

<総説>

気候変動の影響と適応策

「人々が安心して暮らせるしなやかな国土づくり」

松下 潤*

Adaptive Measures against Climate Change “Creation of Safety and Resiliency to Enhance People’s Quality of Life”

Jun Matsushita

*Research/Development Initiative of Chuo University, 1-13 Kasuga Bunkyo-ku Tokyo, 112-0003 JAPAN

Abstract

The 5-th Report 2014 by Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) indicates that on-going global warming poses high risks in eight fields and enhance economic loss is estimated at approximately 148 trillion yen. It is widely recognized that ever-increasing global warming stimulates climate change risk to cause natural disasters everywhere in our country. The author intends to inform our members of the outcome on the study regarding climate change risk and relevant adaptive measures, which was headed by the author under supervision of Japan Society of Civil Engineers (JCSE). Hereupon, the latest information is introduced firstly on the latest climate change research results. Then, discussion is made on what the appropriate adaptive measures should be all about on the basis of recent natural disasters in Japan and the Delta Plan, the latest adaptive measures model in the Netherlands.

Key Words: Global Warming, Climate Change, Natural Disasters, Adaptive Measures

1. はじめに

地球上の温暖化による気候変動の影響が各地で顕在化しようとしている。また、日常的な生活感覚としても実感される時代を迎えようとしている。温暖化を緩和するため、社会経済活動に伴う温室ガスの排出を削減する必要があるが、世界全体として温暖化の抑制に向けて足並みを揃えるのが難しい状況のもと、気候変動による影響は不可避であると考えねばならない。

このため、筆者の所属する土木学会地球環境委員会においては、気候変動リスクに粘り強く適応しうる「強靱な国土の創造」に貢献する視点から、筆者が責任者となり、昨年度（小冊子）『気候変動に伴う適応・緩和策』を刊行し、今年度さらに、（英文版）『Climate Change Adaptation and Mitigation』をまとめ、土木学会会員を対象として、刊行・頒布する運びとなった。

結論から述べれば、気候変動への適応策は、河川や砂防ダム等のインフラとリスク情報システムのほか、都市計画や都市構造の再構築システムを含めた多元的な構成とする必要がある。土木技術に加え、都市計画

*中央大学研究開発機構 〒112-0003 東京都文京区春日 1-13

や建築計画等を包含する形の業際的な災害軽減策が望まれる。防災学の専門家の河田によれば、災害には物理現象である **Hazard** と社会現象である **Disaster** の二つの側面があるが、被害を防ぎ（防災）、できるだけ少なくする（減災）ためには、理系の力学的メカニズムの解明だけでは不十分で、文理融合型の総合的な対策が求められるとしている（河田恵昭著「日本水没」朝日新書）。

このような考えに基づき、上記の（小冊子）「気候変動に伴う適応・緩和策」は流域圏学会会員にも有用な知見を与えるものと思し、以下、そのコアとなる部分を紹介するものである。

2. 日本列島固有の気候変動への適応策の必要性

温暖化に伴う気候変動への備えの必要性という観点から、「気候変動に関する政府間パネル」（IPPC）は、第5次報告書（2014年4月）において、温暖化の進行に伴い、海面上昇・高潮、豪雨・洪水、水不足、インフラ機能停止、食料不足、陸上生態系、海洋生態系、熱中症の八つの分野で気候変動リスクが拡大する可能性を示し、想定される経済損失は世界全体で毎年最大148兆円にも達すると警告している。

アジア地域に限っても、主要なリスクには、降雨量の増加や台風の影響に拠る海面上昇・高潮や洪水・豪雨、これらに伴うインフラ機能停止に加えて、異常高温と干ばつによる水不足や食糧不足が懸念される。前者に対しては、構造的・非構造的対策や適正な土地利用計画に拠る被害軽減、脆弱なライフラインの補強が必要であり、後者に対しては、総合的で効率的な水資源利用システムの確立が必要である。

そのなかで、わが国では、①海面上昇や高潮によって相当数の人々が移住を強いられる可能性、②洪水や豪雨によって大規模な河川洪水被害者が3倍増となる可能性、③インフラ機能停止による電気や医療などのサービスへの影響が発生する可能性、④水不足による沿岸域や島嶼部の生活や生産活動への影響が広がる可能性などを指摘している。

表-1は、IPCCの第5次評価報告書に基づき2100年末のわが国への影響を概括したものである。元来から自然災害に脆弱な条件を持つわが国では、他国と比べ、気候変動という新たな未経験の水災害や渇水リスクに対して、適応策を的確に講じていく必要性が相対的に高いといえる。

Table 1 Climate Change Risks Predicted in Japan by 2100

気温	気温	3.5～6.4℃上昇
	降水量	9～16%増加
	海面	60～63cm 上昇
災害	洪水	年被害額が3倍程度に拡大
	砂丘	83～85%消失
	干潟	12%消失
水資源	河川流量	1.1～1.2 倍に増加
	水質	クロロフィルaの増加による水質悪化

翻って、日本列島を俯瞰してみると、列島が全部で109本もの一級水系に細分化されていることが特徴である。このため、各々の流域単位で異常豪雨による土石流や洪水被害へのきめ細かな備えが欠かせないうえ、総延長3万5千km（地球の円周に近い）に及ぶ長大な海岸線では、高潮への備えが必須である。更に瀬戸内海などの少雨地域では、渇水や水不足などの問題も起こりうる。

このような複雑な被害リスクを軽減し、地域の人々が安心して暮らせる国土基盤を形成することは尋常なことではない。気候変動に関する科学的な知見をもとに、気象観測データに基づく早期・即時警戒システムの実装はもとより、ライフラインの脆弱性を改善することに加え、土地利用計画の見直しも含めて総合的に被害リスクに備える「しなやかさ」を持った適応策を即地的につくり上げる必要がある。

加えて、グローバル経済の影響に付随して、地方都市の多くが人口縮減に見舞われ、中長期的には自治体消滅に到る道筋が見えてきていることにも配慮すべきである。このようないわば「国土基盤の揺らぎ」ともいべき社会経済状況が顕在化する中で、これからの時代におけるコンパクトな都市構造の再構築策と適応策との整合を図ることも求められる。

以上の通り、我われにとって未経験の課題に立ち向かうための原則は、第一に、気候変動による地域への影響を高精度で予測する技術の開発を急ぎ、気候変動の高精度予測技術と気候変動への適応策を一体的なシステムとして統合化することである。第二に、気候変動にシナやかに適応するために、流域単位で、各々の流域特性に応じた『多重的な防御システム』の実装に取り組むことである。

その際には、土木分野を核として、他分野を含めた横断的な協力体制づくりを急ぐ必要がある。このことはまた、私どもの流域圏学会に期待されることでもあると思量する。

3、気候変動の予測と影響評価

わが国は、歴史的に一貫して治水政策を重視してきた国柄にあるが、これからの時代を展望すれば、気候変動に伴って台風や梅雨、冬期の季節風等の自然外力が更に大きく変化する可能性が高い。最新の分析によると、(1) 大雨による降水量が全国平均で 20%前後増加すること、(2) これにより全国の一級水系において施設計画の規模を上回る洪水の発生頻度が数倍増加すること、(3) 一方で無降水日が全国平均で数日程度増加することが予測されている。(国土交通省社会資本整備委員会資料、2015 年 2 月)

今後の良好な国土基盤の形成のためには、数十年から 100 年ほどの時間軸の中で、激甚化する洪水や土砂災害、高潮災害に加え、少雨地域における渇水といった新たなタイプの自然災害リスクにも備える必要がある。なかでも、「どの地域でいつ、どの程度起こるのか」、即地・即時的に高精度で評価するための予測手法を開発することである。

そこで、気候変動リスクを象徴する自然災害の象徴的なものとして、2014 年 9 月 20 日の未明、広島市安佐南区で生じた激甚な土砂災害の実態を Fig. 1 に概括した。



Fig. 1. Symbolic Case of Landslidel Disaster at Hiroshima-shi (2014.08.20)

この災害に係る自然現象としては、停滞前線による線状降雨帯の発生とそれによる地盤の緩み、更なる集中豪雨の発生（時間 115 ミリ）があげられる。加えて、もともと地形的に土石流の恐れがある地域が都市計画区域（市街化区域）に編入されていたうえに、砂防ダムの整備の遅れが重なり、更に広島市の警戒情報発令が遅れたこともあって、死者数は安佐北区を加え、最終的に過去 30 年間の土石流被害として最大の 74 人に達したのである。

土木学会では、このような気候変動に伴う集中豪雨や大型台風の問題を重要な研究課題と捉え、2009 年度から現在まで 2014 年の四国水害を含め、延べ 19 件（1 年当たり平均 3 件）の災害イベントに調査団を派遣している。最近のイベントは 2015 年 9 月の台風 17・18 号による関東・東北豪雨災害である。気候変動の影響がもはや常態化しつつあるなかで、災害リスク情報を誰にもわかりやすい形で即時び開示するとともに、即値的・的確な適応策を講じる必要が高まっているといえる。

これに対して、Fig. 2 に、500 年に 1 回の深刻な渇水に見舞われ、2015 年に到って水資源危機が顕在化した米国・西海岸の実態をまとめた。

もともと少雨地帯にあるカリフォルニア州は、自州の独自水源としてシエラネバダ山脈からの水資源の不足分を、コロラド川水系に設置したフーバーダムからの広域導水に依存する。人口 3,800 万人の年間の水消費量は 984 億トン（日本は 850 億トン）にも達する。その一方で、同州政府は、想定される気候変動に伴う将来の少雨リスクに備えるため、2013 年に水計画（California Water Plan 2013）を立案し、総合的な水資源マネジメント政策を押し進める構えである。

しかるに、近年の少雨の影響により、水供給量が需要量の 2/3 しか満たせず、農業用水の確保が次第に厳しくなっている。同州の農業は米国でも主要な地位を占めることから、農業セクターへの水資源配分を優先せざるをえず、知事は住民に都市用水の 30% 節減を呼び掛けている。（TIME 誌 2015.04.15 記事）

わが国でも、少雨地帯に属する四国地方では、水がめたる早明浦ダムが水不足に陥れば、瀬戸内海の工業地帯の水需給構造が崩れ、産業立地に影響が出る可能性が高い。工業部門では、既に回収水の利用が定着しているため、更なる節水には制約があるため、都市用水における節水が求められることは必至である。

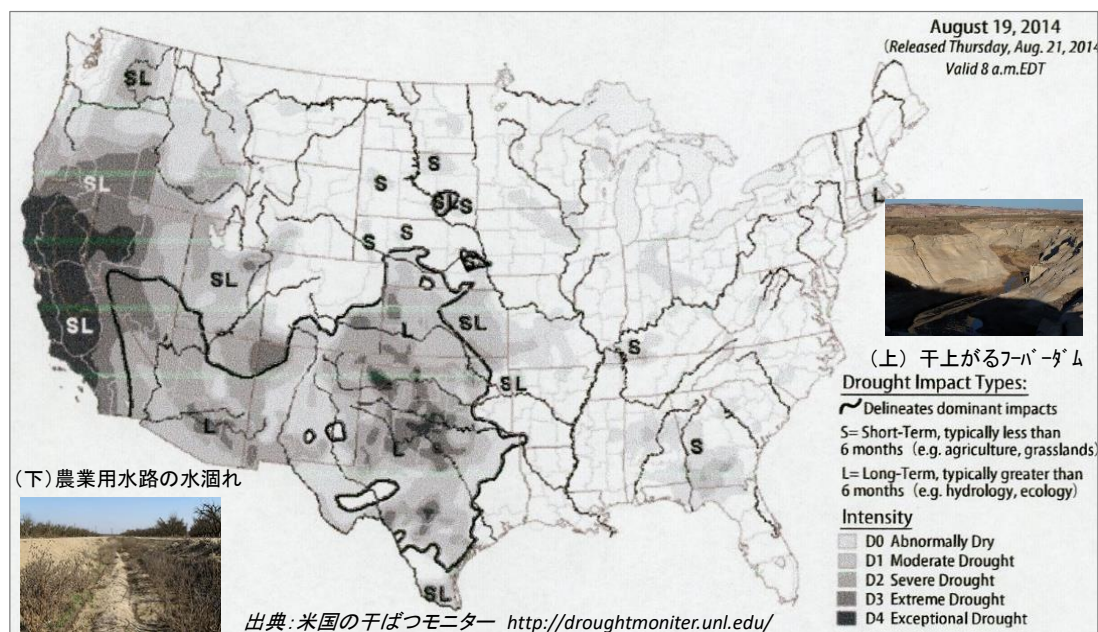


Fig. 2 Symbolic Case of Drought Damages in the West Coast Region, USA

このように世界各地で顕在化する気候変動を受け、以下の三つの視点から、土木分野において、適応策の基礎となる気候変動予測と影響評価に関する研究開発が進み始めている。

第一に、温暖化によって見込まれる台風強度の上昇や極端な豪雨の増加といった「極端現象」を定量的に把握する手法の研究開発がある。狙いは、大型台風による風害や高潮被害、洪水災害への抑止策の基礎データを提示することにある。

第二に、気候変動による上水道や農業水利等、水資源量の変動や水需給バランスに対する影響を定量的に

評価する手法の研究開発がある。とりわけ気候変動の影響を受けやすいのが台風であることから、台風に伴う降雨依存型流域や多雪型流域を中心に、ダムや貯水池などの既往インフラを活用した総合的な対策を構築する際の基礎データを提示することを狙いとする。

第三に、将来の即時的な気象条件を地図に入力し、市町村単位で洪水被害額を即地的に推計するデジタル地図に関する研究開発に加え、全球・領域気候モデルをもとに気象予測を地域単位にダウンスケーリングする手法の研究開発がある。

これらの研究成果は、将来の短時間降雨強度を地域スケールで高精度で推定することにより、流域単位の適応策を検討するために必要な支援ツールとして期待されるものである。

3. 気候変動への適応策の構築に向けて

3-1 多重的な防御システムの確立

適応策の目的は、気候変動により懸念される洪水や土砂災害、高潮災害、渇水等の頻発・激甚化に対して、人命と資産を守り、地域の経済社会への壊滅的な発生を抑止することにある。

このため、河川堤防や砂防ダム等の施設（インフラ）の計画規模や安全度を超える外力の発生に備え、限られた人材や予算の制約のもと、**Fig.3**に示すように、(1) 施設（インフラ）による適応策、(2) 危機管理による適応策、(3) 地域施策と連携する適応策、の三つの柱から成る『多重的な防御システム』を即地的に構築する必要がある。具体化には、国や地方公共団体、住民や企業が役割を分担しつつ、都市・建築セクターを含めた分野横断的な取り組みが求められる。土木分野に期待される役割は、適応策の立案を担う地方公共団体の人的不備を補うため、幅広いノウハウや経験を持つ技術者の活用を図ることである。

第一の施設（インフラ）による適応策においては、外力増加に対する高精度予測技術に基づき、従来からの施設（インフラ）整備を継続しつつ、計画規模を超える過大な外力の発生を見越して、施設構造の強靱化や強化策を講じる。

第二の危機管理による適応策においては、自然災害リスク情報の開示をもとに、誰にもわかりやすい形での即時・即地的な災害警戒情報システムや定期的な避難訓練策を組み合わせることによって被害の最小化をめざす。

第三の地域施策と連携する適応策においては、将来の人口縮減に見合うコンパクトな都市構造への転換も見通したうえで、災害危険区域設定等に基づく減災型の都市構造への転換、耐水型建築等による住まい方の工夫も取り入れ、自然災害リスクに強靱な都市構造を創生する。

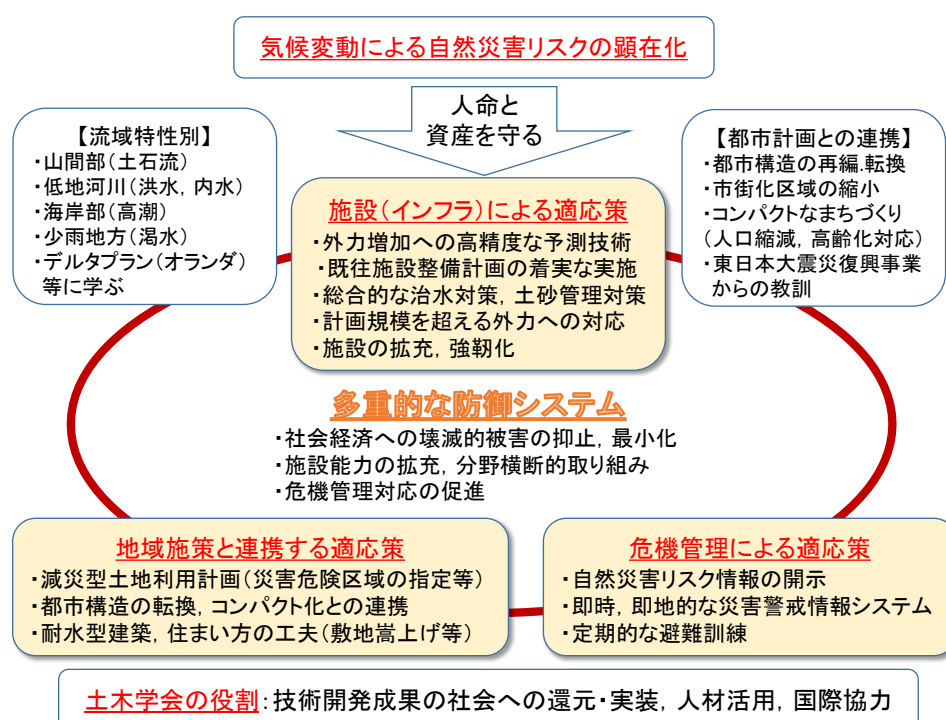


Fig. 3 Composition of Multiple Protection System for Climate Change Adaption

3-2 地域防災計画からのアプローチ

地域防災計画は、法制度上「災害対策基本法」により定められるもので、都道府県の地域防災計画を上位計画として、市町村が各々の地域防災計画を作成する仕組みである。

当該計画は、大きく（１）災害予防、（２）災害応急対策、（３）災害復旧の三つの要素から構成される。その内容は、気候変動への適応策と密接な関係を持つことから、気候変動の影響評価に係る情報を可及的すみやかに地域防災計画に反映することが求められる。また、具体策を定めるために「市町村防災計画会議」を設け、毎年の計画を策定するとともに、必要に応じて適宜に修正を行うこととされている。（当該計画の枠組みは、Fig. 4 に示すとおりである。）

気候変動への適応策との関係に着目するならば、（１）の災害予防の視点がとりわけ重要な意味を持つことは論を待たないのではないかと考えられる。具体的には、気候変動に伴う河道における水位上昇や水力負荷より洪水リスクが増大するという前提条件のもとで、施設（インフラ）の新設又は改良に加え、被害の予測及び防災・減災策に係る調査研究並びに市民への教育や避難訓練等の多重的な対策が求められる。

しかるに、土木学会・東日本大震災フォローアップ委員会資料（地域防災計画特定テーマ委員会成果の概要）は、都道府県の計画の焼き直しに近いものが多く、実態的に形骸化していること、適宜に修正がなされていないなどの諸問題が見られることに対して警鐘を鳴らしている。

このような背景には、市町村における人材不足があると考えられる。地域防災計画の間口は広く、災害予防ひとつとって見ても、行政の枠を超える思考や行動が必要とされる業務であると考えられるが、この種の業際的な業務に的確に対応できる人材が必ずしも多くないことから、当委員会は、「自助・共助・公助」の視点から見て、専門家の支援ニーズが高いと指摘する。それだけにまた、土木分野からの分野横断的な取り組みへの期待も大きいといえる。

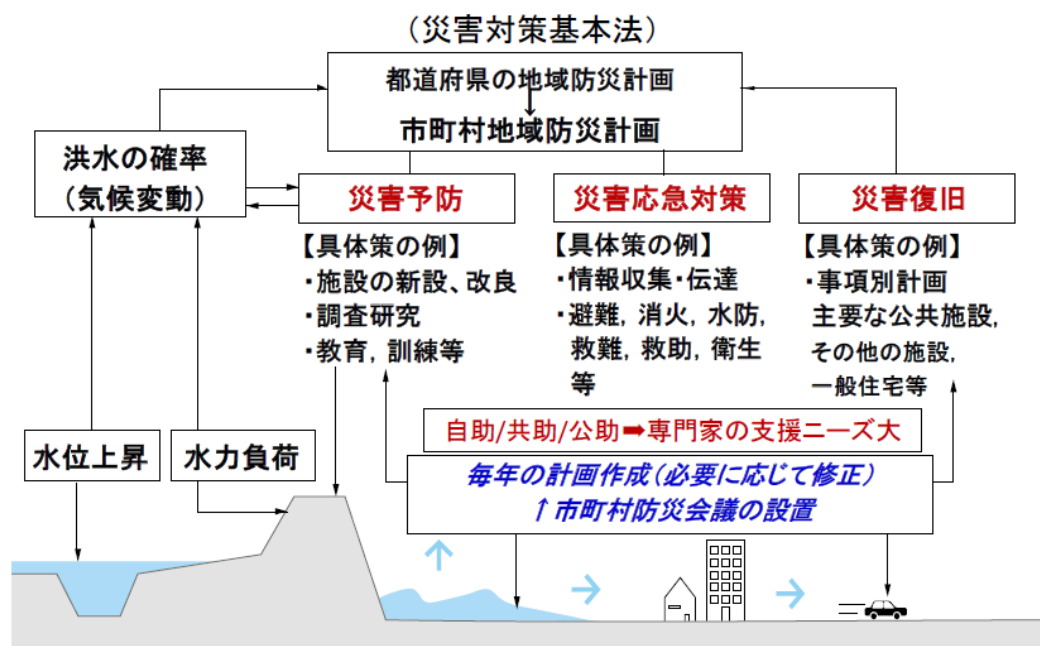


Fig. 4 Framework of Regional Disaster Prevention Plan

Data Source: Document by Follow-up Committee on Great Easter Japan Earth Quake

3-3 財産権制限の仕組みからのアプローチ

2015年9月の関東・東北豪雨災害による首都圏域の鬼怒川堤防決壊は、気候変動に伴う大規模氾濫リスクに対して人命や資産を守ることの難しさを改めて浮き彫りにした。既往最大規模の降雨を想定し、予測される水位上昇や水力負荷に対応しうるよう堤防嵩上げ等のインフラ整備を計画的に進める際には、多額の資金投下とともに、長い時間をかけねばならないケースが多い。地域特性により、被害を最小化する視点から、土地利用規制に基いたより確実な適応策も視野に置かねばならない。

法制度から見れば、土地利用規制の前提は、「災害危険区域の指定」でありその法制度的な基礎になるのが財産権の制限である。しかし、我が国では財産権の制限は必ずしも平易ではなく、自然災害が生じるとき

に「逃げる時間や場所があるか否か」が岐路となると考えられる。

実際に財産権を制限することが許容されるのは、土石流や津波災害のように「逃げる時間や場所がない」ケースである。この種のケースでは、災害危険区域を指定することによって、市街化の抑制や既往市街化区域の逆線引きが可能となる。東日本大震災の被災地復興事業などで実際に取り入れられている手法である。

（災害危険区域の指定を巡る条件設定は、**Fig. 5**に示すとおりである）

これに対して、高潮や洪水・内水による災害や低地河川浸水被害のように「逃げる時間や場所がある」ケースでは、財産権の制限は実態的に緩やかなものとならざるを得ない。これに該当するのは、低平な東京都江東デルタ地帯における高規格堤防や洪水避難ビルを生かした「水防災型都市計画」（江戸川区）などのケースである。そのほか、地下鉄には、浸水被害に備えた浸水遮断装置の設置が義務付けられている。

気候変動への適応策を即地的に検討するにあたり、このように「逃げる時間と場所」の態様により、どの程度まで土地利用規制が許容されるのか、あるいは許容されないのかを十分認識しておくことが望ましい。

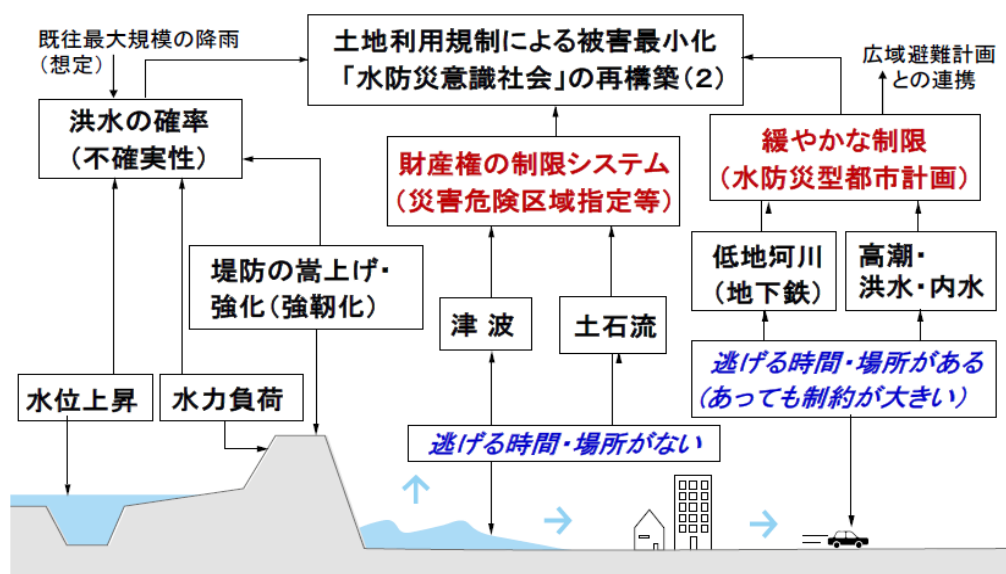


Fig. 5 Restriction of Property Right based on Disaster-risk Area Designation

Data Source: Report Statement on Risk Abatement against Large-scale Flooding

by Social Capital Development Committee, 2015.12

5-4 都市再生からのアプローチ

わが国が全体として少子・高齢化に見舞われる中、グローバル経済の影響が重なり、現役世代が雇用を求めて域外に流出することに付随して、消滅自治体の出現が見込まれる。人々が安心して暮らせる国土づくりを果たすためには、都市全体の構造を見渡し、住宅及び医療・福祉、商業など諸施設の拠点地区への誘導により従来の拡散型の既存市街地構造の集約化を促進する必要がある。

そのような視点から、「都市再生特別措置法の一部改正」（2016年2月閣議決定）では、市町村が都市再生基本方針を定め、住宅及び都市機能増進施設（医療・福祉施設、商業施設その他の都市の居住者の共同の福祉や利便施設）の立地を適正化するために必要な「立地適正化計画」を作成できることになった。

当該計画は、（1）都市機能増進施設の立地を誘導すべき都市機能誘導区域よ（2）居住誘導区域の二タイプの市街地を集約的に形成するため、（1）では、容積率及び用途の制限を緩和する特定用途誘導地区を定めるほか、誘導する施設の整備を担う民間事業者に民間都市開発推進機構が出資等の資金的な支援を行う。また（2）では、住宅整備を担う民間事業者のノウハウを引き出すため、都市計画や景観計画の提案制度を付与するほか、高齢者も安心して暮らせる住環境を誘導するため、各種の公共交通手段の充実を図る。

今後の課題は、このように都市構造を集約化する際に、気候変動の影響による洪水や土砂災害、高潮災害等の頻発・激甚化に備え、自然災害リスクに配慮した立地適正化計画を検討することである。具体的には、都市機能誘導地区や居住機能誘導地区を自然災害リスクの高いエリア外に配置する方針とすることである。

3-4 地方創生からのアプローチ

翻れば、日本という国は極東（Far East）という形容詞が端的に物語るように、世界中枢の欧米から見れば、世界の孤島である。

このように、地勢的にも、地政的にも、また経済的にもいかにも脆弱に見える日本という国家が戦後半世紀余りの間に米中に次ぐ世界第三位の経済力を持つ文明国家の地位を築けたのは、一体なぜなのか。——色々な見方ができると思うが、筆者は、勤勉な国民性と他国民にない無私の精神、資源小国だからこそその節約意識を下支えとする高効率資源・エネルギーシステム、更には戦後半世紀に亘り積み上げてきたインフラストックに拠るものではないかと考える。

しかるに、これからの四半世紀先を見通せば、いくつかの面で、そのような国家の骨組みが大きく揺らぎ始めている。特に懸念されるのは、経済のグローバル化と相まって（1）地方からの工場の海外移転と雇用減少に加え、（2）付随的に人口縮減が顕在化していることである。この問題は、（3）土地（農地や宅地）の過剰と荒廃、（4）インフラストックや建築物の過剰と老朽化に繋がり、更に高齢化に伴う医療介護費の増加と地方の行財政悪化に波及する。

わが国の人口縮減問題を象徴する資料として、Fig. 6には、（左）地方都市における消滅自治体の分布図と併せて、（右）地方都市における水道水無効率の増加傾向図をまとめて示している。なぜ水道無効率が増加するかというと、人口減少で水道料金収入が減少し、管路の維持管理が難しくなっているからである。

（1）（2）の関連で、過疎化に伴う限界集落の問題が問われたのは1990年代以降であるが、2000年代には、それが消滅自治体と呼ばれるより深刻な問題に到っている。（3）（4）の関連では、国土交通省の土地基本統計に拠ると、1963年から2013年までの間、全国の空き家率は2%から14%に7倍、空き家数は50万軒から800万軒まで16倍も増加している。また、農林水産省の統計に拠ると、全国の未利用農地（耕作放棄地）は、2015年現在、富山県の面積に相当する約42.4万haに達し、耕作地全体の凡そ9.4%を占める。農業人口も200万人割れ寸前に追い込まれ、担い手自身も年々高齢化している。

土木分野では、土木事業の先細りを抑止するためにも、従来のような「高速道路等インフラ整備／工業団地開発による雇用確保策」に代わり、「地域内発型経済」に基づく新たな地方創生シナリオに知恵を絞る必要があると思料する。そのうえで、都市再生シナリオに重ねる形で、弾力的で低コストな適応策を考案する必要がある。なお、ここでいう弾力的で低コストとは、施設（インフラ）により守るべきエリアと被害が生じた時の保障策等により守るべきエリアに区分することにより、全体調和を図るという意味合いである。

計画イメージとしては、前者は、都市再生により集約化された拠点集落や優良農地が立地するエリアが、後者は、耕作放棄地など遊休地が立地するエリアが各々該当する。実施に当たっては、地域における合意形成が必要であることはいうまでもない。

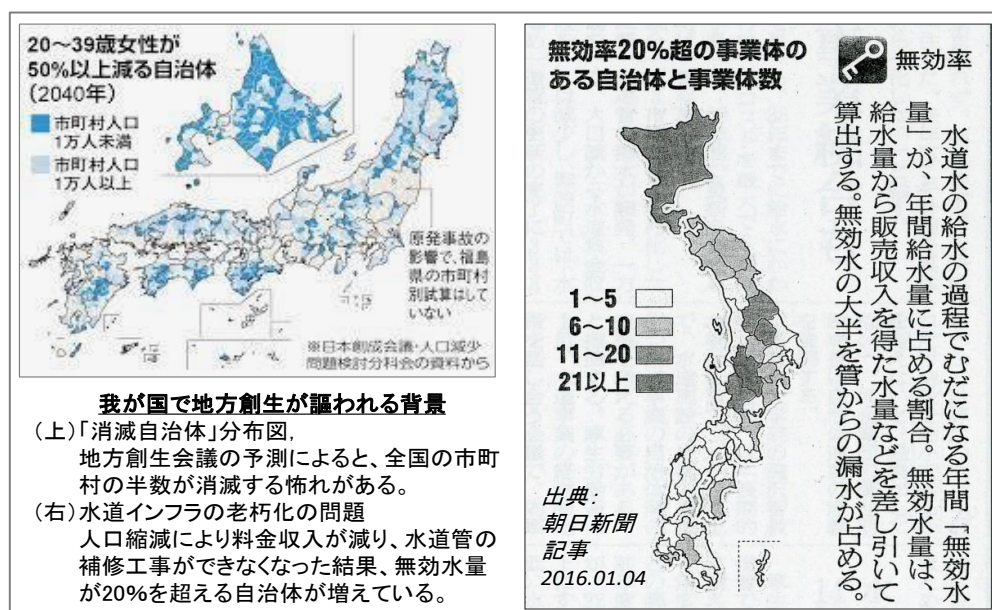


Fig. 6 Background against Regional Rehabilitation due to Population Decrease

4. まとめ

わが国の河川計画では、対象とする流域の過去の降雨記録、洪水記録の確率統計的な分析を経て、計画規模の降雨や流量の決定が行われるのが一般的である。河川計画の大きな目的は、対象とする河川の計画基準点における基本高水のピーク流量の決定、河道および洪水防御施設の配分、それらを考慮した計画高水流量の決定である。計画規模の決定手法は、河川によって異なるものの、多くの場合は、過去の降雨記録から河川の重要度を考慮して T 年確率に対応する降雨量、降雨継続時間が決められ、その降雨量で生起する可能性があるピーク流量を対象として、計画規模のピーク流量が決定される。

このような日本の治水計画の変遷史は、以下のようにまとめることができる。(山田正 (2014) : ゲリラ豪雨と大規模水害への対応～不確実性の中の災害リスクと意思決定, 雑誌「河川」2014-8月号, pp.17-18).

- (1) 第一期 (線的防御の治水) : 既往最大洪水に対して河道や貯水池で対応することを目標とした時期。既往最大洪水の更新に伴い、設計外力が更新されることになるが、経済性や効率性に課題を有する。
- (2) 第二期 (線的防御の治水) : 治水施設の設計外力に確率規模の考え方が導入された時期。ここでは河道やダム貯水池、遊水池など大規模施設群による治水計画が進められた。
- (3) 第三期 (面的防御の治水) : 都市化や都市開発に対して、保水・湧水機能を確保する総合治水対策が導入された時期で、高度経済成長と重なる。
- (4) 第四期 (三次元の治水) : 整備途上の治水施設 (インフラ) のもとでの洪水、更には計画外力を超える洪水に対する被害を最小化するための減災対策が求められる現在から近未来。従来にない垂直避難や避難時間の概念が新たに必要とされるようになった時期である。我われが生きるこの第四期では、近年のゲリラ豪雨や線状降水帯の頻発や土砂災害・洪水被害の発生頻度を鑑みれば、近未来の温暖化に対する適応策に真剣に取り組むべきことは明白である。整備途上の治水施設 (インフラ) のもとでは、設計外力未満での災害の発生も想定する必要がある。更に降雨の不確実性を加味すれば「絶対安全な構造物は存在しない」との前提に立った新たな防災論の発意が望まれる。末尾に、読者の皆様の参考として、三つの新たな防災論をまとめることで、本論の締めくくりとする。

新たな防災論 (1)

本論は、土木学会地球環境委員会において、昨年度、土木学会の会員向けにまとめた (小冊子) 『気候変動に伴う適応・緩和策』, (英文版) 『Climate Change Adaptation and Mitigation』を母体とするものである。本論にて提起したことは、施設 (インフラ) の計画規模や安全度をを超える外力の発生に備え、限られた人材や予算の制約のもと、(1) 施設 (インフラ) による適応策, (2) 危機管理による適応策, (3) 地域施策と連携する適応策, の三つの柱から成る『多重的な防御システム』を即地的に構築することである。具体化には、国や地方公共団体、住民や企業が役割を分担しつつ、適応策の立案を担う地方公共団体の人的不備を補うため、幅広いノウハウや経験を持つ技術者の活用を図ることも視野に置くべきであるとしている。

新たな防災論 (2)

防災学の専門家・河田恵昭は、過去から近年の豪雨や台風のメカニズムと日本の各都市で発生した災害を総括して、『災害は進化する』と指摘している。(河田恵昭著「日本水没」朝日新書 (2016))

災害は自然現象である一方、社会現象でもある。このため、その対策は、歴史的に防災から減災へ、そして縮災へと進化してきた。防災とは、被害をすべて防ぐことであり、減災とは、できるだけ被害を少なくすることである。更に、縮災とは、被害が起こることを前提として回復をできるだけ早くすることである。以上の課題を実現するためには、文理融合型の視点に立った総合的な対策が急務であるとしている。

新たな防災論 (3)

オランダは、九州と同じくらいの国土面積を持ち、凡そ 2/3 が北海の平均潮位以下にある。このため、わが国に似て、洪水対策や高潮対策、水資源対策に優先的に投資をしてきた長い歴史がある。近年の気候変動の影響で、洪水リスク対策と淡水資源確保に係る新戦略が必要となり、同国政府は 2015 年に『デルタプログラム』(Delta Programme 2015) を策定している。当該プランの特徴は、デルタ地域の住民の洪水時の死亡確率を 10 万分の 1 に設定する一方、「Room for Rivers」という新概念に基づき、計画的にバイパス水路等を整備する手法である。地域住民との合意形成を徹底するため、高台移転等の垂直避難方式を提示することとしている。(2016.03, Delft 工科大学建築学部 Han 教授ヒアリングによる) (原稿受付 2016 年 7 月 28 日)

【補遺】

(1) 低炭素社会づくりの枠組み

気候変動への緩和策の中で最重要課題は、エネルギーに由来の温室効果ガスの削減による低炭素化社会づくりである。国際的には、2015 年の第 21 回国連気候変動枠組み条約締結国会議（COP21）は、途上国を含むすべての国が参加する 2020 年以降の新たな温暖化対策「パリ協定」を採択した。これに対し、日本政府は、2030 年度に 2013 年比で温室効果ガス 26%削減、人家庭部門では 40%の削減目標を提示した。

低炭素社会づくりの計画手法は、2012 年の「都市の低炭素化の促進法」（通称エコまち法）により体系化されている。計画要素は多岐に亘り、Table A1 に示すように（1）都市機能の集約化策、（2）公共交通機関の利用促進策（3）建築物の低炭素化策、（4）緑やエネルギーの面的管理・利用策の四つから構成される。



Fig. A1 Composition of Low Carbon Community Model
Data Source: Ministry of Land, Transportation and Infrastructure

(2) 最近の災害における土木学会の社会支援

台風・豪雨災害に関して、土木学会の本部・支部が対応した国内外の 2009 年からの実績は Table A1 に示す通りである。

Table A1 Research Activities on Typhoon./HeavyRain Damages by JSCE (1999-2015)

年	学会が対応した台風。豪雨災害名称（件数）
2009 年	・ 防府土砂災害、・ 兵庫県佐用町河川災害（2 件）
2010 年	・ 広島県庄原市土砂災害、・ 中国地方豪雨（2 件）
2011 年	・ 新潟・福島豪雨災害、・ 台風 12 号土砂災害（2 件）
2012 年	・ 九州北部豪雨災害（1 件）
2013 年	・ 台風 Haiyan 災害（比国）、・ 伊豆大島豪雨災害、・ 京都・滋賀水害 ・ 秋田・岩手水害、・ 島根県西部豪雨災害、・ 山形水害、・ 山口・島根水害（7 件）
2014 年	・ 広島豪雨災害、・ 四国水害、・ 兵庫・京都・岐阜水害（3 件）
2015 年	・ 関東・東北豪雨災害、・ 京都市土砂災害（2 件）

出典：<http://committees.jsce.or.jp/report/>