、公園内には6-2で導いた構造力学に基づく防潮林を整備し、防潮林を補強する防浪堤<sup>(33)</sup>や高台を整備する。国営公園外周沿いには補強土工法などを利用した強硬な盛土上に道路を持つ圍繞堤を巡らし、その外側に住宅地を設ける (図4)。

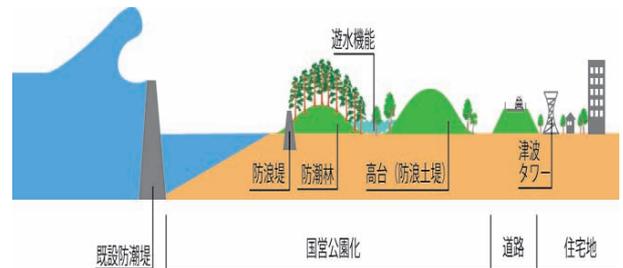


図4 国営公園と周辺施設との多重防御のイメージ

### 6-4 時間設計<sup>(34)</sup>に基づく生態学を応用した手法による緑地再生

緑地再生の基本方針は、各自治体が策定した緑の基本計画における防災系統の緑の保全活用整備が最優先される。重要なのは生態学を応用した緑地を創出することである。その場合、埋土種子の撒きだしによる緑地の再生法が効果的である。

これは生態学を応用した技術である。すなわち、造成前の現場の森林の林床に、広範囲に亘り存在する埋土種子を含む表土を活用した自然林再生の手法である。埋土種子は日光にさらされることにより発芽し、時間の経過とともに成長する。つまり、5年後、10年後の森の形態を操作できるのである。論者はこれを時間設計と呼ぶ。参考として大阪府箕面川ダムの法面緑化が参考になる。造成前の現況林の林床から埋土種子を含んだ表土を採取し、完成したダム湖のり面に撒き出し、今年で38年を迎え、いまでは周囲の自然林と見分けがつかない程の森林が回復している (写真24)<sup>(35)</sup>。

今日では「土を撒いて森をつくる<sup>(36)</sup>」手法として、



写真24 法面に竹柵を組み、表土を撒き出す<sup>(35)</sup>

道路緑化や治山事業に普及している。

### 6-5 三陸海岸を世界ジオパークに登録し新たな観光事業の誘発

被災地が生業の場であることから、津波との共生策を講じるべきである。参考になるのが長崎県島原半島ジオパークの拠点である雲仙普賢岳山麓地域の復興計画である。コンセプトは「火山との共生」、土石流で埋没した家屋を「道の駅」などの観光施設とし、さらにジオパークを誘致して、今日では観光地として賑っている<sup>(37)</sup>。犠牲者のご家族の理解を得て、負の遺産を活用している。

このように、震災の被害を前向きに捉え、復興策を捉える必要がある。三陸海岸の厳しい自然が作り上げたリアス式海岸景観の世界ジオパークネットワークの登録が、グリーンツーリズムなどの新たな観光を誘う。山陰海岸ジオパークが見本となる。

### 6-6 コミュニティデザインによる津波との共生

「津波との共生策」をコミュニティデザイン<sup>(38)</sup>で検討する。専門家が民意を取り入れた合意形成案を策定する。津波タワー等の避難施設・高層ビルの整備などのハード施策から、津波への防御を意識した森づくりなどのソフト策などを、減災を柱にした多様な復興プランを住民にワークショップ、ラウンドテーブルを通じて提案し、選択してもらうことが肝要である(図5)。

具体的にはキーマンを育てることが求められる。コミュニティデザインを推進する人物が地方には不在の場合が多く、東京、大阪の専門家に助けを請うのが実状である。それは仕方がないのかもしれないが、持続性に欠け誤った考えである。コミュニティデザイン推進の人材を、現地で育成することが緊要の課題である。

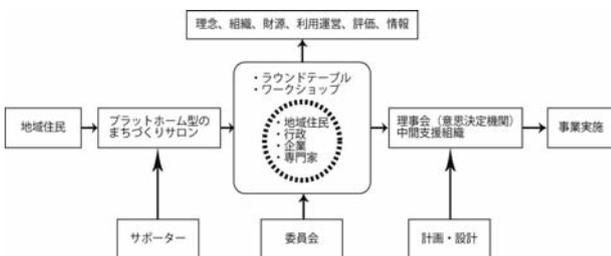


図5 コミュニティデザインのプロセス

## 7 考察

本研究は東日本大震災の造園・ランドスケープ資源の被害状況把握調査を元としている。しかしながら、津波の被害エリアが三陸海岸沿い180kmに及び、しかも浸水エリアが海岸から内陸部に向かい約5.5kmに亘るために

広過ぎ、被害状況を詳しく調査できなかった。かろうじて残された防潮林の構造から、緑地の構造計算の方向性を導くことが出来た。

同時に、阪神・淡路大震災時以後、中断していた緑の柔構造都市研究の新たな課題を発見した。すなわち、緑を活かした都市の免震構造化である。新たな枠組みとして、①緑が震災時のモーメントを吸収する都市の伸縮目地として、②緑が津波や火災をとめる防波堤として、③自然の猛威を受け止める遊水地として、そして現場でひらめいた④津波の力に対して耐えうる防潮林の構造力学のあり方を解明することであった。これが本研究の枠組みでもある。これらの視点に基づき、問題課題を整理し、対応策を明らかにした。

現地で被災者の声を聞くと、先のチリ地震時の津波で家を流された方、また家とともに奥様を流された方の声を聞き愕然とした。でも、高台移転が最優先案とは考えにくい。なぜならば、繰り返し述べるが、三陸海岸は貞観津波以降、今日まで18回の津波が押し寄せているにも係わらず<sup>(23)</sup>、人々は当地に住み続けたのである。また普賢岳の噴火は180年振り、平成2年の噴火まで人はそこに住み続け、火砕流で44名亡くなったが沈静火後、防災工事が行われ、住居地から外された地区もあるが、その多くは今も生活地として変わらない。つまり、いかなる災害が起ころうとも、人々は海がもたらす恵みと幸せを求め続けたのである<sup>(39)</sup>。

このような現実を直視すると「自然との共生」を視座としなければならない。根底には、大地が持つ潜在的なエコシステムと、人間が作り出したソーシャルシステムのバランスがあり、その技術論を本稿で論述した。

実践事例として韓国、ソウルのチョンゲチョン事業があげられる。14万台/日の交通量を誇る高架橋を撤去し、地下に埋められたチョンゲチョンを復元したのである。その結果、河道内には樹林地、草地在り、魚・水鳥が戻り、沿線は公害から解放され、遊水池機能も充実し、ソウルきっての観光地、住宅地として生まれ変わったのである<sup>(40)</sup>。これは風水思想に基づくもので<sup>(41)</sup>、チョンゲチョン境界はかつての自然と良好な住環境を取り戻し、災害に強い安全な都市河川として蘇ったのである。つまり、自然の掟を人間が容易に変えてはいけぬのである。もとの自然に戻したところに、チョンゲチョン事業の意義があり、緑の柔構造都市をつくる良き見本といえる。

本稿は、生態工学を用いた緑化事業の推進も説いている。その根底には時間設計がある。種子から森に育て上げる方法は成木の植樹より安価で、コストがかかる造園

土木工事における成木主体植栽思想からの脱却であり、今後の緑化事業への導入に期待を込めての提案でもある。

以上の考察から、緑の柔構造都市の考え方はランドスケーププランニング・デザインの視点から、体系的に整理すると次のようになる。

ランドスケーププランニングから見れば、パークシステムに基づき、自然緑地、人工緑地をネットワーク化して、都市の緑化を推進し、法定計画である緑の基本計画を補完することにある。その複合計画として多重構造のまちづくりの考え方を導いた。

デザイン面では、緑の存在機能面から見れば、緑が延焼防止・地滑り防止・防潮・防風効果などについて明らかにした。また、緑が存在することにより防災効果が高まり、命と財産を守ることから、経済効果があることを整理した。

その他、防潮林が津波に耐えうる力学的な構造、津波の力を弱める樹林地構造のあり方、並びに生態学に基づく緑地再生復元法を明らかにした。

利用機能面からは、緑空間を通じて日々の生活風景が営まれることからコミュニティ形成の場として期待され、その方法論としてコミュニティデザインのプロセスを整理した。

このように、緑の柔構造都市は、都市を俯瞰的に捉えると緑の総合計画を意味し、都市を目線で捉えると、緑を生態学、構造力学、コミュニティデザインの視点から捉えた緑地整備論といえる。

## 8 総括

日本の国土は流域から構成され、河口部に都市が集中していることから、流域内の土地利用を見ると上流部の里山、中流部の田畑、下流部の町・海と異なる。特に東京、大阪、名古屋などの大都市が立地する広域流域圏では都市化が進み、水と緑のネットワーク網が寸断され、里山の荒廃、放棄水田の増加、生き物の生息地の減少、都市のヒートアイランド現象の顕在化、並びに緑の緩衝機能の弱体化などの問題を起こし、都市の緑地形態は決して災害に強いとはいえない。

理由として、論者は先の大戦からの復興計画から、今日に至る高度成長、内需拡大、バブル経済の各時代を駆け抜けた「まちづくりにおける経済と利便優先社会の呪縛の犠牲が緑」と指摘した。すなわち、大地の水と緑は、長年事業家、官僚、政治家などから不要不急の空間と捉えられ、その結果、自然緑地は放置され、市街化のオープンスペースは経済と利便を目的とした施設にすり変えられたのである。

理由として、「緑空間は自然緑地では食料・燃料・住宅材料（木材）などの供給機能が弱まり、公園などの人工緑地は維持管理費が管理組織の財政を圧迫」などがあげられる。つまり緑の経済的な魅力、価値観、行政のインフラ維持力が低下したのである。

このような事態は深刻な問題でもあるが、市街地の緑に対しては、今後は長期的な視点を持ち、建築・土木施設が役割を終えたときに、都市形態の操作が容易な緑空間を主体とした、ランドスケープアーバニズムのまちづくりを優先すべきである。

今回の震災被害状況を目にして、人間の価値観を変える必要性を痛感した。都市構造にゆとりがあれば自然災害は抑えられたのである。具体策として、流域を捉えた緑地計画のあり方、防潮林の構造力学に基づく樹林構造のあり方、多重構造の方法、生態学の応用手法などを述べた。このなかで、緑の構造力学の考え方は、社団法人日本造園学会がまとめた東日本大震災復興支援調査報告書<sup>(42)</sup>に採用された。このような提言は、一般論の域を脱し得ないものの、実践されてこなかったからこそ、被害を大きくしたといえまいか、そこには緑行政に携わる官僚、政治家、学者など、関係者の力量が乏しいところに原因がある。

また、都市は建築・土木・造園空間でつくられて来たが、緑を担う造園は建築、土木空間のつなぎ役といわれ、業界は隙間産業とも揶揄されてきた。しかしながら、今こそ、経済と利便優先の社会から決別し、緑とオープンスペースの存在利用機能のメリットに国民が気づき、都市計画におけるソーシャルシステムとエコシステムのバランスを見直すべきである。

本稿のはじめに、今日の都市は「砂上の楼閣」と指摘した。それは、国の法定計画である緑の基本計画が定めるところの防災・環境保全・都市景観・レクリエーションの緑の量が、目標レベルに達せず、脆い都市構造を招き、阪神・淡路大震災、東日本大震災時に未曾有の被害を受けたことが、砂上の楼閣を裏付けている。

その対応策を本稿で述べた。論理の中枢には、「大地は、人の干渉が終われば自然に戻る」ことに視座を置く。この現象を、人為的に操作するには限界がある。解決策として生態学が有効である。「自然の仕組みを上手く都市に組み入れる」、すなわち大地の母親ともいべき緑を活かしてこそ、環境時代にふさわしい緑のまちづくりが期待される。生態回廊都市の成就を願って。

従って、これからの緑空間の創造・保全には生態学に基づいた、育てる緑化技術の普及が望まれる。

対策として、本稿では流域内の水と緑の再生を目指し

た緑地の配置計画、整備技術などのあり方を都市計画<sup>(43)</sup>、緑地工学<sup>(44)</sup>、エコロジカルデザイン<sup>(45)</sup>、コミュニティデザイン<sup>(46)</sup>などの視点から論述した。

このような技術を流域で捉えることにより、津波、地震、火災に対応し、災害に強いまちづくりはもとより、ヒートアイランド現象を緩和し、生物多様性に配慮した緑の柔構造都市が実現するのである。

終わりに、本研究を通して、災害復旧制度と復興との法制度的課題や、中央政府と地方自治体、地域住民などの間の費用分担、さらには国民と被災者や被災地域などの間の費用負担問題、地域振興、憲法で保障される財産権と公共の福祉とのトレードオフ問題や地域合意形成などの社会的課題などが浮き彫りになった。

このような指摘を通して、緑の柔構造都市のあり方について、本研究がきっかけとなり、さらなる議論の高まりを望みたい。

#### 謝辞

本稿執筆の機会を頂いたのは、鳥取環境大学副学長の東樋口護先生から、論者が社団法人日本造園学会東日本大震災復興支援調査の報告に何うと、本学において「被災地調査報告会を開催しよう」と、お言葉を賜ったことにあります。

また、平成23年度の中国地方建設技術開発交流会の基調講演者に、力強く推薦の声を頂いたのは、本学大学院研究科長の浅川滋男先生であります。ここにお二方の先生に衷心より感謝の意を表します。

流域を捉えた空間論については、種々の知見を授けていただきました現在、大阪人間科学大学の特任教授を務められる恩師片寄俊秀先生のお陰です。改めて、ここに謝意を表します。

終わりに、環境設計株式会社室長代理の永井英樹様の献身的なサポートに感謝申し上げます。ありがとうございました。

#### 参考文献・用語の説明

(1) 「緑の柔構造都市」は、論者が阪神・淡路大震災時の被災者の視点に立ち、考えた造語である。震災直後の現場調査において、倒壊寸前の建物を街路樹がつかい棒となり道路を守り、公園の樹木で火災が焼け止まった状況を確認し、またブロック塀は倒れたが生垣は根の緊縛作用で倒れなかった現場をみて、緑の防災効果を確認した。これらの経験をもとに、建築の鉄骨構造における耐震設計で用いる「柔構造」を引用し、都市計画において緑がその機能を

担い、安全な都市への進化を願い、「緑の柔構造都市」と名付けた。このような考えに基づき、英文表記を The green flexible structure metropolises とした。

- (2) 警察庁「警察庁調べ『神戸新聞2011年9月26日朝刊』」
- (3) 内閣府復興対策本部「復興対策本部調べ『神戸新聞2011年9月26日朝刊』」
- (4) <http://ranasite.net>
- (5) 中橋文夫（2011）「東日本大震災の私の提言『環境緑化新聞社680号』」環境緑化新聞インストラクション
- (6) 社団法人日本公園緑地協会（2007）「緑の基本計画マニュアル」
- (7) 社団法人日本造園学会（1996）「ランドスケープ研究 VOL. 60 NO. 2 1996」
- (8) 浅野智子ほか（1996）「阪神・淡路大震災後の神戸市須磨区におけるまちづくりの取り組みに関する研究『ランドスケープ研究 VOL. 59 NO 5』」社団法人日本造園学会、p. 257-260
- (9) 安場浩一郎（1997）「阪神大震災後の復興事業におけるオープンスペース計画に対する住民運動の研究『ランドスケープ研究 VOL. 60 NO 5』」社団法人日本造園学会、p. 455-458
- (10) 若生謙二ほか（1998）「阪神・淡路大震災後の公園の避難地利用について『ランドスケープ研究 VOL. 61 NO 5』」社団法人日本造園学会、p. 773-776
- (11) 浅野智子、野嶋政和（2000）「阪神・淡路大震災後の「白神地区」における住民主体のまちづくり活動の事例研究『ランドスケープ研究 VOL. 63 NO 5』」社団法人日本造園学会、p. 715-720
- (12) 石川幹子（2001）「阪神・淡路大震災とパークシステム『都市と緑地』」岩波新書、p. 281-287
- (13) 齊藤庸平（2010）「安全・安心まちづくりのための植物活用『成熟型ランドスケープの創出』」ソフトサイエンス社、p. 95-106
- (14) 財団法人都市緑化技術開発機構 糸谷正俊（2005）「防災公園技術ハンドブック」環境コミュニケーションズ
- (15) 震災復興大公園をいい、昭和3～6（1928～1931）年、東京、横浜において錦糸公園、山下公園等、各3公園が整備されている。『ランドスケープ大系第3巻ランドスケープデザイン』、社団法人日本造園学会、p. 66
- (16) 震災復興小公園をいい、大正15年～昭和6年（1926～1931）にかけて52公園整備。現在の都市公園体系の街区公園のモデルとして今日に継承。『ランドス

- ケープ大系第3巻ランドスケープデザイン』社団法人日本造園学会、p. 67
- (17) 鈴木誠 (1998) 「ランドスケープデザインの手法『ランドスケープ大系第3巻ランドスケープデザイン』」社団法人日本造園学会、p. 66-67
- (18) 共同通信社 (2011) 「東日本大震災 陸に押し寄せて家屋をのみ込む大津波 平成23年3月11日午後3時55分 名取市」
- (19) 共同通信社 (2011) 「東日本大震災 津波にのみ込まれる岩沼市の沿岸 平成23年3月11日 午後3時56分」
- (20) 村山良之 (2011) 「仙台の地形改変地 (宅造地) における被害速報」山形大学
- (21) 嶋倉正明 (2011) 「被災地域からの報告—海岸林の状況と都市公園の災害利用」『ランドスケープ研究 VOL. 75 NO. 3』社団法人日本造園学会、p. 186-188
- (22) 中橋文夫 (2011) 「自然の猛威は緑でかわせ『日本海新聞平成23年4月4日オピニオン』」
- (23) 吉村昭 (2004) 「三陸海岸大津波」文春文庫、p. 60-62
- (24) 室崎益輝 (2011) 「被災者主体の復興への道筋『東日本大震災・原発事故 復興まちづくりに向けて』」学芸出版社、p. 17-18
- (25) 畠山重篤 (1994) 「森は海の恋人」北斗出版
- (26) 松永勝彦 (1993) 「森が消えれば海も死ぬ」講談社、p. 32-39
- (27) 武田信玄が釜無川沿岸に構築した川除用の堤防、山梨県甲斐市にある。信玄は1542年に治水工事に着手。特色は、まず将棋頭という圭角の石堤を築いて御勅使川の水流を二分し、その本流を釜無川浸食崖の赤岩 (高岩) にあたらせ、また十六石という巨石を配して水勢を減殺するという自然力を利用した工法で、さらに釜無川左岸には1000余間 (1800m 余) の堅固な堤防を築き、これに雁行状に配列した霞堤を設けて、大出水に備えたことにある。飯田文弥「世界大百科事典14巻」平凡社、p. 289
- (28) 琵琶湖に流入する川の多くは護岸が河辺林によって縁取られている。洪水対策として堤防を守り、農用林 (里山) として人々の役に立ってきた。「河辺いきものの森パンフレット」滋賀県八日市市
- (29) 滋賀県彦根市の緑の基本計画策定時に論者が下書きをして、杉井昌勝 (環境設計) が仕上げる。
- (30) 財団法人リバーフロント整備センター (1999) 「河川における樹林管理の手引き」山海堂、p. 82-177
- (31) 井上芳治ほか (1992) 「深北緑地のあらまし『月刊公園緑地建設産業』」日本造園タイムス社、p. 20-26
- (32) 「命救った盛り土高速」朝日新聞2011年4月24日朝刊
- (33) 安政南海地震の際に、紀伊国広村出身の実業家 濱口梧陵が私財を投じて築堤した防浪堤。広村堤防とも言われている。
- (34) 植物は生長することから、播種、苗木植栽で幼林を整備し、時間をかけて成林に育て上げる。森としての完成形を概ね10年後とし、最小規模の樹林地設計方法をいう。
- (35) 環境設計株式会社 (2000) 「箕面川ダムにおける自然回復の状況調査」大阪府
- (36) 梅原徹、永野正弘 (1997) 「土を撒いて森をつくる」研究と事業をふりかえって『保全生態学研究 vol. 2』日本生態学会、p. 9-26
- (37) 2011年8月7日、島原半島ジオパーク事務局においてヒアリングでご教示を受ける。
- (38) 人がつながる仕組みをつくる意味を持つ。山崎亮 (2011) 「コミュニティデザイン」学芸出版、p. 20
- (39) 「島原半島ジオパークの概要」島原半島ジオパーク推進連絡協議会、p. 3、並びに2011年8月7日のヒアリングで確認する。
- (40) 2007年11月12日、「高速道路を撤去し川を復元させるチョンゲチョン (清溪川) 復元」プロジェクト視察に参加、現地で確認する。
- (41) プロジェクトを解説いただいたクァク博士からご教示を受ける。
- (42) 社団法人日本造園学会 (2010) 「東日本大震災復興支援緊急調査報告書」
- (43) 社団法人日本公園緑地協会 環境設計株式会社 (1999) 「彦根市緑の基本計画」彦根市
- (44) 社団法人道路緑化保全協会 (2005) 「エコロード」日本道路公団
- (45) 中橋文夫 (2003) 「昆陽池公園の計画設計工事および管理運営の報告『造園技術報告集』」社団法人日本造園学会、p. 180-183
- (46) 中橋文夫 (2005) 「冬場の海浜型公園における積極的なマネージメント戦略の展開事例『造園技術報告集』」社団法人日本造園学会、p. 68-71

(受付日2011年9月22日 受理日2011年10月26日)