

**平成18年度
土木学会会長特別委員会報告書**

一自然災害軽減への土木学会の役割一

平成19年3月

平成18年度土木学会会長特別委員会

はじめに

我が国の太平洋沿岸の南海トラフ、日本海溝および千島海溝周辺では、歴史的にマグニチュード8クラスの巨大地震が発生してきた。また内陸部には多くの活断層が存在し、くり返し内陸型の地震を発生させてきている。1995年から2004年におけるマグニチュード6.0以上の地震回数が全世界の22.2%を占めており、世界でも有数の地震国である。

南北に長い国土の中央部には脊梁山脈があり、平野部が国土に占める割合は小さいため、多くの河川は急勾配となり、平野部のゼロメートル地帯を中心にしばしば洪水を発生させてきた。また、太平洋で発生する台風は、太平洋高気圧の縁を廻って北上し、日本付近を通過する傾向があり、このため我が国は台風の常襲地帯となっている。さらに我が国の海岸線は35,000kmに達し、高潮・高波の被害を受けやすい地勢となっている。以上のように、我が国は地震、津波および風水害などの自然災害による被害を受けやすいという宿命を負っている。

土木学会は、国内外での自然災害が発生する度に調査団を被災地に派遣し、被害状況を調査・分析して、災害対策のための提言をまとめるなどの社会貢献を行ってきた。これらの活動は、世界の自然災害の軽減に大きく寄与してきたものと考えられる。また、調査研究部門の関連委員会は、自然災害軽減のための調査研究を積極的に推進し、その研究成果は、関係機関の防災対策や指針・規準等に反映されてきた。

近年、国内では新潟県中越地震、福岡県西方沖地震および能登半島地震、国外ではスマトラ沖地震・津波、パキスタン北部地震さらにインドネシアジャワ島地震・津波などの地震・津波災害が相次いで発生している。さらに、世界各地で地球規模の気候変化に起因していると考えられる暴風雨や集中豪雨による河川の氾濫などの被害が多発し、多くの人命と財産が失われている。

地球の温暖化と海面上昇、都市域のヒートアイランド現象、森林と耕地の喪失、砂漠化の進行および河川・海岸の浸食などの自然と都市を取り巻く環境の変化が集中豪雨・豪雪、巨大台風・ハリケーンなどの発生、異常少雨と異常高温および高波・高潮の災害の危険性を増大させている。また自然現象の受手である人間社会も、少子・高齢化、都市圏の過密化と地方の過疎化などにより災害に対して脆弱性が増大している。共助意識の減退や災害経験伝承の減少や電子機器への過度の依存などライフスタイルの変化にも災害に対する危険性を増している。さらに、国・自治体等の財政逼迫により防災社会基盤の整備が遅れ、時には劣化が進んでいる基盤施設もある。また、従来から地域の災害予防や災害からの復旧・復興に貢献して来た地域建設産業の衰退が防災力の低下につながっている。以上のように、自然環境と社会環境の変化により自然災害の態様が変化し、その規模が増大してきており、この傾向は今後とも続くものと考えられる。

一方、東海地震など南海トラフ沿いの巨大海溝型地震や首都直下地震の発生が逼迫している。中でも東京湾の北部に発生する地震は首都圏に未曾有の被害を発生させると予測されており、我が国はもとより世界の社会、経済、政治に及ぼす影響は極めて深刻である。

このような状況の中で、土木学会には学術・技術団体としての自然災害軽減のための技術の開発と普及のみならず、防災教育活動などを通じた防災のための国民運動への参画など社会への直接的貢献が求められている。

本特別委員会では、自然災害軽減に関して土木学会が今まで果たしてきた役割を点検するとともに、近年の自然災害の現状を分析し、それらが提起した社会的課題と技術的課題を明らかにした。これらの調査分析結果を踏まえて、土木学会が自然災害の軽減に向けて今後果たすべき役割を示す。

本報告書は特別委員会による検討結果をまとめたものである。特別委員会の委員ならびに幹事の方々の御尽力に対して敬意を表するとともに深甚なる謝意を表する次第である。今後本報告書の内容を学会内外に広く発信するとともに、可能なことから学会としての具体的な行動に結びつけていく予定である。

平成 18 年度会長特別委員会
「自然災害軽減への土木学会の役割」
委員名簿

委員長	濱田 政則	早稲田大学理工学術院
委員	安斎 尚志	NHK 番組制作局
委員	家村 浩和	京都大学大学院工学研究科
委員	今村 文彦	東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター
委員	岩田 孝仁	静岡県防災局
委員	運上 茂樹	(独) 土木研究所
委員	清宮 理	早稲田大学理工学術院
委員	菅野 高弘	(独) 港湾空港技術研究所
委員	竹谷 公男	(株) パシフィックコンサルタンツインターナショナル営業本部
委員	古木 守靖	(社) 土木学会
委員	宮村 正光	鹿島建設(株) 小堀研究室
委員	望月 常好	国土交通省国土技術政策総合研究所
委員	山田 正	中央大学理工学部
委員	渡辺 泰充	清水建設(株) 土木技術本部
幹事	アイソ オル	東海大学海洋学部
幹事	赤木 寛一	早稲田大学理工学術院
幹事	大津 宏康	京都大学大学院工学研究科
幹事	勝井 秀博	大成建設(株) 技術センター土木技術研究所
幹事	清野 純史	京都大学大学院工学研究科
幹事	久保 昌史	清水建設(株) 土木技術本部
幹事	小宮 一仁	千葉工業大学工学部
幹事	榊原 豊	早稲田大学理工学術院
幹事	佐々木 寿朗	日本工営(株) 技術企画部技術情報人材開発センター
幹事	関根 正人	早稲田大学理工学術院
幹事	堀 宗朗	東京大学地震研究所
幹事	三輪 滋	飛鳥建設(株) 防災 R&D センター技術研究所
幹事	佐藤 雅泰	(社) 土木学会

自然災害軽減への土木学会の役割 目次

1. 近年の自然災害と提起された課題	1
1.1 地震・津波災害	1
1.1.1 近年における地震・津波災害の発生頻度、死者数等の推移	1
1.1.2 近年発生した地震・津波災害の概要と提起された課題	2
1.2 風水害	8
1.2.1 近年の風水害発生の頻度とそれに伴う被災者数の推移	8
1.2.2 近年発生した風水害の概要と特徴	13
1.3 土砂災害	20
2. 今後発生が危惧される自然災害と対策	25
2.1 自然環境と社会環境の変化に起因して発生する自然災害	25
2.1.1 自然災害の態様の変化	25
2.1.2 今後の自然災害対策の考え方	25
2.2 地震・津波災害	26
2.2.1 今後発生が危惧される地震・津波の概要	26
2.2.2 予想される地震・津波被害	34
2.2.3 実施すべき地震・津波対策	39
2.3 風水害	42
2.3.1 洪水災害への対策	42
2.3.2 高潮災害への対策	44
2.4 土砂災害	49
2.4.1 土砂災害危険箇所の増加	49
2.4.2 土砂災害への対策	51
2.5 防災施設の維持管理と更新	52
3. 土木学会が果たしてきた役割	53
3.1 災害調査と社会への発信	53
3.1.1 阪神・淡路大震災震災調査団の活動	53
3.1.2 社会支援部門の活動	54
3.1.3 支部における緊急災害調査団の活動	57
3.2 調査・研究活動	59
3.2.1 地震災害	59
3.2.2 風水害	61
3.2.3 示方書・指針・基準類の発行	62
3.3 社会への直接的貢献	64
3.3.1 会員の社会的貢献	64
3.3.2 教材の出版	66
3.3.3 防災教育の実践	67
3.3.4 被災地への技術支援	69
3.3.5 NPO 組織との連携	71

4. 土木学会が今後果たすべき役割と課題	73
4.1 調査研究の推進と科学技術政策の提言	73
4.1.1 推進すべき調査研究課題	73
4.1.2 学際的研究組織の確立	73
4.1.3 科学技術改革への提言	74
4.2 社会への直接的貢献の推進	74
4.2.1 災害軽減に向けた国民的運動への積極的参画	74
4.2.2 国内外における災害復旧のための技術支援	77
4.3 NPO との協働	77
4.4 他の学協会および他機関との協調	78
4.5 ODA等による海外防災支援のあり方	79
付録 自然災害対策分野におけるODAの現状	83

1. 近年の自然災害と提起された課題

1.1 地震・津波災害

1.1.1 近年における地震・津波災害の発生頻度、死者数等の推移

図1.1.1は過去60年間に於いて1,000人以上の死者・行方不明者を出した地震および津波災害の発生回数を5年毎の合計で示したものである。これによれば、1986年以降の20年間で災害の発生件数が急増している。また、地震・津波災害がアジア地域に集中して発生していることが分かる。

図1.1.2に1946年以降のマグニチュード7.0以上の地震および1976年以降のマグニチュード6.0以上の地震の発生件数を示す。1976年以降についてはマグニチュード6.0から7.0の地震の発生回数の正確な統計がとられていないようである。マグニチュード6.0以上の地震の発生回数には1990年以降増加しているものの、マグニチュード7.0以上の地震の回数はこの60年間減少傾向にある。世界の地震発生回数には、図1.1.1に示すような死者・行方不明者の急激な増加に比例した傾向は見られない。このことは自然現象としての地震・津波の受け手である人間社会が災害に対して脆弱になっていることを意味していると考えられる。

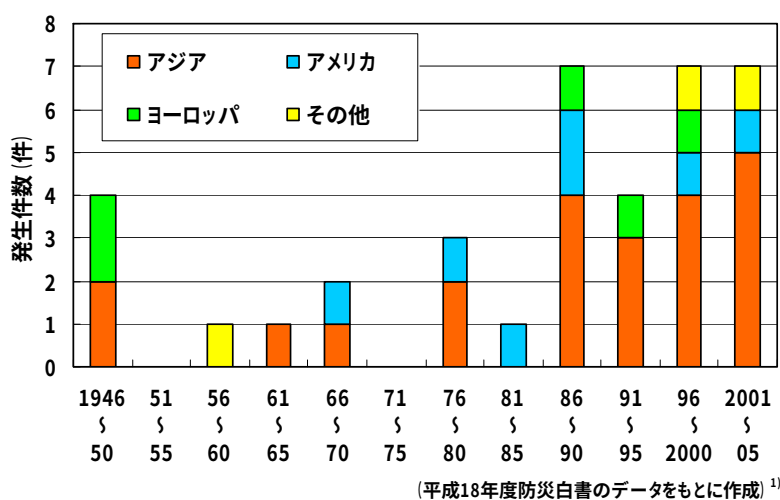


図1.1.1 世界における地震・津波災害の発生件数
(死者・行方不明 1,000人以上 1946～2005年)

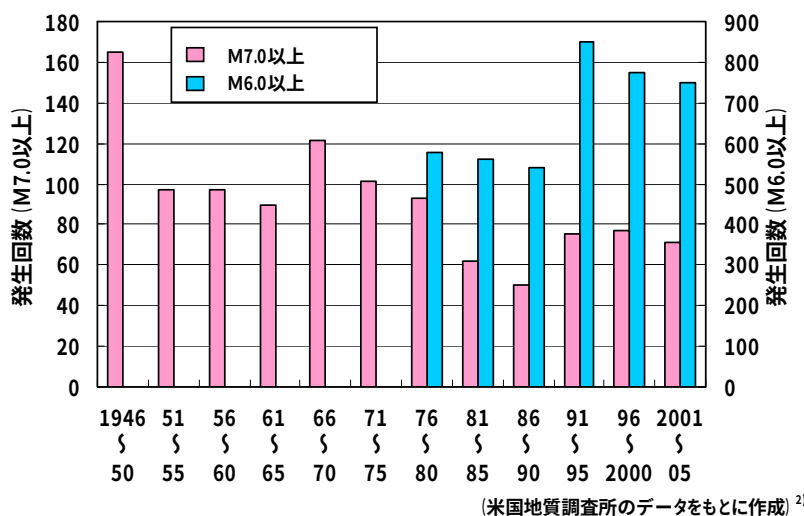


図1.1.2 マグニチュード6.0および7.0以上の地震の発生回数
(1946～2005年、5年ごとの合計)

また、図1.1.3には地震・津波災害の発生件数と死者・行方不明者の地域別割合を示す。アジアに近年の地震災害が集中していることが分かる。

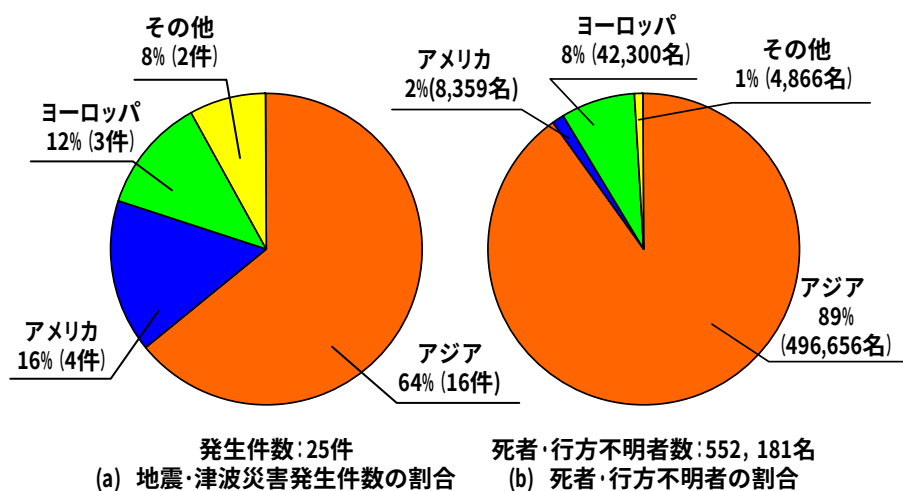


図1.1.3 地震・津波災害の発生件数と死者・行方不明者の地域別割合
(平成18年度防災白書のデータをもとに作成)¹⁾

地震の発生回数が増えていないにもかかわらず、地震災害が増加していることには多くの原因が考えられる。居住地の災害脆弱地域への拡大も主要な原因である。人口の増加に伴い、今まで人が住まなかった氾濫原や急傾斜地域が住宅地として開発されている。このような地域はもともと自然災害に対して脆弱であり、被害の増加に繋がっている。新しい居住地の地盤が悪い場合には、被害そのものが大きくなる。

さらに、従来の居住地であっても、都市化が進むことで人口が増加し、過疎化が進むことにより地震被害が増加する。

都市化の進行は、死者や構造物被害などの一次被害のみならず、地域の経済活動の停滞など二次災害の増加をもたらす。情報化に伴い、経済活動の範囲や規模は従来になく拡大している。このような経済活動を支える都市の社会基盤施設が被害を受けると、被害の波及・拡大も地域に留まらない。情報化やそれを利用した効率性重視は、自然災害に備えるために社会の諸機能に冗長性を持たせることは矛盾する点がある。情報化や効率化の速度は速く、社会の諸機能の相互依存性は加速的に高まることは十分予想できる。情報化に遅れをとらない防災対策が必要である。

1.1.2 近年発生した地震・津波災害の概要と提起された課題

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、断層近傍域において、従来の耐震設計用地震動をはるかに上回る強烈な地震動を発生させ、約10万棟の家屋・建物を破壊して約5,500人の生命を奪うとともに、鉄道、道路、港湾などの交通施設およびガス、上水道などのライフライン施設に極めて甚大な被害を発生させた。

土木構造物では、図1.1.4に示すように、多くの道路、鉄道等のコンクリート橋脚がせん断破壊を生じ、倒壊した。また埋立地を中心とした広範な地盤が液状化を起こし、護岸の大移動と背後地盤の側方流動および地盤支持力の減少により貯槽、建物等が大きく傾斜・沈下した。被害の最大の要因の一つは、内陸断層の近傍域で極めて強烈な地震動が発生し、これが地震前に構造物の耐震設計で考慮してきた設計用の地震動を大きく上回ったことにある。神戸市の海洋気象台では図1.1.6に示すように、水平加速度が

815cm/s²に達したが、この加速度応答スペクトルは、従来から道路橋および鉄道施設の塑性域の挙動を考慮した耐震設計用の地震動を大きく上回るものであった。

土木学会は地震後、直ちに「耐震設計法基本問題検討会議」を設置し、土木構造物の耐震性向上の方策および地震に強い国土構造と社会構造の在り方についての提言をまとめ、これを社会に発信している。この中で、土木学会が提唱した、土木構造物の性能規定型設計と2段階の地震動による構造物の耐震性照査は、その後の国の防災基本計画の中に取り入れられ、社会基盤施設の耐震性向上のための基本方針となった。

また、兵庫県南部地震では、地震直後の救急活動と応急活動の遅れが指摘され、地震災害に対する危機管理体制整備の重要性が認識された。このため情報技術や衛星観測技術の防災面の活用が図られるようになった。さらに、兵庫県南部地震では、被災地と被災民の支援に日本各地よりボランティアが活動し、その後の自然災害軽減のための国民運動展開への端緒を拓いたことも特筆しなければならない。



(a) 道路鉄筋コンクリート橋脚のせん断破壊



(b) 鉄道高架橋コンクリート柱のせん断破壊

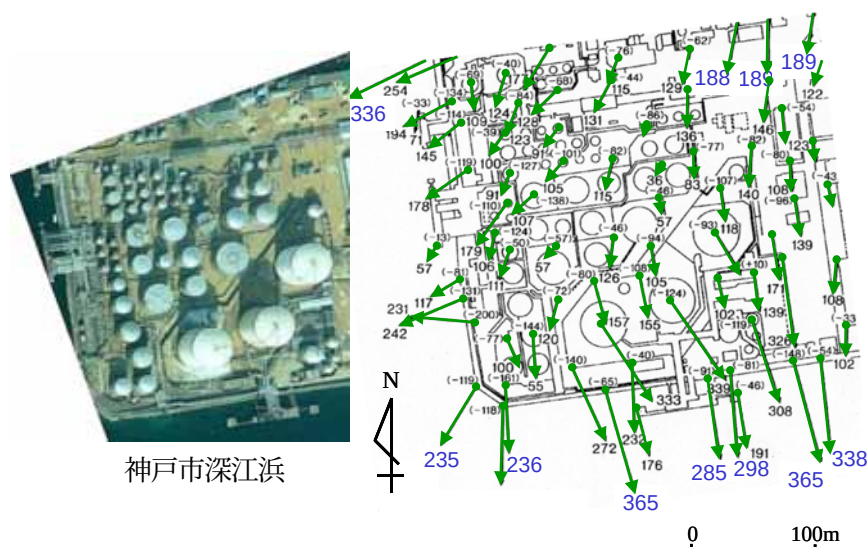


(c) 液状化による護岸の移動



(d) 液状化により傾斜した貯槽

図 1.1.4 兵庫県南部地震での被害



(a) 地震2日後の航空写真 (b) 側方流動による地盤変位 (cm)

図 1.1.5 1995 年兵庫県南部地震による液状化地盤の側方流動

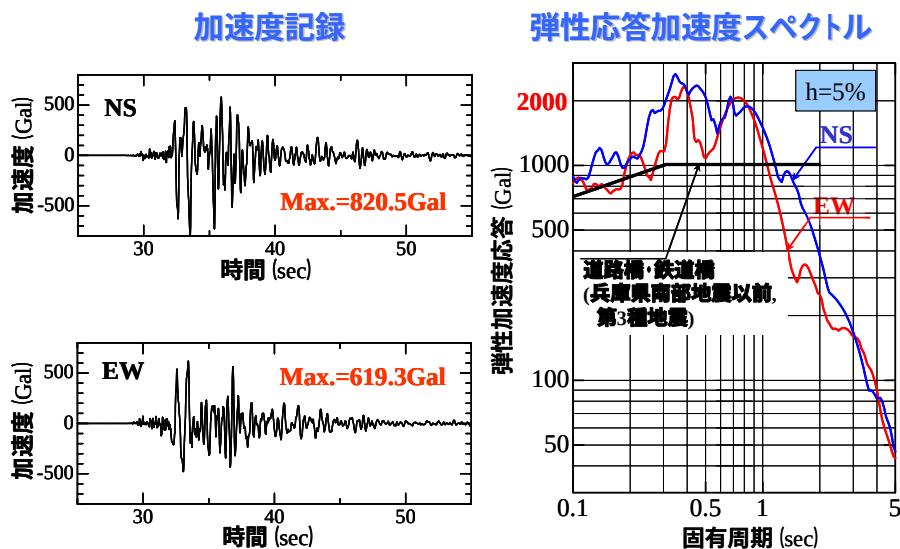


図 1.1.6 兵庫県南部地震による地震動（神戸海洋気象台）

2003 年十勝沖地震では、長周期地震動が大型貯槽内容液のスロッシング振動を誘発し、苫小牧市では 2 基の貯槽が炎上破壊した。2 秒から 10 秒程度の長周期地震動による大型貯槽の火災は 1964 年の新潟地震によっても発生しており、液面の底下と防油堤の耐震化の措置がとられていたが、スロッシング防止の具体的な方策は特段講じられて来なかった。長周期地震動は大型貯槽内容物のスロッシングのみならず、比較的長い固有周期を有する超高層建物や免震建物および吊橋や斜長橋などの長大橋梁の耐震性に懸念を投げかけている。このため、土木学会は日本建築学会と共同で、我が国の主要地域に発生する長周期地震動の予測と長周期地震動に対する土木・建築構造物の耐震性照査法の研究を進めて来ている。これらの検討結果は報告書および提言によって学会内外に公表されている^{3), 4), 5)}。

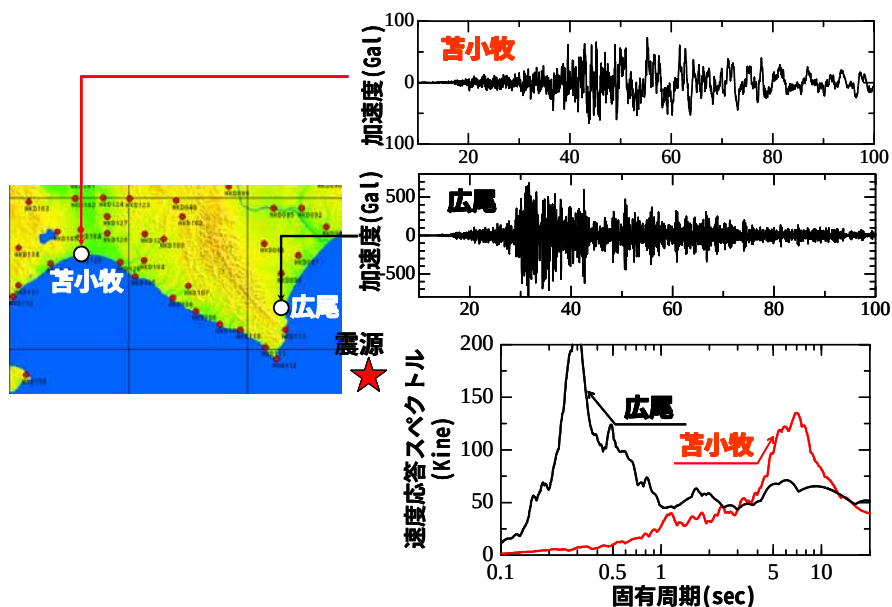


図 1.1.7 2003 年十勝沖地震地震動 (K-net より)

2004 年に発生した新潟県中越地震は死者 65 名、負傷者約 4,800 名の我が国では 1995 年以来の地震災害となった⁶⁾。この新潟県中越地震は新たな多くの技術的課題と社会的課題が提起された。その一つは中山間地域の自然災害への対応の問題である。活褶曲地帯の地すべり多発地域において、地震直前に台風 23 号による大量の降雨があり、これが原因の一つとなって大規模な地すべりが多数発生した。情報と交通が途絶して救急活動・復旧活動に大きな支障が発生した。人口減少が著しく過疎化が進む中山間地の災害対策はどうあるべきか、これらの地域の復興に当たり防災基盤施設の整備をどこまで進めるのか、その適正水準はどこにあるのか、などが課題として提起されることになった。

また、新幹線の脱線が高速鉄道の直下地震に対する走行安全性の問題をクローズアップさせた。技術的には脱線防止技術の開発の重要性が認識されるとともに、社会的には潜在的なリスクと便益のバランスをどう考えるのかという問題を投げかけることになった。

また、新潟中越地震では強い余震が長期間にわたって継続したため、多くの被災者が車中に宿泊することが続き、ストレスによる死者が出たことに留意しなければならない。

さらに、新潟県中越地震では兵庫県南部地震を上回る地震動が観測された。図 1.1.9 に示すように、この観測された地震動は兵庫県南部地震後に改訂した設計用の地震動も上回っており、このことが、構造物の耐震性照査のための想定地震動に関して新たな技術的課題を提起した。



(a) 斜面崩壊による中山間地の孤立化



(b) 新幹線の脱線



(c) 余震の長期的継続による被災者のストレス死

図 1.1.8 新潟県中越地震による被害

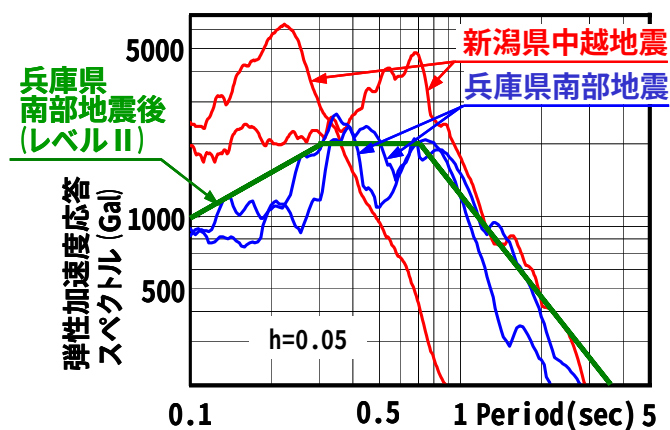


図 1.1.9 2004 年新潟中部地震による地震動

1999 年に発生した 2 つの地震、トルコ・コジャエリ地震および台湾集集地震では地表地震断層が橋梁およびダムなどの土木構造物に極めて甚大な被害を発生させた。我が国では 1930 年の丹那地震によって建設中の丹那トンネルに断層変位が生じたこと、また 1974 年伊豆半島沖地震において伊豆急稲取トンネルが覆工コンクリートに被害が発生した程度であり、土木構造物が甚大な被害を受けた例はない。しかしながら、我が国には 1,000 を超える活断層が存在し、その中でも 98 の断層が活動する危険性が高いとされている。鉄道、道路などの線状構造物および上下水道、ガス、通信などライフラインシステムのような面状に拡がる施設では、将来地表地震断層によって大きく被害を受ける可能性も否定出来ない。



(a) 1999 年トルコ・コジャエリ地震



(b) 1999 年台湾集集地震

図 1.1.10 トルコ・コジャエリ地震および台湾集集地震における地表地震断層による被害

2004 年のスマトラ島沖地震・津波は過去一世紀を通じて最大の自然災害となった。スマトラ島沖地震はマグニチュード 9.2 の海溝型地震であり、津波がインドネシア、タイ、スリランカ、インドを襲い、犠牲者数は 20 万人以上となった⁷⁾。被災した沿岸部の人口が増加していることおよび再現期間は数百年であるため津波の脅威に関する記憶が風化しており、災害経験の伝承がなされていなかったことが死者数を増加させた要因となっている。土木学会では、インドネシア・スマトラ島のバンダ・アチェに調査および復旧技術支援のための調査団および防災教育のための学生グループを派遣し、支援活動を展開している。



(a) 津波前



(b) 津波後

図 1.1.11 2004 年スマトラ沖地震・津波（バンダ・アチェの状況）

参考文献

- 1) 内閣府編：平成 18 年版防災白書，2006. <http://www.bousai.go.jp/hakusho/h18/index.htm>
- 2) 米国地質調査所：<http://www.usgs.gov/>
- 3) 土木学会，巨大地震災害への対応検討特別委員会報告書，2006 年 3 月。
- 4) 日本建築学会，巨大災害地震による長周期地震動の予測と既存建築物の耐震性と今後の課題，2006 年 9 月。

- 5) 土木学会，日本建築学会，海溝型巨大地震による長周期地震動と土木・建築構造物の耐震性向上に関する共同提言，2006 年 11 月。
- 6) (社) 土木学会：平成 16 年新潟県中越地震被害調査報告書，2006 年 3 月。
- 7) A Report of The Reconnaissance Team of Japan Society of Civil Engineers， The Damage Induced By Sumatra Earthquake and Associated Tsunami of December 26， 2004.

1.2 風水害

1.2.1 近年の風水害発生の頻度とそれに伴う被災者数の推移

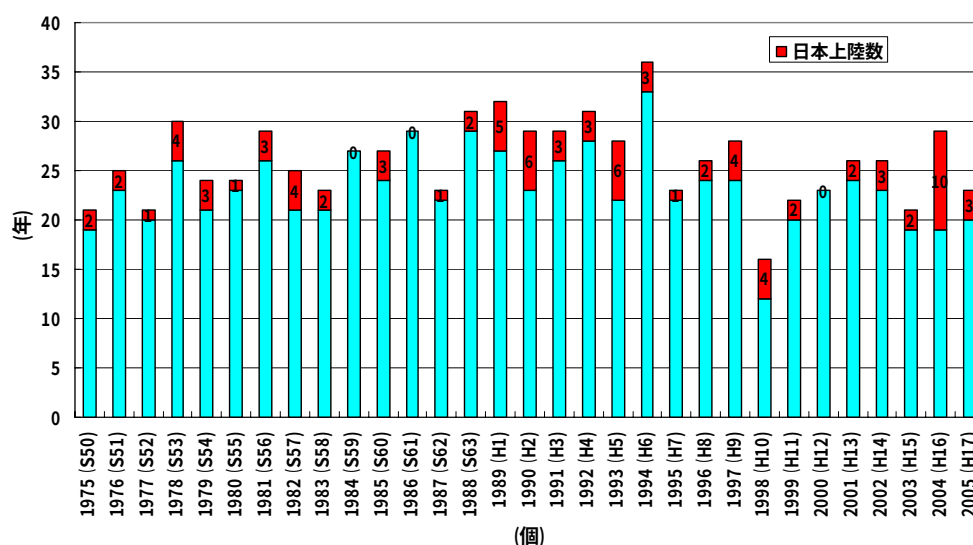
(1) 洪水災害

洪水は、豪雨により河川の増水・氾濫が引き起こされ発生する自然災害である。豪雨は、低気圧や前線、台風によりもたらされる場合が多く、ここ数年、世界各地において、豪雨による洪水を含む風水害が頻発している。2002 年に 100 人以上の死者を出したヨーロッパの大洪水や、2005 年に北大西洋やカリブ海で発生したトロピカルストーム（1,300 人以上の死者を出したハリケーン「カトリーナ」を含む）は、史上最多の 29 個に上り甚大な被害をもたらしたことは記憶に新しい。我が国においても、平成 16 年には、史上最多の 10 個の台風の上陸や活発な梅雨前線の影響により、200 人以上の死者・行方不明者を出している。これらの異常気象による風水害は、近年、科学的にも解明されつつある地球温暖化の問題が深く関わっていると考えられている。

ここでは、これらをふまえ日本および世界における近年の風水害発生の頻度および被災者数の推移について述べ、さらに今後、地球温暖化により発生が予想される懸念事項についても紹介する。

1) 日本における風水害発生の頻度とそれに伴う被災者数の推移

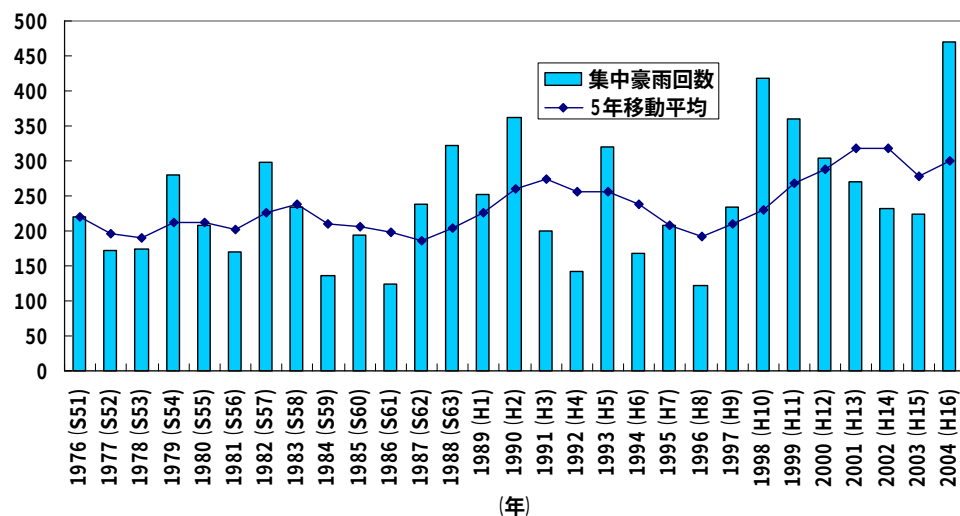
近年の台風の発生数を、図 1.2.1 に示す。台風の発生数は、ここ 30 年間は年による増減はあるものの、ほぼ一定の割合で発生しており大きな変化はみられない。しかしながら、2004 年には 10 個の台風が日本に上陸し大きな被害を及ぼした。この原因は、太平洋高気圧の中心が例年より北に位置し、日本付近で勢力が強かったため、台風が日本に接近しやすい気圧配置となったことが挙げられる。要因として、フィリピン付近の対流活動が活発であったことやフィリピン付近および日本近海の海面水温がおおむね平年に比べ高かったことが考えられる¹⁾。



注) 気象庁資料により作成。

図 1.2.1 近年の台風発生数¹⁾

次に1時間降雨量50mm以上の年間延べ件数の推移を、図1.2.2に示す。発生回数は、年によりかなりの変動幅を伴っているが、長期的な推移については、近年、発生回数が増加する傾向が見られる。



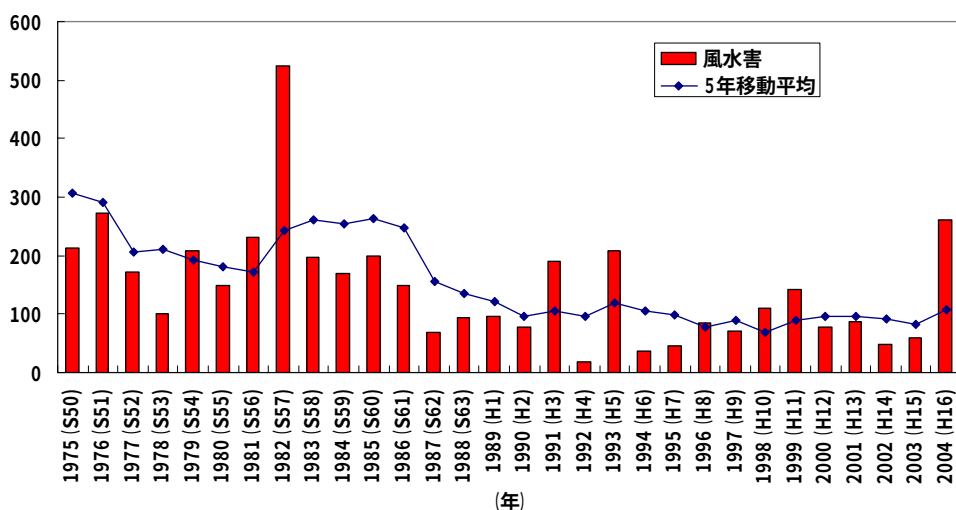
注) 気象庁資料により作成。

図 1.2.2 1時間降雨量50mm以上の年間延べ件数の推移¹⁾

図1.2.3に、近年の我が国における風水害による死者・行方不明者数の推移を示す。近年においては、平成5年8月豪雨や、平成16年の観測史上最多の台風上陸に伴う豪雨により、多くの人命を失う災害が発生している。

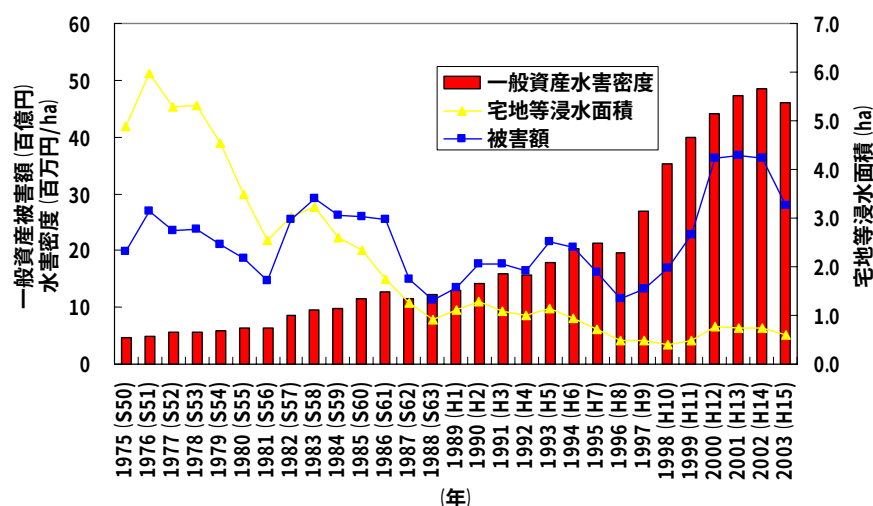
長期的に見ると死者・行方不明者は減少傾向にある。ただし、図1.2.4に示すように浸水面積は漸減しているが、水害被害額および水害密度は増加している。これらは、治山・治水事業の積極的な推進や一級河川の整備が概ね完成したこと等により、被災者数や浸水面積が減少している一方で、河川氾濫区域内への資産の集中や増大、二級河川や堤防未整備地域、資産集中区域（都市部）での浸水の増加等により水害被害額や水害密度が増加していることが考えられる。

最近になって温暖化の影響とみられる異常な豪雨が頻発しており、今後、水害被害額および水害密度は急激に被害が増大することも考えられる。



注) 防災白書、消防庁資料により作成 自然災害のうち、地震・火山による被害数を除く

図 1.2.3 わが国における風水害等による死者・行方不明者推移

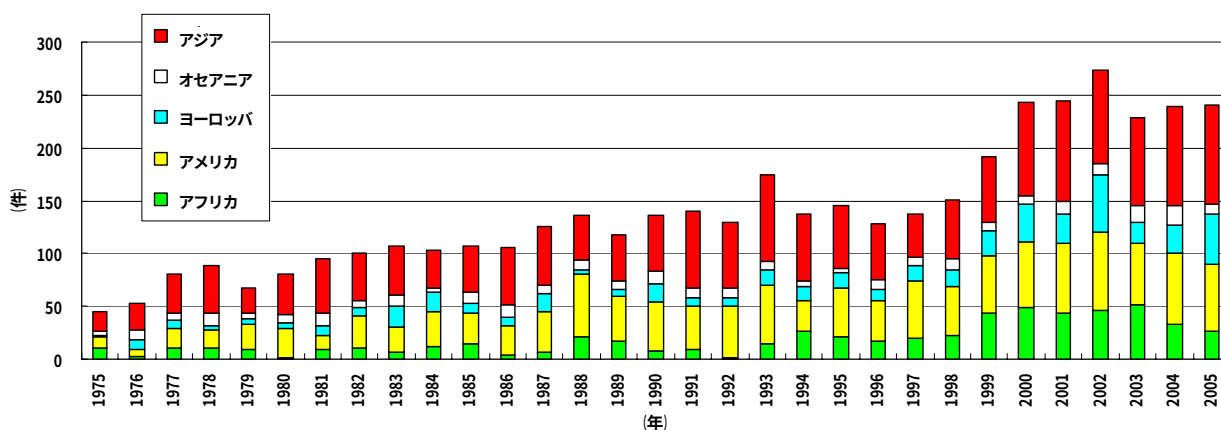


注) 国土交通省「水害統計」より作成 水害密度は、水害面積当たりの一般資産被害額

図 1.2.4 一般資産水害被害、水害密度及び水害面積の推移

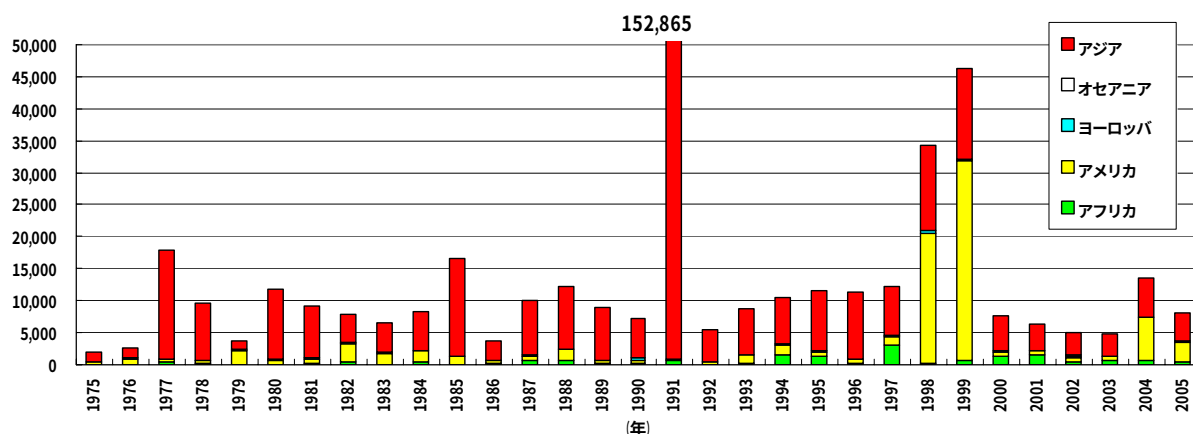
2) 世界における風水害発生の頻度とそれに伴う被災者数の推移

近年の大陸別風水害（洪水、暴風雨）の発生件数の推移を図1.2.5に示す。世界的に風水害の発生件数は年々増加の傾向がある。また、風水害による死者・行方不明者の推移、被害額の推移を、図1.2.6、図1.2.7に示す。死者・行方不明者数は、年によりばらつきが見られるが、平均約1.5万人で、全体に占める割合はアジアが最も多い。これは、発生件数の増加だけではなく、開発途上地域における、都市化の進行に対する社会基盤整備の遅れの問題も考えられる。また、欧米地域では、死者・行方不明者が少ないにもかかわらず、被害額が大きい。一方、アフリカ地域においては、発生件数に比較して、被害額が少ない傾向がみられる。



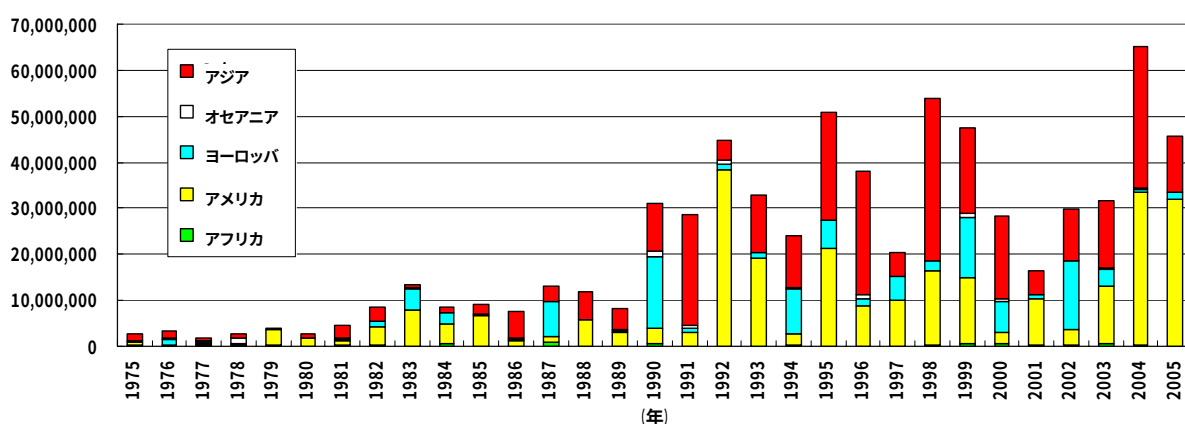
注) ベルギーのルーバン・カトリック大学疫学研究所（CRED）の自然災害に関する統計資料により作成

図 1.2.5 近年の風水害発生頻度の大陸別傾向²⁾



注) CRED自然災害に関する統計資料により作成

図 1.2.6 風水害による死者・行方不明者の推移²⁾



注) CRED自然災害に関する統計資料により作成

図 1.2.7 風水害による被害額の推移²⁾

3) 地球温暖化により発生が予想される懸念事項

異常気象と地球温暖化の問題については、1988年に国連のもとに設置された「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」による、世界的な気候変動に関するもっとも信頼のおける科学的見解の評価報告書がある。この報告書は、過去 3 回にわたり公表されており、2001 年に公表された第三次評価報告書によれば、世界的に大気中の温室効果ガスの濃度と地球の平均気温は今後も上昇が続き、2100 年には 1.4～5.8℃上昇すると予測されており、これにともない、強い降水や干ばつ、熱帯低気圧の最大風速の増大、熱帯低気圧に伴う平均降水量と最大降水の増加などの「極端な現象」も増加する可能性が高いことなどが指摘されている。また、日本でも熱帯夜や真夏日の増加や日降水量が 50mm 以上、100mm 以上となる日の年間出現数が増加することが予測されている¹⁾。

さらに、英国政府は、2006 年 11 月にケニアのナイロビで開催された京都議定書第 2 回締約国会議に気候変動の影響を包括的にまとめた報告書の要旨を提出したが、これによると温暖化対策を取らなかった場合、今後 50 年間で地球の平均気温が 2.5～3 度上昇し、海面上昇・大規模な洪水・著しい旱魃によって 2 億人が本格的な住居の移動を余儀なくされるほか、将来的な経済的損失は世界各国の国内総生産（GDP）総計の約 20%に上ると指摘している³⁾。

2007 年 2 月に、IPCC の第四次評価報告書の第 1 作業部会（自然科学的根拠）の報告書⁴⁾ が公表された。この報告書の主な結論は以下の通りである。

- ・ 気候システムに温暖化が起こっていると断定するとともに、人為起源の温室効果ガスの増加が温暖化の原因とほぼ断定。（第 3 次評価報告書の「可能性が高い」より踏み込んだ表現）
- ・ 20 世紀後半の北半球の平均気温は、過去 1300 年間の内で最も高温で、最近 12 年（1995～2006 年）のうち、1996 年を除く 11 年の世界の地上気温は、1850 年以降で最も温暖な 12 年の中に入る。
- ・ 過去 100 年に、世界平均気温が長期的に 0.74℃（1906～2005 年）上昇。最近 50 年間の長期傾向は、過去 100 年のほぼ 2 倍。
- ・ 1980 年から 1999 年までに比べ、21 世紀末（2090 年から 2099 年）の平均気温上昇は、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会においては、約 1.8℃（1.1℃～2.9℃）である一方、化石エネルギー源を重視しつつ高い経済成長を実現する社会では約 4.0℃（2.4℃～6.4℃）と予測（第 3 次評価報告書ではシナリオを区別せず 1.4～5.8℃）
- ・ 1980 年から 1999 年までに比べ、21 世紀末（2090 年から 2099 年）の平均海面水位上昇は、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会においては、18cm～38cm）である一方、化石エネルギー源を重視しつつ高い経済成長を実現する社会では 26cm～59cm）と予測（第 3 次評価報告書（9～88cm）より不確実性減少）
- ・ 2030 年までは、社会シナリオによらず 10 年当たり 0.2℃の昇温を予測（新見解）
- ・ 熱帯低気圧の強度は強まると予測
- ・ 積雪面積や極域の海水は縮小。北極海の晩夏における海水が、21 世紀後半までにほぼ完全に消滅するとの予測もある。（新見解）
- ・ 大気中の二酸化炭素濃度上昇により、海洋の酸性化が進むと予測（新見解）
- ・ 温暖化により、大気中の二酸化炭素の陸地と海洋への取り込みが減少するため、人為起源排出の大気中への残留分が増加する傾向がある。（新見解）

2007 年 11 月には IPCC の第四次評価報告書（統合報告書）が出されることになっているが、二酸化炭素（CO₂）の排出抑制対策はもとより、異常気象現象の予測に関する研究やハード・ソフトの両面からの対応策の検討と着実な実行が求められることとなろう。

(2) 高潮災害

沿岸域における自然災害のうち、津波災害を除く風水害としては、台風による高潮や、台風時の波浪による海岸堤防・護岸の損壊、越波による後背地施設の被害・交通障害や海岸侵食、防波堤・係留施設など港湾施設の被害、係留船舶の被害などが挙げられる。このうち、人的災害に直接つながり、被害規模が大きい高潮災害について述べる。

高潮とは、気圧低下による海面の吸い上げや強風による海水の吹き寄せ効果により、海面の水位が著しく上昇する現象である。高潮による水位上昇と高波の来襲が重なって、大量の海水が海岸堤防や護岸を超えて内陸部に浸入し、浸水被害や人命喪失などの災害を招く。

表 1.2.1 に、明治以降の我が国の主要な高潮災害を示す⁵⁾。1959 年の伊勢湾台風は、我が国の近代における高潮災害史上最大の被害をもたらしたもので、災害の経緯を以下に示す。潮岬上陸時の中心気圧は 930hPa、半径 300km 以内で風速 30m/s 以上という規模であった。この台風は強い勢力を保持したまま伊勢湾の西側を通過したため、3.45m という未曾有の潮位偏差を生じた。その結果、満潮時間帯を外れていたにもかかわらず名古屋港で最高潮位 3.89m に達し、天端高 3.38m の海岸堤防を越え、人口密集した名古屋市南部の低地帯を浸水させた。浸水時は高波の影響で数 m の越流水深になったと言われる。高潮発生時刻が夜間であったこと、同時に貯木場から大量の木材が流出したことがあいまって、

明治以来、最大規模の被害におよんだ。全国で死者・行方不明者 5,098 人、全壊家屋 16,135 棟・半壊家屋 113,052 棟、流失家屋 4,703 棟、床上浸水 157,858 棟、船舶被害 13,759 隻、被災者数は全国で約 153 万人におよんだ⁶⁾。名古屋南部では 3 カ月におよぶ長期湛水により災害復旧が遅れ、農地への災害も甚大なものとなった。

伊勢湾台風発生 の 6 年前、1953 年の台風 13 号は日本列島を縦断し、南は鹿児島から北は北海道までの広範囲の被害を発生させた。この 13 号台風を契機として、復旧対策に対する特別立法措置がとられ、海岸法の立法化の促進（1956 年成立）、復旧企画において計画潮位や波の打上げ高さの検討、海岸堤防の高さ構造が初めて水理学的・工学的見地から決定された⁷⁾。伊勢湾台風は、このような本格的な高潮災害対策への取り組みが始まった矢先に発生したものであり、以後一層の高潮対策事業の推進、災害対策基本法の公布、防災科学技術センターの設置など様々な行政上の対策がとられ、海岸・港湾防災のための研究が重点的に行われるようになった。具体的には、台風予測（進路、風速、気圧、降雨量、時刻）、高潮予測（水位、時刻）、波浪予測（波高、周期、水位上昇）、防波堤・堤防への波の打上げ高さ、波圧、洗掘、越波量、飛沫分布の推定など多くの技術的課題が研究されてきた。これらの成果に基づいて各地の海岸・港湾施設における堤防や護岸の天端高さが定められ、高潮堤防や高潮防波堤の整備が進められるとともに、内陸低地への浸水を防ぐための水門・樋門、陸閘、さらには内陸部に溜まった内水を排除するための排水施設などが充実されるようになった。

表 1.2.1 我が国の主要な高潮災害⁵⁾

年月日	主な被害 地域	最高潮位(m)		最大偏差	人の被害(人)			建物被害(戸)			備考
		T.P.上	大潮平均 高潮位上		死者	傷者	行方不明	全壊	半壊	流失	
1917.10.01	東京湾	3	2	2.1	1,127	2,022	197	34,459	21,274	2,442	
1927.09.13	有明海	3.8	1.3	0.9	373	181	66	1,420		791	
1934.09.21	大阪湾	3.1	2.3	2.9	2,702	14,994	334	38,771	49,275	4,277	室戸台風
1942.08.27	周防灘	3.3	1.7	1.7	891	1,438	267	33,283	66,486	2,605	
1945.09.17	九州南部	2.6	1.2	1.6	2,076	2,329	1,046	58,432	55,006	2,546	枕崎台風
1950.09.03	大阪湾	2.7	1.9	2.4	393	26,062	141	17,062	101,792	2,069	シェーン台風
1951.10.14	九州南部	2.8	1.5	1	572	2,644	371	21,527	47,948	3,178	台風
1953.09.25	伊勢湾	2.4	1.2	1	393	2,559	85	5,985	17,467	2,615	台風 13 号
1959.09.26	伊勢湾	3.9	2.6	3.4	4,697	38,921	401	38,921	113,052	4,703	伊勢湾台風
1961.09.16	大阪湾	3	2.2	2.5	185	3,879	15	13,292	40,954	536	第 2 室戸台風
1970.08.21	土佐湾	3.1	2.4	2.4	12	352	1	811	3,628	40	台風 10 号
1985.08.30	有明海	3.3	0.8	1	3	16	0	0	589	—	台風 13 号
1999.09.24	八代海	4.2		3.9	12	10	0	52	99	—	台風 18 号

1. 2. 2 近年発生した風水害の概要と特徴

(1) 洪水災害の特徴と課題

1) 洪水災害の分類

豪雨に伴い生じる水害には、大きく「外水氾濫」と「内水氾濫」とに分けられる。「外水氾濫」は、河川堤防を越えて川の水が堤内地へ流れ込むことで生じる現象であり、多くの水害がこれに当たる。堤防が決壊するようなことになると深刻な被害が生じるのは言うまでもない。近年の中小河川流域で発生している水害は外水氾濫である。外水氾濫は、溢水、越流、破堤によって生じ、河道整備が進行中の河川の場合にはその途上で発生することもある⁸⁾。

これに対して、たとえば東京都心部のように空き地がないほどビルが建ち並び、道路も舗装が完了し、雨水は下水道によって排除されるようなシステムができあがっているようなところでは、川がなくても街が水に浸かることがある。あるいは、農村部も含めて、河川に排水する施設の能力を越えた降雨があった場合には同様に浸水する。これが「内水氾濫」である。単位時間・単位面積あたりに降った雨の体積を降雨強度と呼び、時間の単位を1時間として換算した値を時間雨量と呼ぶ。下水道の設計にあたっては、整備目標となる時間雨量を定めて下水道ネットワークを完備してきた。このことは、想定している降雨強度を超えた強い雨に見舞われたときには、下水道だけでその雨水を排除することが難しいことを意味している。さらに、排水能力を超えた雨水が下水道に集中すると、下水道から地上の道路に向けて逆流が生じることがあり、氾濫の規模を増大させることになる。そのため、たとえ短時間であっても想定規模を越える強さの雨に見舞われるようなことになれば、氾濫が生じる可能性は十分にある。

2) 風水害発生の原因

風水害の直接の原因は言うまでもなく豪雨である。風水害を引き起こす降雨を分類すると、主として、①梅雨前線の停滞に伴う集中豪雨、②台風に伴う豪雨、に分けられる。たとえば2004年の北陸豪雨や2000年の東海豪雨は前者であり、6時間程度の時間にこれまでに観測されていない規模の豪雨が集中して降ったため、河川の破堤にまで至る災害が引き起こされることになった。

このような豪雨により風水害が引き起こされることは何も近年に限ったことではなく、これまでも同様のことは指摘されてきている。ところが、近年、雨の降り方に大きな変化が生じている。すなわち、災害を引き起こした降雨のデータを分析すると、総降雨量や降雨強度に関して、これまで記録されてきた規模をはるかに超える豪雨であることが少なくない。こうした豪雨の発生は、地球規模で進行しているとの指摘のある異常気象と密接に関わると考えられる。今後は、既往最大をはるかに超える規模の豪雨の発生はあり得ない、とすることはできないのである。また、現時点では明確な統計データは得られていないが、今後発生する台風の件数や上陸の回数がこれまでより増えることも考えられる。

一方、大都市では地球規模の温暖化と並行してヒートアイランド現象が進行しているとされる。ヒートアイランド現象が進行すると、都市では夏季に気温が40℃に到るほどの猛暑になること、冬季に現れる年最低気温が上昇し生態系に異変が現れること、などが指摘されている。東京などの大都市では、よく晴れた夏季の夕方に突然局地的な集中豪雨に見舞われることがあるが、こうした豪雨はヒートアイランド現象に起因して発生するものと考えられており、その規模が増大してきているように見受けられる。このような豪雨に伴い、都市では外水氾濫のみならず内水氾濫の可能性が懸念される。

このようにこれまでの想定を超える自然の猛威に対して、防災施設などのハードウェアによる対策によって被害を軽減することは出来るが被害を全くゼロにすることは困難であり、「防災」から「減災」への理念の転換が必要であると言えよう。

3) 今後の課題

近年発生した風水害を概括すると、地方都市あるいは農村部を流れる中小河川流域において発生したものと、大都市で発生したものとに分けて説明するのがわかりやすい。以下、この2つに分けてその特徴をまとめることにする。

近年発生した風水害の主たるものは、前者の地方の中小河川で起こったということができる。たとえば、2004年の北陸豪雨災害（新潟・福島・福井）^{9), 10)}や2005年の九州南部の台風災害¹¹⁾などがそれに当たる。前者は梅雨末期の集中豪雨によって、後者は台風による長雨によって引き起こされたものである。これらの災害は、豪雨が河川整備の遅れている中小河川を襲い、結果的に堤防が崩壊

して氾濫水が大量に堤内地に流れ込んだために死者を出すほどの被害となった。このような流域では、次のような要因が絡み合って被害が発生したと考えられる。

- ① これまでの想定を超える豪雨に見舞われた。
- ② 市街化のスピードに河川の量的・質的整備が追いつかず、治水安全度が十分に向上していない。そのため、堤防が崩壊するという最悪の事態に至った。
- ③ 社会構造の変化と住民の高齢化が進み、支援を必要とする高齢者などが点在する状況になった。しかし、こうした現状に即した住民の避難態勢の整備が遅れている。また、住民相互を結びつけるコミュニティがうまく機能しなくなっている
- ④ 行政による避難勧告・指示情報の伝達が不十分である。
- ⑤ 行政による水害ハザードマップ（浸水予想区域図）の作成が遅れ、住民に十分な情報が与えられていない。
- ⑥ 住民の水害に対する関心が低く、防災意識が低いため避難を効率よく行うことができない。

このうち、③に関して、たとえば 2004 年の北陸豪雨災害時には死者があわせて 20 名弱にのぼっているが、一人暮らしの高齢者の被害が目立ち、このうちの 60%が 70 歳以上の高齢者であった⁹⁾。このように、地方の中小河川流域では、ハードウェア上の整備が進まない限り今後同様の被害が生じる可能性は否定できない。ただし、住民の防災意識が高まり、迅速に危険を回避するために避難を行うことができれば、被害を軽減することはできる。

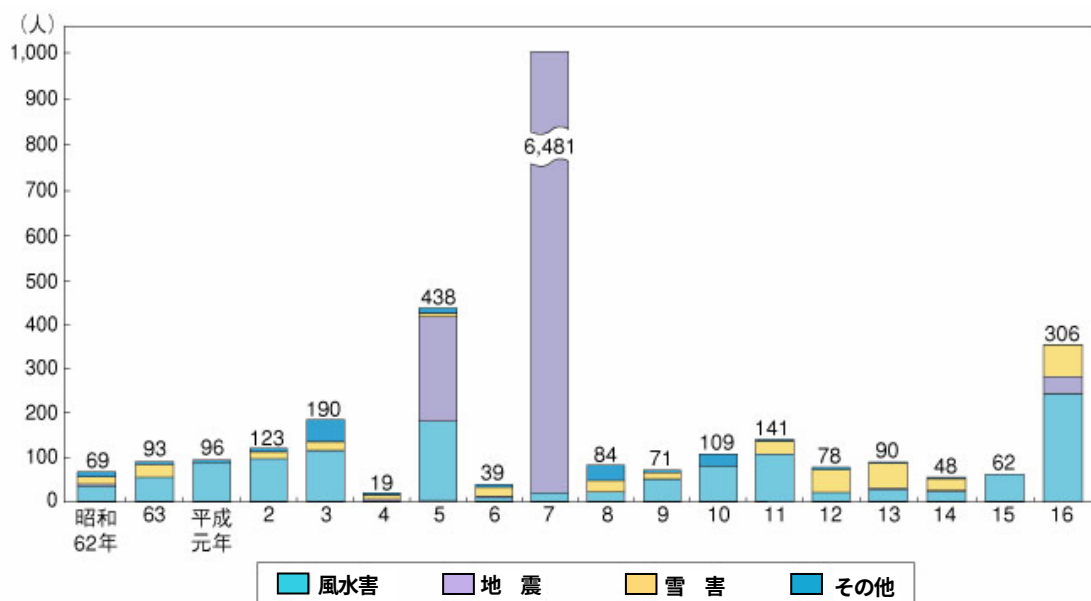
一方、大都市では、1999 年 6 月の福岡市の水害や 2000 年 9 月に名古屋で発生した東海豪雨を除けば破堤に到る水害は生じていないが、整備水準が依然として低いことや地球温暖化の影響を考えると決して安心できる状況ではない。また、都市型の水害がなくなることはない。たとえば 2005 年東京杉並など複数箇所で時間雨量 100mm を超える記録的な豪雨に見舞われ、神田川流域では都市河川からの外水氾濫と内水氾濫によって比較的広い範囲で床下・床上浸水の被害が出た。もちろん氾濫水の流量等の規模から見れば、上記の北陸豪雨災害に比して大した規模ではない。しかし、大都市には、地下街、地下駐車場、地下鉄あるいは個人住宅の地下室など、地下空間施設が多数開発されており、こうした空間が浸水することになればその被害は甚大なものとなる。近年、こうした被害が発生することは稀ではなくなりつつあり、今後さらに強い雨に見舞われることになれば、その被害は計り知れない。表 1.2.2 に近年発生した地下空間の浸水事例を時系列的にまとめて示した。1999 年に福岡市で御笠川の氾濫によって流れ出た水が JR 博多駅の地下街へ流入し、大きな被害が出ている。また、2000 年の東海豪雨の際には、名古屋市では新川で破堤が生じたほか、氾濫した水が地下街や地下鉄駅構内に流れ込み浸水被害が出ている。このように、近年、地下空間を抱える都市域では、新たな都市型の水害が発生するようになった。

表 1.2.2 地下空間の浸水事例

種類	発生年月日	発生場所	最大時間雨量
地下鉄	1973 年 8 月	名古屋市営東山・名城線平安駅	80mm
	1981 年 7 月	都営三田線内幸町駅	68mm
	1985 年 7 月	都営浅草線西馬込駅	
	1986 年 8 月	仙台市営	
	1987 年 7 月	京阪電鉄	78mm
	1989 年 8 月	都営浅草線五反田駅	70mm
	1995 年 8 月	営団丸の内線赤坂見附駅	
	1999 年 6 月	福岡市営博多駅	77mm
	1999 年 8 月	営団半蔵門線渋谷駅、営団銀座線溜池山王駅	
	2000 年 9 月	名古屋市営名城線平安駅、桜通線野並駅、鶴舞線塩釜口駅	93mm
地下街	1970 年 11 月	八重洲地下街	
	1971 年 7 月	名古屋駅前ユニモール	30mm
	1981 年 7 月	新宿歌舞伎町サブナード	
	1982 年 8 月	名古屋市セントラルパーク	33mm
	1999 年 6 月	福岡市博多駅、天神	77mm
	2000 年 9 月	名古屋駅前ユニモール、名古屋市セントラルパーク	93mm

(2) 高潮災害の特徴と課題

図 1.2.8¹²⁾ および表 1.2.3¹²⁾ に示すように伊勢湾台風後、行政上、学問上の様々な取り組みを反映して、高潮災害の規模は縮小しているものの、ゼロにはなっていない。むしろ、近年、台風の上陸件数の増大などに伴い、高潮災害が顕著となってきている。1999 年 9 月の台風 18 号では、熊本県八代市で最高潮位 4.2m の高潮により 12 名の犠牲者が出た。2004 年の台風 16 号（8 月）では、瀬戸内海地方（水島市、宇野市、高松市など）で大潮の満潮と高潮のピークが重なり浸水と犠牲者が生じ、18 号（9 月）では、広島湾で高潮と高波により護岸が倒壊し民家が破壊された。さらに同年 10 月の台風 23 号では高知海岸の護岸パラペットが高波により倒壊し、大量の越波により後背地の民家が破壊され数名の方が犠牲となった^{12), 13)}。



注)消防庁資料を基に、内閣府において作成。地震には津波によるものを含む。
平成7年の死者のうち、阪神・淡路大震災の死者については、いわゆる関連死912名を含む。

図 1.2.8 災害原因別死者・行方不明者数の推移¹²⁾

さらに、図 1.2.9 に示すように地球温暖化による影響を示唆するような発生頻度の増加にも留意する必要がある。前述の英国政府の報告書³⁾では、1953 年の高潮災害を契機に 1000 年に 1 回の規模で建設されたテムズ川の河口防潮水門 The Thames Barrier は、このまま何の手も打たなければ、今世紀末には 50 年に 1 回の規模になってしまうだろうと述べている。実際 Barrier の閉鎖回数は近年急激に増加しており、異常潮位の脅威が増大していることがわかる¹⁴⁾。図 1.2.10 に示すように日本でも、例えば、安芸の宮島にある厳島神社の回廊の冠水頻度が数年前から極端に多くなっている¹⁵⁾ など同様の傾向が見られている。

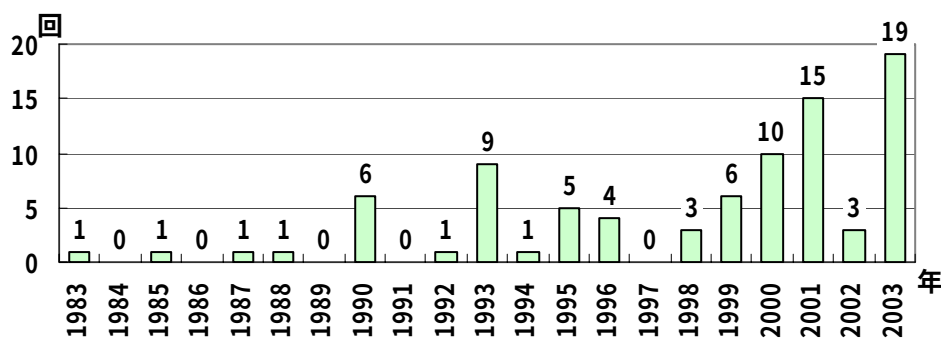


図 1.2.9 The Thames Barrier (イギリス) の年間閉鎖回数¹⁴⁾

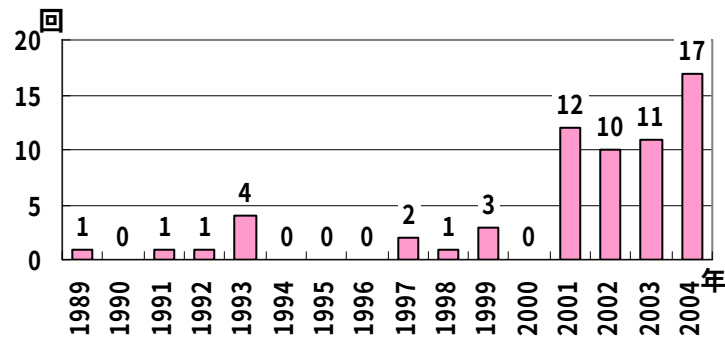


図 1.2.10 厳島神社回廊の年間冠水回数¹⁵⁾

様々な政策上・技術上の対策を施したにも関わらず、このように高潮災害の根絶には程遠いのが現状である。その原因の一つとして、自然災害という「変動性」の強い現象に対する人間の取り組み方に問題があると考えられる。高潮防災に関しては、台風 13 号・伊勢湾台風後、護岸や海岸堤防、水門などの充実により、設計上想定された水位上昇に対しては安全性の確保が進んできたといえる。しかし、防災施設の老朽化や想定を超える規模の台風襲来の可能性もあり、高潮による浸水を前提とした内陸施設や住居の配置、構造、避難のあり方などに対する配慮が欠けていたきらいもあると言えよう。

昨年、アメリカで発生したハリケーンの災害について述べる^{16), 17)}。アメリカ南部で発生した、史上最大級のハリケーン・カトリーナ（中心気圧 918hPa）は、フロリダ半島先端からメキシコ湾を西に進み、湾内の石油掘削施設に甚大な被害を与えたあと北上し、2005 年 8 月 29 日ミシシッピ川河口ニューオリンズ付近に上陸し、湾岸の諸施設に空前的被害をもたらした。ニューオリンズ付近の海岸では、3～7m と推定される高潮偏差と非常に大きな高波によって海岸線から 200～300m の範囲の家屋は破壊され、1km まで浸水した。波による衝撃的揚圧力により落橋した橋桁もある。ニューオリンズ市街では、上昇したポンチャートレン湖や運河から、天端高+5m の湖岸盛土や+4m の運河堤防の矢板を越流して、標高-2～0m の市街地に流れ込み、歴史的な被害を及ぼした。人的被害は死者・行方不明者 5,300 人を上回り、人的被害は、被災者 100 万人、長期避難生活者 40 万人の規模となった。ニューオリンズ市近郊の住宅などの資産とインフラの直接被害だけでも、250 億ドルに達している。この災害の特徴は、想定外の高潮の発生による越流と破堤、老朽化した矢板護岸の倒壊、内水排水の遅れ、大量の避難民発生に対する対応の遅れなどである。

一方、我が国の 3 大都市圏では、海拔ゼロメートル地帯の総面積が約 580km²、そこに居住する人口は約 400 万人にも達し、被害ポテンシャルはニューオリンズよりもはるかに大きい。加えて、老朽化した施設が目立ち、津波・高潮だけでなく、地震による護岸損壊、水門、排水施設の機能不全などの可能性を考慮すると、この災害を教訓として、これら諸施設の維持・保全を重要課題とし、また、機能不全を前提にした浸水災害と避難対策、復旧・復興計画のシナリオ設定とそれを迅速かつ確実に実行できる統括性を持った体制の確立が必要である。

表 1.2.3 平成 16 年以降に発生した主要な災害¹²⁾

年月日 平成 16 年	災害名	主な被災地	死者・行方 不明者	負傷者	全壊	半壊	床上 浸水
6.27	佐賀県突風	佐賀	0	15	15	25	—
7.12～13	平成 16 年 7 月 新潟・福島豪雨	新潟、福島	16	4	70	5,354	2,149
7.17～18	平成 16 年 7 月 福井豪雨	福井	5	19	66	135	4,052
7.29～8.6	台風第 10・第 11 号 及び関連する大雨	中国、四国地方	3	19	11	22	274
8.17～20	台風第 15 号及び 関連する大雨	東北、四国地方	10	28	16	88	400
8.27～31	台風第 16 号	西日本を中心とす る全国	17	288	35	133	14,565
9.5	紀伊半島沖・東海沖 を震源とする地震	愛知、三重、和歌山	0	47	0	0	—
9.4～8	台風第 18 号	中国地方を中心と する全国	45	1,365	132	1,396	1,570
9.26～30	台風第 21 号	西日本を中心とす る全国	27	98	92	783	5,193
10.8～10	台風第 22 号	東日本太平洋側	9	166	135	287	1,561
10.18～21	台風第 23 号	近畿、四国地方を 中心とする全国	98	552	893	7,762	14,289
10.23	平成 16 年新潟県 中越地震	新潟	46	4,801	2,827	12,746	—
16 年～ 17 年冬季	雪害	北海道、東北及び 北陸等	88	771	56	7	11
平成 17 年 3.20	福岡県西方沖を 震源とする地震	福岡	1	1,087	133	244	—

参考文献

- 1) 気象庁：異常気象レポート 2005，2005 年 10 月。
- 2) CRED ホームページ：<http://www.cred.be/>
- 3) COP12 ナイロビ「気候変動に対応するための長期的協力の行動に関する対話」，Stern Review “Executive Summary” “Summary of Conclusions”，2006 年 11 月。
- 4) 環境省ホームページ：<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=7993>
- 5) 国土交通省ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/river/kaigandukuri/takashio/3saigai/03-0.htm>
- 6) フリー百科事典「ウィキペディア」：<http://ja.wikipedia.org/wiki>
- 7) 建設省河川局海岸課監修・(社) 全国海岸協会：海岸・30 年のあゆみ・，(株) 三省堂，p.134，1981。
- 8) 土木学会：土木用語大辞典，2006 年 3 月。
- 9) 土木学会：平成 16 年 7 月北陸豪雨災害調査報告書，2005 年 5 月。

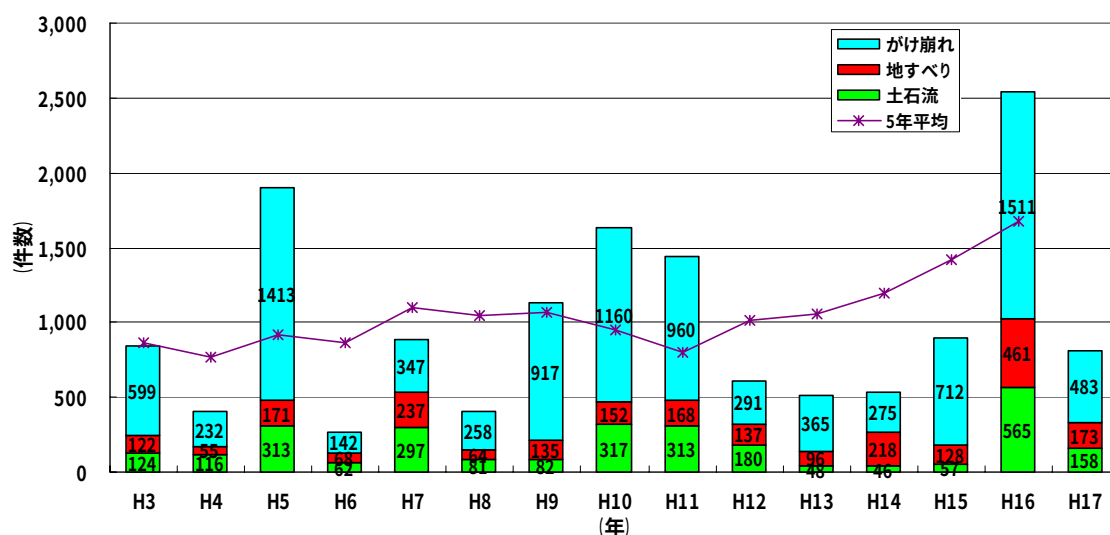
- 10) 土木学会水工学委員会：2004 年度豪雨・洪水災害調査報告—今後の豪雨災害対策支援に向けて—，土木学会災害緊急調査団報告会予稿集，2005 年 5 月。
- 11) 土木学会水工学委員会：平成 17 年度河川災害に関するシンポジウム資料，2006 年 3 月。
- 12) 内閣府ホームページ：平成 17 年版防災白書の概要：<http://www.bousai.go.jp/hakusho/h17hakusho.pdf>
- 13) 高山智司：沿岸防災研究所の設立に寄せて，Coastal Development Institute Technology 臨時増刊号，2005 年 12 月。
- 14) themesweb ホームページ：http://www.thamesweb.com/topic.php?topic_name=Flood%20Defence
- 15) 国土交通省ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/river/saigai/2005/24.pdf>
- 16) ハリケーン・カトリナによる米国メキシコ湾岸の高潮・高波災害の現地調査，Coastal Development Institute of Technology 臨時増刊号，pp.15-18，2005 年 12 月。
- 17) 沿岸災害対策技術調査団：ハリケーン・カトリナ被災調査報告書，2005 年 11 月 1 日，<http://www.pari.go.jp/information/news/h17d/3/honpen.pdf>

1.3 土砂災害

土砂災害には、大きく、がけ崩れ・地すべりと土石流に分けられるが、この他にも、山地からの大量の土砂流出、火山噴火時の火砕流・溶岩流・泥流および、盛土法面の崩壊や地震時の地盤の液状化等も含まれる。土砂災害の原因は多岐にわたり、降雨、地震、融雪水、人為等さまざまである。

我が国は、降水量・降雪量が多く、国土の大半は山間地であり、また地震が多発することから、土砂災害の発生する危険性が非常に高い。過去においても毎年 15 人～200 人に及ぶ犠牲者が土砂災害により発生している。

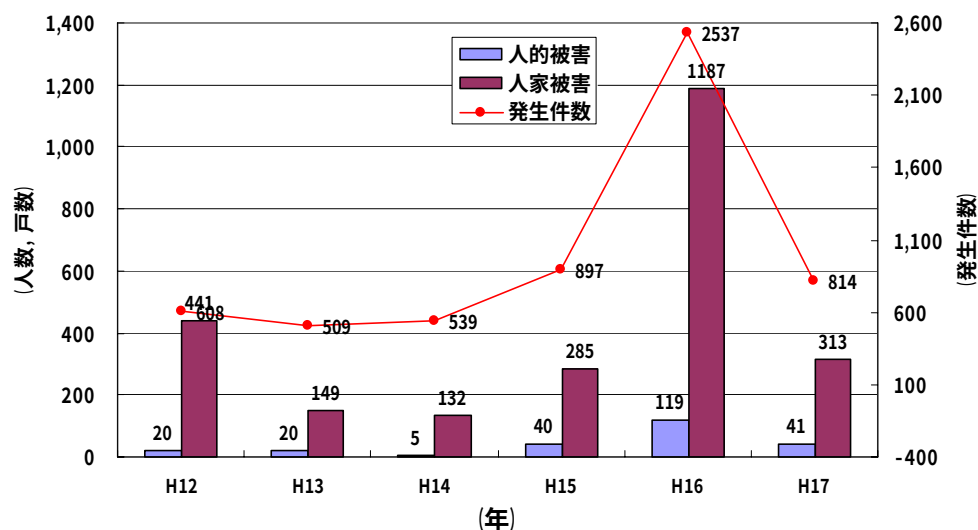
近年に発生した土砂災害（がけ崩れ、地すべり、土石流）の発生件数を図 1.3.1 に示す。土砂災害の内訳では、がけ崩れが最も多く、例年 50%以上を占めている。次いで、地すべり、土石流の順である。土砂災害の発生件数は年によりばらつきが見られるが、毎年 400 件から 2,500 件発生しており、5 年平均を考慮すると近年、増加傾向にある。



注) 国土交通省砂防部資料より作成¹⁾

図 1.3.1 土砂災害の発生件数

最近 6 年間の土砂災害の被害状況および発生割合を、図 1.3.2、図 1.3.3 に示す。ここで人的被害とは死傷者・行方不明者の人数であり、人家被害とは全壊・半壊・一部損壊した人家屋数である。図 1.3.3 に示すように、土砂災害の人的被害数は 5～119 人/年、人家被害数は毎年 132～1187 戸/年となっている。また、発生した土砂災害が人的被害・人家被害をとまう割合はそれぞれ 1%～5%、24%～73%で推移している。



注) 国土交通省砂防部資料より作成¹⁾

図 1.3.2 土砂災害被害状況

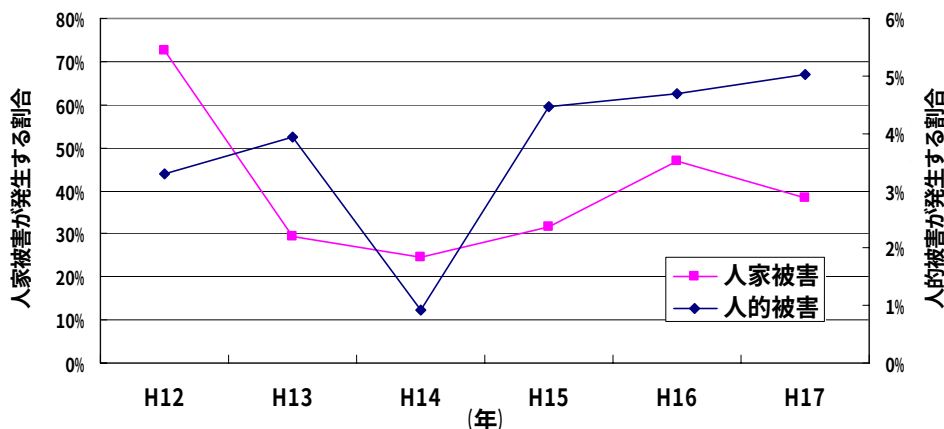


図 1.3.3 人家・人的被害発生割合

日本で発生した主な土砂災害を表 1.3.1 に示す²⁾。

表 1.3.1 日本で発生した主な土砂災害

災害発生 年月日	都道府県名	土砂災害 激甚地区	災害原因	被害状況		災害の種類
				死者 行方不明者	家屋被害	
S.22.9	群馬	赤城周辺	カスリーン台風	271 名	1,538 戸	土石流
S.26.7	京都	亀岡周辺	前線	114 名	15,141 戸	土石流
S.28.6	熊本	阿蘇山周辺	梅雨前線	102 名	不明	土石流
S.28.7	和歌山	有田周辺	梅雨前線	460 名	4,772 戸	土石流
S.28.8	京都	南山城・上野周辺	前線	336 名	5,122 戸	土石流
S.33.9	静岡	狩野川周辺	22 号台風	1,094 名	19,754 戸	土石流
S.34.8	山梨	釜無川周辺	7 号台風	43 名	277 戸	土石流
S.36.6	長野	伊那谷周辺	集中豪雨	130 名	3,018 戸	土石流
S.41.9	山梨	西湖周辺	26 号台風	94 名	80 戸	土石流
S.42.7	兵庫	表六甲	集中豪雨	92 名	746 戸	土石流
S.42.7	広島	呉市周辺	集中豪雨	88 名	289 戸	土石流・がけ崩れ
S.42.8	新潟	黒川村	集中豪雨	31 名	1,102 戸	土石流
S.47.7	熊本	天草周辺	集中豪雨	115 名	750 戸	土石流
S.49.7	香川	小豆島	8 号台風	29 名	1,139 戸	土石流
S.50.8	青森	岩木山	集中豪雨	22 名	28 戸	土石流
S.50.8	高知	仁淀川周辺	5 号台風	68 名	536 戸	土石流
S.51.9	香川	小豆島	17 号台風	119 名	2,001 戸	土石流
S.53.5	新潟	妙高高原町	融雪	13 名	25 戸	土石流
S.53.10	北海道	有珠山周辺	有珠山噴火・低気圧	3 名	144 戸	火山・泥流
S.54.8	岐阜	洞谷	集中豪雨	3 名	16 戸	土石流
S.56.8	長野	宇原	15 号台風	10 名	56 戸	土石流
S.57.7	長崎	長崎市周辺	梅雨前線	299 名	19,447 戸	土石流・がけ崩れ
S.58.7	島根	三隅町・浜田市周辺	梅雨前線	107 名	17,600 戸	土石流
S.59.9	長野	王滝村	地震	29 名	604 戸	土石流
S.60.7	長野	地附山	集中豪雨	26 名	69 戸	地すべり
S.61.7	鹿児島	鹿児島市周辺	梅雨前線	18 名	181 戸	がけ崩れ
S.62.10	鳥取	青谷町	19 号台風	3 名	674 戸	土石流
S.63.7	広島	加計町・戸河内町	集中豪雨	14 名	628 戸	土石流
H.1.8	神奈川	相模川以東地域	集中豪雨	6 名	11 戸	がけ崩れ
H.2.7	熊本	一の宮町	梅雨前線	13 名	1,091 戸	土石流
H.3.6	長崎	島原市	雲仙普賢岳噴火	43 名	179 戸	火山・土石流
H.5.6	大分	九州中北部 (福岡県、熊本県大分 県の風倒木地区)	梅雨前線(風倒木)	3 名	31 戸	風
H.5.8	鹿児島	鹿児島市周辺	8 月豪雨	64 名	456 戸	がけ崩れ
H.8.12	新潟・長野	糸魚川市・小谷村	融雪等	14 名	-	土石流
H.9.7	鹿児島	出水市針原地区	梅雨前線	21 名	19 戸	土石流
H.9.7	兵庫	九州・四国・近畿全般	梅雨前線	4 名	94 戸	土石流
H.9.9	鹿児島	九州南部	19 号台風	4 名	91 戸	土石流・がけ崩れ
H10.8	福島	西郷村周辺	集中豪雨	9 名	96 戸	土石流・がけ崩れ

H11.6	広島	広島市・呉市	梅雨前線	24 名	187 戸	土石流・がけ崩れ
H11.8	岐阜	宮川村他	台風 16 号	4 名	43 戸	土石流・がけ崩れ
H12.3	北海道	伊達市・虻田町・ 壮瞥町・洞爺村	噴火	-	771 戸	泥流
H12.6	東京	神津島周辺	地震	1 名	5 戸	がけ崩れ・地すべり
H12.7	東京	三宅島	噴火		4 戸	泥流
H12.9	愛知・岐阜・長野	東海地方	秋雨前線	3 名	57 戸	土石流・がけ崩れ
H12.10	鳥取・島根	鳥取西部・島根北部	地震		16 戸	がけ崩れ・地すべり
H13.9	長野	北佐久郡軽井沢町	台風 15 号	2 名	3 戸	がけ崩れ
H13.9	高知	土佐清水市	秋雨前線豪雨	-	212 戸	土石流
H14.7	岩手	釜石市周辺	台風 6 号	2 名	49 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり
H14.7	岐阜	恵那郡	梅雨前線	1 名	0 戸	がけ崩れ
H14.8	広島	呉市	集中豪雨	1 名	1 戸	がけ崩れ
H14.9	佐賀	伊万里市	集中豪雨	1 名	1 戸	がけ崩れ
H15.7	大分	日田市	梅雨前線	1 名	0 戸	地すべり
H15.7	福岡	太宰府市	梅雨前線	1 名	43 戸	土石流
H15.7	熊本	水俣市	梅雨前線	19 名	26 戸	土石流・がけ崩れ
H15.7	鹿児島	伊佐郡	梅雨前線	2 名	1 戸	がけ崩れ
H16.7	福島、新潟	新潟県、東北全般	新潟・福島豪雨	2 名	79 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり
H16.7	福井	越前中央山地地区	福井豪雨	1 名	170 戸	土石流・がけ崩れ
H16.7	徳島	上那賀町周辺	台風 10・11 号	2 名	60 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり
H16.8	香川、愛媛	四国北部	台風 15 号	5 名	48 戸	土石流・がけ崩れ
H16.8	愛媛	四予市周辺	台風 16 号	-	38 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり
H16.9	鹿児島	九州全般	台風 18 号	1 名	23 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり
H16.9	三重、徳島、香川、愛媛	東海西部・四国全域	台風 21 号	17 名	192 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり
H16.10	神奈川、静岡	関東西部、東海東部	台風 22 号	2 名	87 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり
H16.10	長野、富山、岐阜、兵庫、京都、岡山、香川、愛媛	四国・中国・近畿・中部・北陸全般	台風 23 号	27 名	351 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり
H16.10	新潟	中越地方	新潟中越地震	4 名	93 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり
H17.3	福岡	玄界島	福岡県西部沖を震源とする地震	—	18 戸	がけ崩れ・地すべり
H17.7	九州	大分県	梅雨前線豪雨	3 名	11 戸	土石流・がけ崩れ
H17.9	九州・四国・中国	宮崎県	台風 14 号	22 名	216 戸	土石流・がけ崩れ・地すべり

注) 国土交通省砂防部ホームページより²⁾

参考文献

- 1) 国土交通省砂防部ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/link1351.htm>
- 2) 国土交通省砂防部ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/link1010.htm>

2. 今後発生が危惧される自然災害と対策

2.1 自然環境と社会環境の変化に起因して発生する自然災害

2.1.1 自然災害の態様の変化

自然環境と社会環境の変化によって自然災害の態様が変わりつつあるが、この傾向は今後も続くものと推定される。図2.1.1に示すように自然環境の変化としては、地球の温暖化と海面上昇、都市域のヒートアイランド現象、森林の喪失、砂漠化の進行および河川・海岸の浸食が挙げられる。これらの環境変化が集中豪雨・豪雪、巨大台風・ハリケーン・サイクロンの発生、異常少雨と異常高温および高潮・高波の災害の危険性を増大させている。また、災害の度合いを増幅させる社会環境の変化として、少子・高齢化、都市圏の過密化と山間部の過疎化、共助意識の減退、災害経験伝承の不足等が考えられる。また、自然離れや電子機器依存による生活などライフスタイルの変化も災害に対する脆弱性を増大させる要因となっている。さらに国、自治体の財政状況の悪化による防災社会基盤整備の遅れや地方の建設業衰退による災害復旧要因の不足が懸念される。以上の自然環境や社会環境の変化による自然災害の態様の変化を考慮した防災対策が今後重要となる。これらの対策の中で重要なポイントは、「予想を超える自然現象による災害への対応」、あるいは「設計値を超える外力への対応」である。

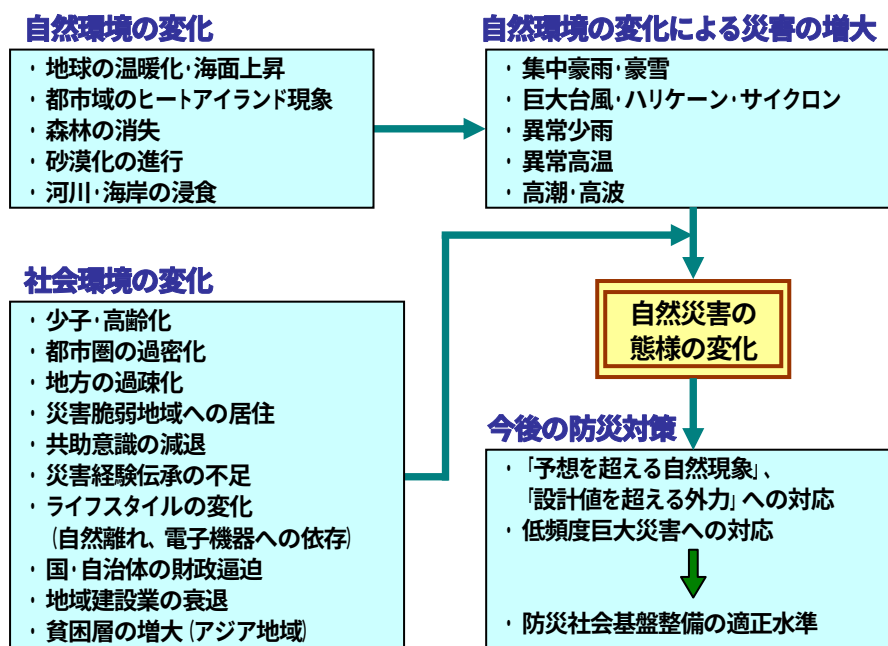


図 2.1.1 自然災害の態様の変化と今後の防災対策

2.1.2 今後の自然災害対策の考え方

図2.1.2は、中規模である程度の発生頻度をもつ災害と大規模災害であるが低頻度の災害に対する、ハード対策とソフト対策のバランスの考え方を模式的に示したものである（今村文彦 東北大学教授による示唆をもとに作成）。中頻度中規模の災害に対しては主としてハード対策でカバーし、低頻度大規模災害に対してはハード対策をある程度増強するもののハードとソフトの両面から対応しようとする考えである。ハード対策とソフト対策のバランスをどう取るのか、ハード対策の増強をどこまで行うかということが課題となる。

ハード対策とソフト対策の適正水準を決める一つの考え方として、リスク、すなわち、想定される被害総量に発生確率を乗じた値と防災のための投資額を比較する方法があるが、一般的に低頻度大規模災害の

場合、発生確率が極めて小さい値となることが多いため、防災投資額を下回り、防災投資が適切でないという結論に陥ってしまうことがある。想定される被害の総量を評価する場合、人命・財産の損失はもとより、国力と国際競争力の低下および災害が国土を荒廃させ景観の破壊の要因となること、さらには国民への心理的な打撃など様々な要素を考慮することが必要である。

また適正水準を決定する場合には国民的な合意形成が不可欠であり、このためにはリスクの評価と公開および公助・共助・自助の役割分担に対する正しい認識が不可欠となる。

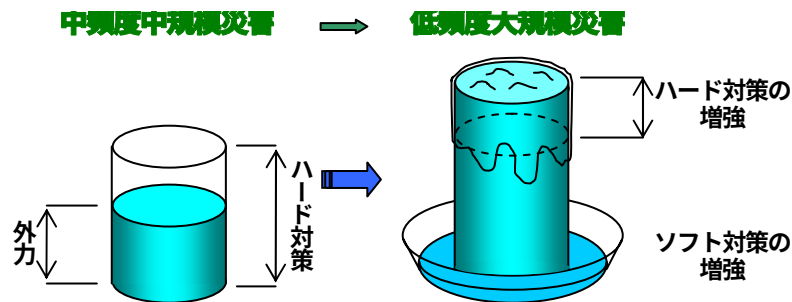


図 2.1.2 低頻度大規模災害への対応
(今村文彦 東北大学教授による示唆をもとに作成)

2.2 地震・津波災害

2.2.1 今後発生が危惧される地震・津波の概要

(1) 東海・東南海、南海地震概要

甚大な人的・物的被害を生ずる大地震災害への備えは重要であり、特に図 2.2.1 に示す駿河トラフや南海トラフ沿いに発生するマグニチュード 8 クラスの海溝型の巨大地震は、その発生が大きく懸念されている。

東海地震は、1854 年の安政東海地震から 150 年間起きておらず、いつ起きてもおかしくないとされる。一方、東南海地震・南海地震は過去 100～150 年の間隔で発生しており、今世紀前半にも発生するおそれがあるとされる。いずれも、大津波を伴って発生しており、沿岸部では津波による被害が大きい。

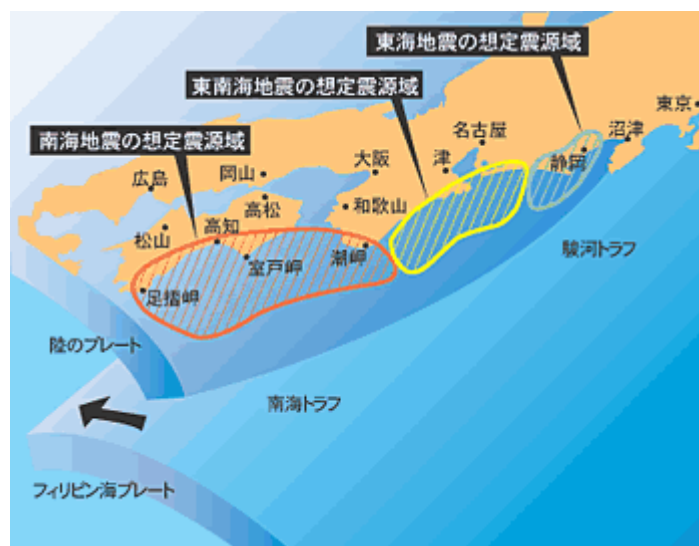


図 2.2.1 想定東海・東南海、南海地震 (<http://www.tokai-tv.com/bousai/>)

1) 東海地震における地震の発生メカニズム

日本列島の南側にある駿河湾の海底には駿河トラフが走っており、これは伊豆半島が乗るフィリピン海プレートが、その北西側の日本列島を乗せているユーラシアプレートの下に沈み込むプレート境界だと考えられている。このプレート境界を震源域として、近い将来マグニチュード8クラスの巨大地震が発生すると考えられている。

2) 南海トラフにおける地震の発生メカニズム

前述の東海地震や、東南海地震・南海地震などの南海トラフ沿いの巨大地震は、海洋側のフィリピン海プレートと大陸側のユーラシアプレートの境界に起こる。海嶺で生まれた海洋プレートが大陸プレートに沈み込もうとすることによって蓄積されたひずみエネルギーがいきに解放され、それに伴うプレートの跳ね返りによって巨大地震が生じることになる。

2つのプレート境界ではアスペリティと呼ばれる強く固着した部分と、その固着が弱い部分がある。前者は、前回の地震後に海洋プレートが沈み込んだ分だけひずみエネルギーとして蓄えられている可能性があるのに対し、後者は海洋プレートと大陸プレートの境界面がときどき滑っており、貯まっているひずみエネルギーが小さいと考えられる。近年の強震動シミュレーションの研究により、アスペリティ領域では大きなすべりが生じるだけでなく、短周期を含む強震動が生成されていることが分かってきている。

3) 発生が危惧される理由

駿河トラフから南西に向かって走る南海トラフに沿った海域では、大規模な地震が 100 年から 150 年位の間隔で繰り返し発生している。図 2.2.2 は、この領域で発生した大地震が A から E までの小領域のうちのどこが震源域となってきたかを示したものである。東海地震の震源域は E 領域に相当するが、この領域はかつて震源域となっており、十分に地震を発生させる能力を備えていると考えられる。ところが、1944 年、1946 年と続けて発生した東南海、南海道地震では、E 領域は約 150 年間震源域となっておらず、これが「いつ起きてもおかしくない」と言われる所以である。

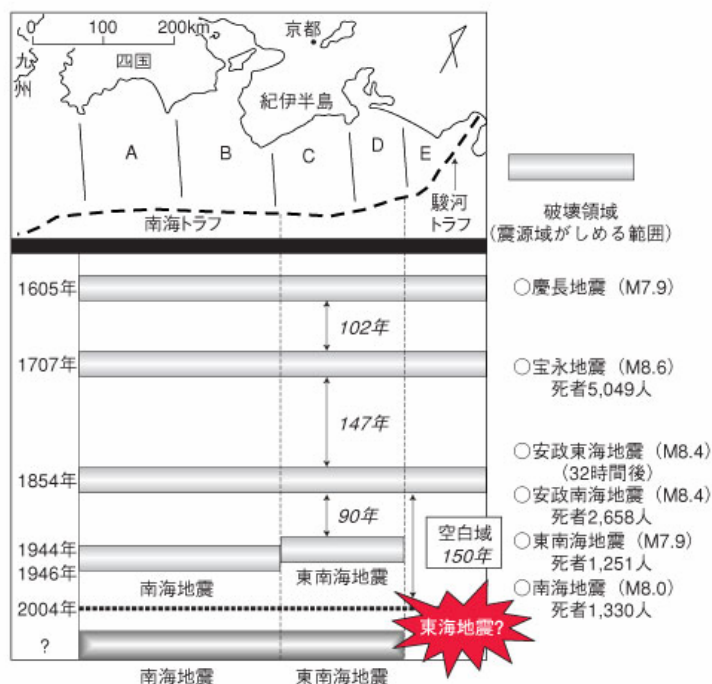
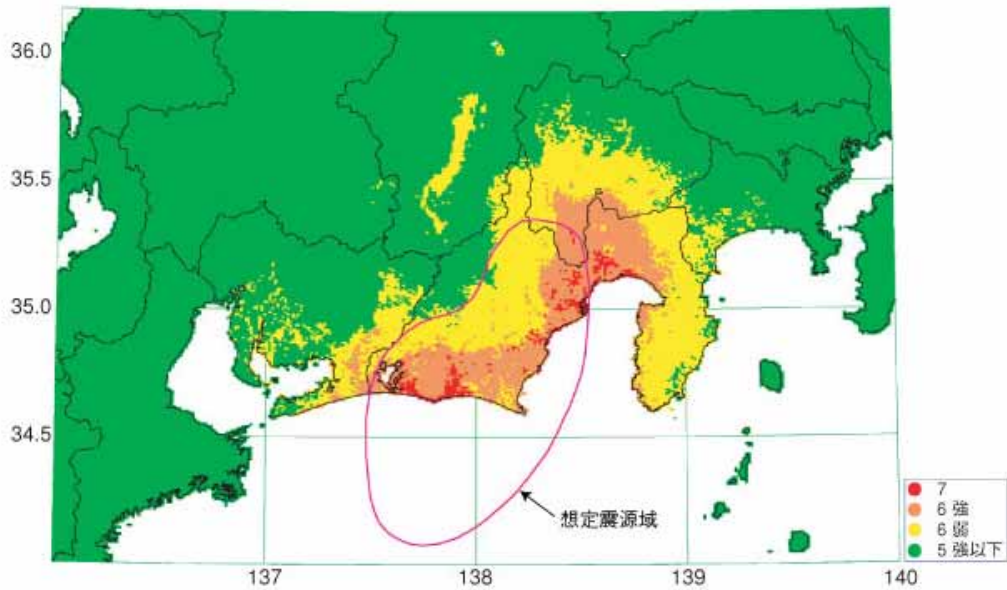


図 2.2.2 東海・東南海・南海地震の切迫性(平成 17 年版防災白書)¹⁾

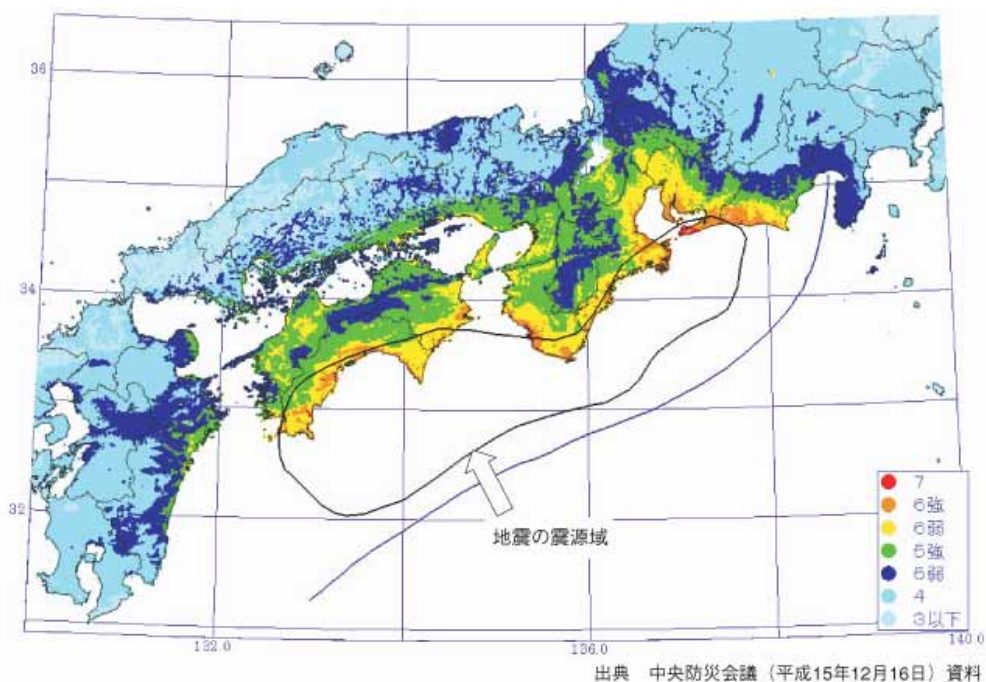
4) 地震・津波の規模予測

地震の規模は、個別に発生した場合、南海地震は M8.4 前後、東南海地震は M8.1 前後と考えられている。過去の発生パターンから、両地震が同時か短い間隔を置いて発生するとされているが、同時発生の場合は M8.5 となり、阪神大震災（M7.3）の 63 倍のエネルギーを持つ地震となる。東南海、南海地震が同時発生した場合、東海から九州までの太平洋岸を中心に広い地域が震度 6 以上の強い揺れに見舞われ、津波の高さは紀伊半島や四国の太平洋側で 5 メートル以上、高知県の一部は 10 メートル以上になるものと考えられている。東海地震の想定震源域は東南海地震の東隣にあり、三つの地震が同時に発生することも懸念されている²⁾。



出典：中央防災会議（平成15年3月18日）資料

図 2.2.3 想定東海地震の予想震度分布 (平成 17 年版防災白書)¹⁾



出典 中央防災会議（平成15年12月16日）資料

図 2.2.4 東南海・南海地震の予想震度分布 (平成 17 年版防災白書)¹⁾

5) 連動して発生した過去の例

南海トラフ沿いの巨大地震が連動して起こった例は過去にいくつか見ることができる。1605 年の慶長地震は、東海・東南海地震と南海地震が同時に発生したとみられる M8 クラスの地震で、地震の揺れによる被害は少なかったようであるが、太平洋岸で津波が発生し、それによる死者は 5,000 人以上とされている。1707 年の宝永地震は、東海・東南海地震と南海地震が同時に発生した M8.4 (日本史上最大とされている) の地震であり、この地震の 49 時間後に富士山が噴火して宝永山 (火口) ができた。1854 年の 安政地震は、安政東海地震 (東南海を含む) 発生後、32 時間後に安政南海地震が発生した。

また、過去に起こった南海トラフの地震を以下に示す。

- ・ 1605 年 慶長地震 (M 7.9)
- ・ 1707 年 宝永地震 (M 8.6)
(※ 2 つの地震が発生したという見方 (南海: M 8.4、東海: M 8.3) もある)
- ・ 1854 年 安政南海地震 (M 8.4)
- ・ 1854 年 安政東海地震 (M 8.4)
- ・ 1944 年 東南海地震 (M 7.9)
- ・ 1946 年 南海地震 (M 8.0)

(2) 南関東直下型地震

神奈川県沖から千葉県沖にかけての相模トラフ付近では、過去、1923 年の関東大震災をはじめ、マグニチュード 8 クラスの海溝型の巨大地震が 200~300 年程度の周期で発生しているが、一番最近発生した関東大震災から 80 年しか経過していないため、当面発生する可能性は低いと見られている。しかし南関東ではプレート境界型の地震の発生に先立って直下型地震が相次ぐ傾向があり、すでに地震の活動期に入ったと指摘する専門家もいる。これが南関東直下型地震で、国は防災対策の抜本的な見直しを進めている。発生する危険性の高い場所としてまず活断層があげられるが、厚い沖積層に覆われている南関東では、活断層が見つかっていない場所でも沖積層の下に隠れている断層の活動で強い地震が起きる恐れがある。このためどこでも起きる危険性があるものと考え、備えを進める必要がある。

1) 地震の周期性

直下の地震の発生の切迫性が高まってくることは疑いなく、100 年から 200 年先に発生する可能性が高いと考えられる次の相模トラフ沿いの地震が起こるまでの間に、プレートの潜り込みによって蓄積された歪みのエネルギーの一部がマグニチュード 7 程度の直下の地震として数回放出されることが、国の中央防災会議³⁾においても予想されている

図 2.2.4 は、1923 年関東地震 (M7.9) の発生前 40 年間で最近 67 年間における、関東地方周辺の地震活動 (M6) の比較⁴⁾ (岡田義光, 2001, 地震予知連会報, 66) を示したものである。1923 年関東地震 (M7.9) の前 40 年間で最近の 67 年間で比べると、前者は東京を中心に広域で大きな地震が多発し、活動期の様相を示しているのに対し、後者はカタログ期間が長いにも拘らず大地震がほとんどなく静穏期の様相を示している。

一方、図 2.2.5 はここ 400 年間に、東京 (江戸) が震度 5 または震度 6 になった地震の時系列と関東地方下の地震エネルギー蓄積状況を模式的に示したものである⁴⁾ (岡田義光, 2001, 地震予知連会報, 66)。1923 年関東地震と同じタイプの M8 級海溝型巨大地震は 1703 年に元禄地震として発生

しているが、この2つの巨大地震は、その発生前70～80年の間にいずれも2つのM7級直下型地震を伴っている。

1855年（安政）江戸地震は、震源地は千葉の我孫子、柏付近といわれているが、火災により江戸は10時間燃え続け、死者約7千人、倒壊家屋1万4千棟を出したといわれている。

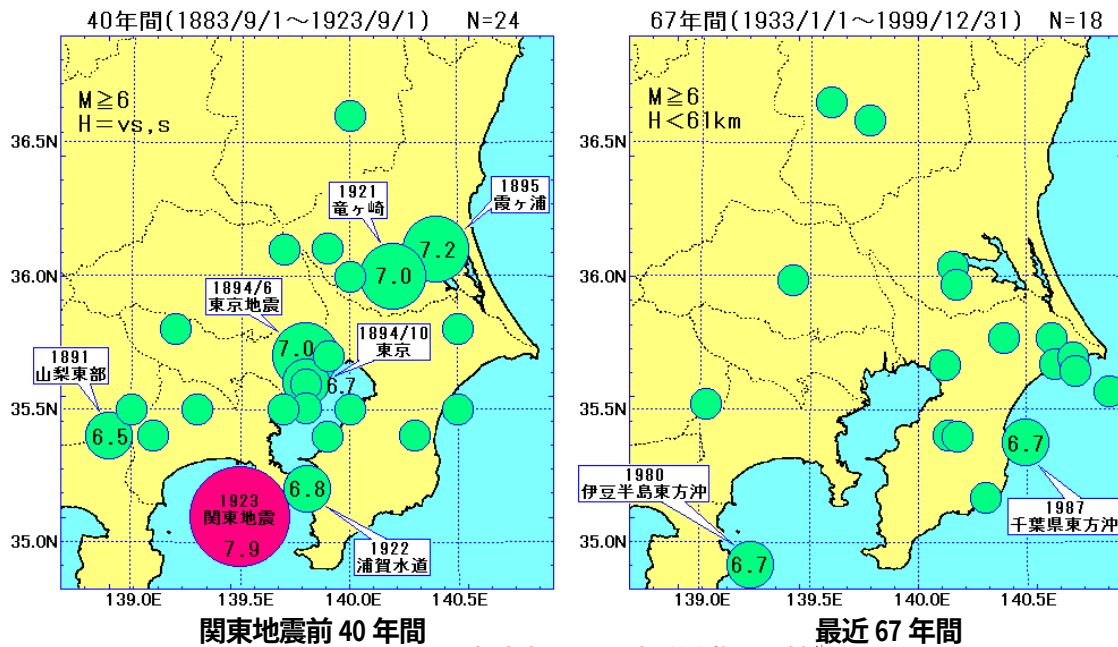


図 2.2.5 関東地方周辺の地震活動の比較⁴⁾

関東地震タイプの地震再現期間を約200年とするとその前半100年は静穏期、後半100年は活動期といわれている。現在、1923年関東地震からは約80年を経過しただけなので、次の関東地震はまだしばらく先であり、現在は地震活動の静穏期といえる。

静穏期といえども首都圏を襲う直下型地震への対応は鋭意進めておかなければならない。中央防災会議においては、直下の地震から住民の生命・身体・財産を守り、また、経済・社会活動の安定性を期するため、国・関係地方公共団体、関係指定公共機関等が講ずべき震災対策について検討を行い、平成4年には「南関東地域直下の地震対策に関する大綱」⁵⁾を決定、またこれを平成10年に改定している。

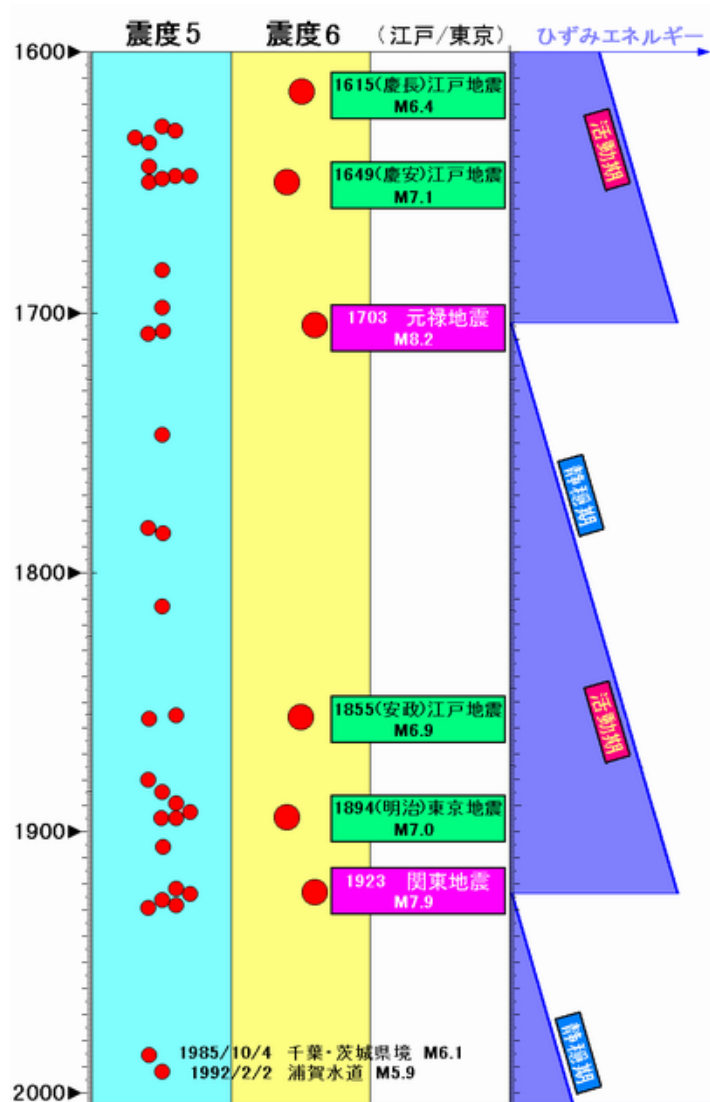


図 2.2.6 関東地方下の地震エネルギー蓄積状況⁴⁾

(3) 千島海溝、日本海溝周辺地震・津波

千島海溝および日本海溝は、房総半島の東方沖から択捉島の東方沖にかけての北米プレートに太平洋プレートが沈み込む部分に形成されており、他のプレート境界と同様、その周辺で多くの地震および津波が発生する。日本海溝、千島海溝周辺で発生する地震は、M7 前後の比較的小さなものから M8 を超える巨大なもの、プレート境界で発生するもの（三陸沖地震津波など）やプレート内部で発生するもの、さらには地震の揺れのわりに大きな津波が発生する津波地震など、様々なタイプの地震が発生している。それぞれの地震の概要は以下の通りである。

1) 宮城県周辺のプレート内地震

2003 年 7 月 26 日 00 時 13 分頃、宮城県北部を震源とする M5.5 の地震が発生し、宮城県鳴瀬町と矢本町で震度 6 弱が観測された。その 7 時間後の同日 07 時 13 分ごろには、M5.5 の震央の約 3km 南で M6.2 の地震が発生して、宮城県成瀬町、南郷町、矢本町で震度 6 強、河南町、小牛田町、桃生町、涌谷町で震度 6 弱が観測された。今回の地震活動は、前震、本震、余震型で推移しており、00 時 13 分の地震が前震、07 時 13 分の地震が本震と考えられる。8 月 9 日時点での最大余震は、7 月 26 日 16

時 56 分ごろの M5.3 の地震で、河南町で震度 6 弱が観測された。1 日のうちに震度 6 を 3 回観測した例は、この一連の活動が初めてであった。この地震の震源域では過去に大きな地震の発生は知られていなかった。「新編日本の活断層」によれば、この地震の震源域には「旭山撓曲」が南北に伸びているが、直接の起震源ではないようである。

この地震は、地震調査研究推進本部の長期評価⁵⁾ が出されている宮城県沖地震とは異なる地震であり、北米プレートの下に太平洋プレートがもぐりこむことで陸側プレート内部に歪が生じ、その結果逆断層を生ぜしめたものと言われている。

また、この地震の 2 ヶ月前の 5 月 26 日にも宮城県沖で M7.0 の地震が発生したが、これは太平洋プレート内部で発生したものである。これら 2 つの地震は、宮城県沖地震のアスペリティにおけるプレート間の固着状態が継続しており、歪の蓄積が進行しつつあることを示唆しているものといわれており、次の宮城県沖地震の発生に備えた十分な対応の必要性を示唆している。

2) 宮城県沖のプレート境界地震

2005 年 8 月 16 日、宮城県沖を震源とする M7.2 の地震が発生し、東北・秋田・山形の各新幹線が運転を見合わせ、ダイヤの乱れは翌日まで続くこととなり人々の生活に大きな支障をきたすこととなった。この地震では、仙台市内の屋内スポーツ施設において温水プール部分の吊天井が落下するなど、8 月 22 日 17 時現在で、全体で 91 名の負傷者、全壊 1 棟、半壊 856 棟の住宅被害が発生した。

これについて地震調査研究推進本部の地震調査委員会では、「今回の地震は宮城県沖地震の想定震源域の一部が破壊したものの、地震の規模が小さいこと、及び余震分布や地震波から想定された破壊領域が想定震源域全体に及んでいないことから、地震調査委員会が想定している宮城県沖地震ではないと考えられる」との評価を出している。地震調査委員会の長期評価⁵⁾ によると、宮城県沖では今後 20 年以内に 90% の確率で M7.5 前後の地震が発生すると言われている。

ただ、この地震は、余震の分布、地震波形や GPS データから推定したすべり量分布などから、1978 年宮城県沖地震の震源域の一部を破壊したものと考えられている。すなわち、1978 年宮城県沖地震のアスペリティの一部は、これからすべりを起こす可能性のある部分として、依然固着したままであり、これがすべりを起こしたときが、地震調査委員会の想定する宮城県沖地震の発生するときであると考えられている。そのため、特に切迫性の強い場所であるとして警戒が必要であると考えられている。

3) 三陸沖のプレート境界型地震

三陸沖では、1896 年の明治三陸地震、1933 年の昭和三陸地震など、大きな津波を伴う大地震が周期的に発生している。これらの地震はいずれも陸側のプレート（北米プレート）に太平洋プレートが沈み込んで歪がたまった後、陸側プレートが急激に跳ね上がって生じる。この境界では、過去に M8 クラスの地震が 1611 年、1677 年、1896 年（明治三陸地震津波）、1933 年（昭和三陸地震津波）に発生している。60 年ほどの周期で発生している時もあり、前回の昭和三陸地震からの間隔を考えても警戒が必要であることに異論はない。地震後に発生する津波の規模は大きく、明治三陸津波で最大 38m、昭和三陸津波で 26m もの最大遡上高さを記録し、沿岸域に壊滅的な被害をもたらしている。一方、この付近のプレート境界で発生する津波は、地震後に沿岸域まで到達時間として 20 分以上あり、的確な津波情報を提供することにより、人的被害を最小限に抑えることが可能な地域である。

三陸沖北部については、地震調査研究推進本部の強震動評価部会が想定震源域の位置や発生確率などに関する長期評価結果⁶⁾ として「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価」の中にまとめている。

これによると、三陸沖北部の地震は、陸側のプレートの下へ太平洋プレートが沈み込む境界面で発生する地震であり、次の地震の規模は、過去に発生した地震の規模から M8.0 前後と推定されている。

4) 北海道の太平洋側及び千島列島の南海上の領域

2005 年 12 月 20 日に地震調査研究推進本部の地震調査委員会によって十勝沖から択捉島までの千島海溝沿いの地震活動の長期評価の見直し⁷⁾が行われており、M8 程度のプレート間地震は「十勝沖の地震」「根室沖の地震」「色丹島沖の地震」「択捉島沖の地震」の 4 つに分類されている。それより規模の小さい M7 程度の地震は、発生領域を限定せず「ひとまわり小さいプレート間地震」と呼ばれ、プレート内地震は、震源の深さと規模に応じて、「沈み込んだプレート内のやや浅い（深い）地震」に区分されている。

(a) 十勝沖のプレート境界型地震

十勝沖の地震は、この地域で歴史記録文書に残る最古の海溝型地震が起こった 1839 年から 2005 年 1 月 1 日までに、1843 年 (M 8.0)、1952 年 (M 8.2)、2003 年 (M 8.0) の 3 回発生した可能性がある。1843 年の地震は、厚岸付近で強い揺れがあり、死傷者多数を伴う津波（厚岸で 4~5m）をもたらした。1952 年と 2003 年の地震では、ともに太平洋沿岸地域で震度 5~6 程度の地震動を伴い、浦河~厚岸の各所で強震動による被害が発生した。津波の遡上高は、この二つを比較すると、釧路より西側では似ているが、東側では 1952 年の方が明らかに大きい。1952 年の場合、多くの調査地点で 3m を超えているのに対して、2003 年では末広（まびろ、4m）を除いて 1~2m にすぎない。

2003 年の十勝沖地震は、気象庁による震源位置は、北緯 41.78°、東経 144.08°で、1952 年 3 月 4 日の十勝沖地震とほぼ同じ位置であり、この海域では典型的なプレート境界型の地震であることがわかる。

2003 年十勝沖地震発生直前の評価では、十勝沖で発生する M8 クラスのプレート間地震の今後 30 年以内の発生確率は 60%と高かったが、2003 年十勝沖地震の発生により、今回の評価では 0.02~0.5%に低下した。また、次の根室沖の地震発生時に十勝沖の領域が連動する可能性は低いと考えられている。ただし、今後根室沖の地震の発生まで十分な時間が経過した場合、十勝沖でのプレート間の歪の蓄積とともに連動の可能性は高まると考えられ、その場合の地震の規模は M8.3 程度と推定されている。また、今回の地震が想定領域内全体に及ぶ大きさでなく、前回の 1952 年十勝沖地震と比べても、北海道東部での津波波高が低かったことから、今回の地震と根室半島沖地震の領域との間のプレート境界には、まだ歪が残っているという考え方もあり、今後の地震の発生確率について詳細な検討が必要である。

(b) 根室沖のプレート境界型地震

根室沖の地震は、1839 年より後には、1894 年 (M 7.9) と 1973 年 (M 7.4) に発生し、根室半島付近で震度 5 程度の揺れと 2m~3m の津波を記録した。ただし、1894 年の地震は震源域の両端は十勝沖ないし色丹島沖まで及んでいる可能性も指摘されている⁸⁾。また、過去に 400~500 年程度の間隔で、1952 年十勝沖地震をはるかに超える規模の津波が発生したことが知られており、典型的なプレート境界型地震の発生が懸念される。

(c) 色丹島沖のプレート境界型地震

1839 年以降には 1893 年 (M 7.7) と 1969 年 (M 7.8) の 2 回発生した可能性が指摘されている。ともに根室半島周辺で震度 4 前後の揺れを伴い、色丹島で 2~3m の津波を記録している。

(d) 択捉島沖のプレート境界型地震

1839 年以降には 1918 年 (M 8.0) と 1963 年 (M 8.1) の 2 回発生した可能性が指摘されている。ともに北海道での被害は軽微だが、大きな津波が観測された島もある。

(e) ひとまわり小さいプレート間地震

十勝沖から根室沖の領域及びその周辺では、1900 年以降、2004 年 11 月 29 日の釧路沖の地震まで、計 6 回の M7 クラス前後のプレート間地震が発生している。

また、世界標準地震計観測網が整備された 1963 年以降、色丹島沖から択捉島沖の領域及びその周辺では、M7.1 程度の地震が 4 回発生しており、十分警戒すべき地震であると言われている。

(f) 深さ 50km で M8 程度の沈み込んだプレート内のやや浅い地震

1839 年以降、十勝沖から択捉島沖にかけて 1958 年と 1994 年の 2 回発生したと考えられている。1958 年の択捉島沖の地震は釧路で震度 5 の揺れを伴い、色丹島で最大 5m の津波があったとされている。1994 年の地震は釧路で最大震度 6 を記録、色丹島や宮古で 5m を超える津波が記録されている。

(g) 深さ 100km で M7.5 程度の沈み込んだプレート内のやや深い地震

1923 年以降、十勝沖から択捉島にかけて 1924 年、1978 年、1993 年の 3 回発生したと考えられている。特に 1993 年の地震（釧路沖地震）は、釧路で最大震度 6 を記録し、死傷者も発生している。

2. 2. 2 予想される地震・津波被害

(1) 各種被害想定

1) 東海地震に係る被害想定結果

・建物全壊棟数（朝 5 時のケース）

揺れ	静岡県、山梨県南部、愛知県西部等強い揺れが生じる地域を中心に約 17 万棟
液状化	揺れの大きい地域や軟弱地盤を中心に、約 3 万棟
津波	静岡県、三重県等の沿岸部を中心に、約 7 千棟
火災	（風速 3m/s の場合）約 1 万棟 （風速 15m/s の場合）約 5 万棟
がけ崩れ	静岡県等を中心にがけ崩れが発生し、約 8 千棟
合計	（風速 3m/s の場合）約 23 万棟 （風速 15m/s の場合）約 26 万棟

（参考）予知情報に基づく警戒宣言が発令された場合、火災の減少によち、全壊棟数は、最大約 3 万棟減

・ライフライン等

水道	断水人口（発生直後）約 550 万人
電気	停電人口（発生直後）約 520 万人
ガス	供給支障人口（1 週間後）約 290 万人
交通施設	道路、鉄道ともに被害が発生し、一定期利用困難となることも想定 港湾は、特に、液状化や津波による機能低下・停止が想定
避難生活	自身発生 of 1 週間後には約 190 面人の避難者
物資不足	米は最大約 41 万 kg、飲料水は最大で約 5,500kl、その他の食料、毛布、肌着が不足
医療対応	地域内で対応困難な重傷者は最大で約 27,000 人
その他	ブロック塀の倒壊やビルからの落下物等の被害 海水浴シーズンには約 10 万人が訪れ、円滑な非難が困難な場合、甚大な被害が想定される

・死者数 (朝 5 時のケース)

揺れ	約 6,700 人
液状化	死者は発生せず
津波	住民の避難意識の程度により約 400 人～約 1,400 人
火災	(風速 3m/s の場合) 約 200 人 (風速 15m/s の場合) 約 600 人
がけ崩れ	約 700 人
合計	約 7,900 人～約 9,200 人

(参考) 予知情報に基づく警戒宣言が発令された場合、事前の避難・警戒行動により最大ケースの場合約 9,200 人～約 2,300 人に減少

・経済的被害 (最大ケース)

	予知なし (突発発災)	予知あり (警戒宣言)
直接被害 (個人住宅の被害、企業施設の被害、ライフライン被害等)	約 26 兆円	約 22 兆円
間接被害	約 11 兆円	約 9 兆円
生産停止による被害	約 3 兆円	約 2 兆円
東西間幹線交通被害	約 2 兆円	約 2 兆円
地域外への波及	約 6 兆円	約 5 兆円
合計	約 37 兆円	約 31 兆円

2) 東南海・南海地震 (同時発生した場合) に係る被害想定結果

・建物全壊棟数 (朝 5 時のケース)

揺れ	東海から九州にかけて強い揺れを生じる地域を中心に約 17 万棟
液状化	揺れの大きい地域や軟弱地盤を中心に、約 8 万棟
津波	東海から九州にかけての太平洋沿岸を中心に、約 4 万棟
火災	約 1 万棟～約 4 万棟
がけ崩れ	高知県等で焼く 2 万棟
合計	約 33 万棟～約 36 万棟

・ライフライン等

水道	断水人口(発生直後)約 1,600 万人
電気	停電人口(発生直後)約 1,000 万人
ガス	供給支障人口(1 週間後)約 300 万人
交通施設	道路、鉄道ともに被害が発生し、一定期利用困難となることも想定 港湾は、特に、液状化や津波による機能低下・停止が想定
避難生活	自身発生 of 1 週間後には約 420 万人の避難者
物資不足	米は最大約 250 万 kg、飲料水は最大で約 15,000kl、その他の食料、毛布、肌着が不足
医療対応	地域内で対応困難な重傷者は最大で約 36,000 人
その他	ブロック塀の倒壊やビルからの落下物等の被害 海水浴シーズンには大勢の海水浴客が訪れ、円滑な非難が困難な場合、甚大な被害が想定される

・死者数(朝 5 時のケース)

揺れによる建物の全壊	約 6,600 人
津波	避難意識が高い場合 約 3,300 人 低い場合 約 8,600 人
火災	約 100 人～約 500 人
がけ崩れ	約 2,100 人
合計	約 12,000 人～約 18,000 人

・経済的被害(最大ケース)

直接被害 (個人住宅の被害、企業施設の被害、ライフライン被害等)	約 29 兆円～約 43 兆円
間接被害	約 9 兆円～約 14 兆円
生産停止による被害	約 4 兆円～約 5 兆円
東西間幹線交通被害	約 0.3 兆円～約 1 兆円
地域外への波及	約 5 兆円～約 8 兆円
合計	約 38 兆円～約 57 兆円

3) 首都圏直下型地震に係る被害想定

平成 17 年 5 月 25 日の東京都防災会議において、都における新たな被害想定 of 作成が決定されたことを受け、地震部会 with 調査検討し、取りまとめられたものである⁹⁾。

(a) 調査の経緯と目的

<経緯>

- ・ 平成 9 年、直下地震による被害想定を公表してから 10 年経ち、都市状況が変化。
- ・ 平成 17 年 2 月、中央防災会議首都直下地震対策専門調査会(「専門調査会」という。)が、首都中枢機能の継続性確保の視点から首都直下地震の被害想定を公表。
- ・ 平成 18 年 2 月、本地震部会にて、首都直下地震の被害想定(中間報告)を作成。

<目的>

○都民の生命と財産を守るための備えを確かなものにする。東京都及び区市町村における震災対策の一層の推進を図るとともに、都民の防災意識の向上に寄与するための基礎資料とする。

(b) 被害想定の特徴

a) 発生頻度の高い地震を想定

- ・ 専門調査会が想定した地震のうち、東京湾北部地震と多摩直下地震を想定。
- ・ 専門調査会が想定したマグニチュード 7.3（以下「M」と表記する。）に加え、より発生する頻度が高い M 6 クラスの地震も想定 (M6.9)。

b) 現実的な気象条件で想定

火災に影響する風速は、専門調査会の想定した 3 メートル/秒、15 メートル/秒に加え、冬の平均風速の約 2 倍の 6 メートル/秒も想定。

(注) 専門調査会の想定した 15 メートル/秒は、関東大震災時の風速で特殊な条件の下での風速。

c) 実態に即したデータを活用

- ・ 都及び区市町村が震災対策に活用できるよう、地盤、急傾斜地、建物、道路等について詳細なデータを活用し、区市町村別に被害を想定。
- ・ 消防の二次運用を見込むなど、各局・防災機関の活動実態を反映。

d) 都市型災害を想定

- ・ (例) エレベーター閉じ込め台数、主要なターミナル駅別帰宅困難者数

e) 首都圏初の新たな被害想定

- ・ 専門調査会の被害想定を踏まえた、首都圏で初の被害想定の見直しである。
- ・ 今後この被害想定をもとに首都圏各県市に首都圏被害想定の作成を働きかける。

(c) 被害想定的前提条件

a) 想定地震

	想定地震	
種類	東京湾北部地震	多摩直下地震 (プレート境界多摩地震)
震源	東京湾北部	東京都多摩地域
規模	M 6.9 及び M 7.3	
震源の深さ	約 30～50 キロメートル	

b) 気象条件

震災被害には、地震の発生する季節、時刻、気象条件が大きく影響するため、被害が最大になると思われる季節、時刻、気象条件を選択する。

	中間報告	最終報告
季節・時刻	冬の夕方 18 時	冬の夕方 18 時、朝 5 時
風速	6 メートル/秒	6 メートル/秒、15 メートル/秒、3 メートル/秒

c) 想定項目（○は最終報告で追加した項目）

想定項目		想定内容
地震動		震度分布
地盤		ゆれやすさ、液状化 急傾斜地崩壊危険箇所
建物被害		ゆれによる建物被害(全壊・半壊) 液状化による建物被害(全壊・半壊) 急傾斜地崩壊による建物被害(全壊) 火災による建物被害(焼失)
人的被害		建物倒壊(ゆれ・液状化)による死傷者数 急傾斜地崩壊による死傷者数 火災被害による死傷者数 ○屋内収容物の転倒・落下等による負傷者数 ○ブロック塀等の転倒による死傷者数 ○落下物等による死傷者数 ○交通被害による死傷者数
交通	道路	○橋梁・橋脚の被害 ○細街路の閉塞状況 ○緊急交通路の渋滞区間延長
	鉄道	○橋梁・高架橋の被害
	港湾・空港	○港湾施設被害 ○空港施設被害
ライフライン		ライフライン(電力、通信、ガス、上水道、下水道)の被害 ○各ライフラインの復旧
避難者		発災直後の避難者数 ○発災後の避難者数の推移
帰宅困難者		発生数 ○主要なターミナル駅別発生数
その他		エレベーター閉じ込め台数 ○災害要援護者 ○自力脱出困難者 ○震災廃棄物 ☆地下街の被災、☆中高層住宅の被災 など

4) 千島海溝、日本海溝周辺地震に係る被害

2003年5月26日の宮城県沖を震源とするM7.0の地震による宮城県、岩手県内の被害にも見られるように、地すべりや斜面崩壊、落石や山崩れなどの地盤災害、鉄道被害、港湾施設の被害、道路亀裂、地盤の液状化、住家やブロック塀の被害など多様な被害の発生が懸念される。特に、東北新幹線の盛岡～水沢江刺間高架橋の被害、宮城県築館町の地すべり、大船渡を中心とする港湾施設の被害は今後も十分起こりうる被害である。この地震では東北新幹線・新花巻～盛岡間の10本を含む23本の高架橋が被害を受けた。1978年宮城県沖地震以前に設計されたもので、現在の基準よりもせん断補強鉄筋量の少ない構造となっていたことが1つの原因と見られている。築館町で発生した斜面崩壊は幅40m、長さ80m程度の土砂が高速ですべり落ち、山裾にあった民家を押し流している。2003年7月

26日の宮城県北部地震でも規模的に同様の地すべりが発生している。宅地開発が進められているような人口稠密地帯ではなかった為人的被害は生じていないが、地盤災害の生じやすい地域ではこれを防ぐ手立てが必要である。自治体における情報伝達の遅れや、携帯電話の通信不能などのソフト面にも影響が強く現れたため、このようなソフト面を頑強にする対策も必要である。

今後発生が懸念されている宮城県沖地震に対しては、1978年の宮城県沖地震で顕著であったブロック塀の倒壊による人的被害、建物や橋梁など構造物への被害、電気・水道・ガスなどライフラインへの被害による都市機能の麻痺などの影響に加え、海域で発生した場合には津波の影響も加わるため、複合災害に変貌することが予想される。

(2) 津波被害

今後発生が懸念される地震のうち、南海トラフ沿いの巨大地震や千島海溝、日本海溝周辺地震では津波を伴う可能性が非常に高い。津波による被災だけに限っても、橋脚の流失や家屋の倒壊などによる道路・線路の封鎖、電線・電話線の切断、港湾施設被害、オイルタンクなどの備蓄基地への被害や備蓄燃料の流失、漂流物の衝突による被害などが想定される。津波被害の多くは揺れによる被害も伴うため、構造物や電気・ガス・水道・電話などのライフラインが壊滅状態となったうえでの津波の来襲も十分予想されることである。

2. 2. 3 実施すべき地震・津波対策

(1) 国や自治体による地震対策

2003年5月29日、中央防災会議は政府や地方自治体、鉄道、学校、病院などの対応策を盛り込んだ「東海地震対策大綱」を発表。地震予知を中心にしてきたこれまでの対策を転換し、突発的に発生した場合でも建物倒壊による死者を4分の1程度に減らすため、公共、民間を問わず、建築物の耐震化を早急に進めるとした。また、異常データを観測した時点で「観測情報」として公表し、児童・生徒の避難や救援物資の準備などを始めるとしている。大綱の柱は

- ・ 日常からの対策
- ・ 異常データを観測した場合の対応
- ・ 「警戒宣言」発令時の対応
- ・ 地震発生後の津波避難体制の整備
- ・ 地震発生直後の救援態勢
- ・ 復興対策

大綱は政府の地震対策の基本方針で、大きな揺れや津波に見舞われる恐れのある自治体や鉄道、電気、ガス、通信会社などは大綱に沿って、早期に防災計画を見直すことになる。自治体などには学校や病院、集会場、百貨店などの耐震性を調査し、建物ごとの結果を公表するよう求める。政府や自治体は助成制度の拡充などを検討する。また、全国各地から被災地への物資輸送や救助隊などの派遣計画をあらかじめ定める「広域的防災体制」を導入する。東海地方に設置した気象庁のひずみ計などで異常なデータが観測された場合は「観測情報」として公表し、防災活動に役立てる。地震の発生後は、「広域的防災体制」を生かすため、活動に必要な輸送ルートの優先的な確保や、徒歩帰宅が困難な高齢者などの避難場所や輸送対策を速やかに実施するとしている。さらに、復興の優先課題として

- ① 東西の幹線交通の復旧
- ② 上下水道、電気、ガス、通信の機能確保
- ③ がれき処理

が挙げられる上、南海地震、東南海地震と連動して東海地震発生の恐れもあることから、中央防災会議は今後、必要に応じて大綱を見直す。

首都直下地震に対する東京都では、「安心して住めるまち・東京」をめざして、防災都市づくり推進計画を策定し、都市基盤整備や建物不燃化事業の促進等、防災まちづくりを進めている。都では東京都震災予防条例（現：東京都震災対策条例）に基づき、昭和 50 年 11 月に第 1 回（区部）を公表して以来、5 年おきに地震に関する地域危険度測定調査を行っており、都内都市計画区域の 5,073 町丁目について、各地域における地震に対する危険性を建物、火災、避難の面から 1 から 5 までのランクで相対的に評価し、地域の地震に対する危険度を明らかにしている。

千島、日本海溝付近の地震に対しては、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法が定められている。ここでは、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震が発生した場合に著しい地震災害が生ずるおそれがあるため、この地域を日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域として指定することとし、これに基づいて様々な計画・対策が推進されている。

具体的には、最大で 20 メートル級の大津波を伴う明治三陸地震と同型の地震では、津波の到着まで 30 分以上かかる地点が多く、ラジオや携帯電話などを通じ住民や電車、漁船に津波の発生可能性を伝える体制作りが最重要であるとしてこれを進めている。また、素早い避難のため、自治体では自力で逃げられない高齢者らをバスで運ぶ計画を事前に作る。冬に道路が凍った状況下で避難が遅れる、といった事態がないように、消雪パイプなどの整備も進めている。堤防や防波堤の整備を進めるとともに、津波で流された船などの漂流物への対応策や海岸沿いの石油タンクの安全対策などの検討も進んでいる。

土木学会では、巨大災害地震対応特別委員会を組織し、来るべき巨大地震への対応策とその推進策を検討している。建築学会と共同で提出された提言には、海溝型の巨大地震で懸念される長周期地震動に対して、現行の耐震設計で想定されている入力地震動との比較検討や、既存構造物の耐震性の評価、またもし耐震性が不足する場合にはその適切な補強方法の検討の必要性などが総括的に掲げられており、今後の研究と実務への迅速かつ適切なフィードバックが望まれる。

津波対策もまた非常に重要な課題の一つである。ハード対策としては、1993 年北海道南西沖地震で被害を受けた奥尻島で行われているような防潮堤の嵩上げや防潮水門、陸前高田の陸開や防潮林、1997 年より北海道浜中町を皮切りに全国整備が開始されるようになった、水門・陸開を津波情報に基づき遠隔操作で閉鎖するための防災ステーション、1968 年の十勝沖地震での大船渡湾防波堤の效果に代表されるような津波防波堤の設置、直立浮上式防波堤やフラップゲート等の新形式防護構造物などが進められている。ソフト対策としては、津波ハザードマップの作成が全国で進められ¹²⁾、市街地への津波進入のアニメーション等の開発も進められている。GPS 波浪計の開発やナウファス（全国 54 箇所）による面的予測（沿岸到達前）の試行により、リアルタイム津波予測も進められている。このような防災耐力・災害許容性強化のためのハード・ソフト両面からの総合減災対策のさらなる進展が今後とも望まれる¹¹⁾。

(2) 企業による対策

企業は多くの従業員や顧客、そして種々の設備を有していて、防災対策について一定の社会的責任を有していると考えられ、企業の負う社会的責任としては、

- ・ 従業員や顧客の安全を守ること
- ・ 周辺地域への二次災害の発生源とならないこと
- ・ 企業の財産保全を図ることにより社会経済への悪影響を防止する

が考えられる。また、事業所は地域と密接な関係をもつので、「地域の自主防災活動との強調を図ること」も重要となる。

中小の企業においては、資金面その他の制約もあり、十分な対策をとることが困難であるが、企業の社会的責任を果たすため、「一人でも少ない被害者、より少ない被害」を目指すような対策が求められ

ている。このため、各企業で「地震防災計画」を作成し、組織立った対策を行うことが必要である。この計画には、地震の発生時や、警戒宣言発令時にどう対応するかを内容とする「地震防災応急計画」と、各企業の現状から施設を補強改善し、不足備品等を購入することを内容とする「地震防災設備計画」の2つに分けて作成しておく必要がある。

また、企業の減災と災害対応向上のために、様々な機関から事業継続計画(BCP)のガイドラインが出されている。例えば、内閣府から出されている事業継続ガイドライン¹⁰⁾では、企業としてははじめに想定する災害としては「地震」を推奨し、その後段階的に想定する災害を増やしていくようなアプローチを例示している。

(3) 住民による対策

大地震による災害から住民の生命、身体及び財産を守り、被害を最小限にとどめるためには、行政はもとより、住民一人ひとりが自発的かつ積極的に防災の役割を果たしていくことが極めて重要である。「自らの命は自ら守る」「自らの地域は皆で守る」という地震対策の基本に立ち、家庭や事業所における地震対策、地域における住民相互の協力による防災活動を行う必要がある。また、地震発生直後の消火、救出、救援、避難等のための通行の確保など多くの対策を進めていくためには、行政の積極的な対応とともに、住民の十分な理解と協力が不可欠である。行政とともに住民がそれぞれの役割を果たしながら、一丸となって大地震に対応していくことが重要であり、大地震による被害をできる限り軽減するために行うべき措置についても様々な立場から合意を形成してゆく必要がある。

(4) 自助・共助・公助

震災の直後に自らを守るのは、自助の力である。自分ひとりでは対応できない状況になったとき、頼ることができるのは共助であり、それは同時に可能ならば共助に参加する意識が前提となる。そして、公助とともに、状況を安定させ、復旧・復興へと向かう。公助が活動を始めても、その援助の手が、円滑に我々ひとりの許に届くためには、共助との連携が効果的である。こうした連携が、自己の被害のみならず地域全体の被害を最小限に抑え、早期に復旧・復興するために必要不可欠である。

参考文献

- 1) 内閣府編：平成 17 年度版防災白書
- 2) 地震調査研究推進本部：「南海地震と東南海地震の強震動（上）」， SEISMO 2002 年 2 月号
- 3) 地震調査研究推進本部：「南海地震と東南海地震の長期予測」， SEISMO 2001 年 11 月号
- 4) 地震調査研究推進本部：SEISMO 2003 年 9 月号
- 5) 地震調査研究推進本部：SEISMO 2005 年 10 月号
- 6) 地震調査研究推進本部：SEISMO 2005 年 2 月号
- 7) 地震調査研究推進本部：SEISMO 2003 年 11 月号
- 8) 地震調査研究推進本部：SEISMO 2004 年 7 月号
- 9) 東京都：東京都防災会議地震部会委員による被害予測
- 10) 内閣府：事業継続ガイドライン 第一版， <http://www.bousai.go.jp>
- 11) 勝井秀博：わが国の津波対策の現状， 土木学会会長特別委員会資料， 2006.
- 12) 尾鷲市動く津波ハザードマップ公開サイト <http://dsel.ce.gunma-u.ac.jp/simulator/owase/>

2.3 風水害

2.3.1 洪水災害への対策

「1.2 風水害」では、近年発生した洪水災害の特徴と課題について記述したが、今後発生が危惧される災害に関しても、基本的には同様の要因によって引き起こされると考えられる。そこで、ここでは問題点を再度明らかにした上で、これらに対する対策について報告する^{1), 2)}。

今後懸念される洪水災害は、①地方の中小河川における破堤を伴う外水氾濫災害と、②都市における内水氾濫を含む都市型水害、③都市を流れる大河川の破堤氾濫に伴う災害、とに大別することができよう。現実的には、これらの中間に位置するような災害が起こることもあるが、災害自体を引き起こす要因や対策に関してはこれらに集約することで説明が可能であると考ええる。

(1) 地方の中小河川における破堤を伴う外水氾濫災害

まず、第一に、治水安全度を上げることを目指して堤防強化などのハードウェアの更なる整備が不可欠である。被害を最小化するためには破堤を起こしてはならない。しかし、自然堤防からスタートして長年にわたって整備の手が加えられて今日の姿に到ったという堤防構造変遷の歴史があり、堤防内部の土質構造については破堤してみなければわからない点も少なくない。今後は、これまで以上にこの点についての調査を行い、堤防管理に活かしていくことが望まれる。

一方、こうしたハードウェア面での対策に加えて、次のようなソフトウェア面での整備が早急に求められている。すなわち、仮に堤防が決壊して堤内地が水に浸かったとしても、人命が失われることのないように住民を安全な場所に速やかに避難させることができれば、被害を物的なものに限定することができる。ところが、2004 年北陸豪雨災害に見舞われた村落では、住民の水害に対する意識が低かったこと、行政から住民への避難の指示を確実に伝える手段が十分に確立されていなかったこと、人口密度がそれほど高くなく高齢化も進んでいたため、仮に指示が伝わっていたとしても他者の助けなしに自らで避難することができなかったこと、などから被害が深刻なものとなった。行政から住民への情報伝達システムの確立が求められる。次に、行政が避難勧告を発令する際の客観的な基準がなく、どのタイミングで発令するかをめぐって躊躇するようなこともあったと聞く。今後は、河川の予め定めた地点の水位がどのくらいになったら避難勧告を出すという基準の数値化が重要であり、すでに進められつつある「避難判断水位」の設定や、これを基準とした「〇〇川氾濫警戒情報」の発表などを促進する必要がある³⁾。さらに、高齢者・身障者を含む住民を安全に避難誘導するためのマニュアルを策定することが望まれる。一方、住民の側も、避難勧告を受けても実際に浸水するまでは避難行動を起こさなかったというアンケート結果もあり、水害に対する認識の低さが問題である。今後、住民は、自らが住んでいる地域ならびにそこで想定される水害に対して強い関心を持ち、いざというときには自らの判断で危険を回避するという覚悟が必要である。行政側は、近年相次いでハザードマップの作成・公表を行い、情報の開示に努めているが、その情報が十分にうまく届いていない現状を変えていくべきである。このような情報をどのように住民に伝えるのか、受け取った情報を住民がどのように活かすのかは今後の課題であり、防災教育の一環として土木学会が貢献できる点であろうと考える。

(2) 都市における内水氾濫を含む都市型水害

東京などの大都市では、下水道などを通じた雨水排除システムが概ね完備されている状況にあるが、それにもかかわらず水害は依然としてなくなることはない。これは、前述の通り、地球規模で進んでいるとされる地球温暖化とそれに伴う異常気象と、都市に限って進行しているヒートアイランド現象の双方の影響を受けて、想定を超える規模の集中豪雨に見舞われるようになったためである。たとえば、東京では時間雨量 50mm の雨にまで対応できるように下水道を整備してきたが、2005 年 9 月に東京杉並などで発生した豪雨が 100mm を超えるものであったことは記憶に新しいところである。こうした雨は台風に起因したもの

ばかりではなく、晴れた夏の日の夕方に突然に空が真っ暗になり、スコールのような強い雨が1時間程度降り続くことは珍しくない。このような豪雨に対してまで既存の雨水排除システムが有効に機能する保証はなく、氾濫を招く可能性は否定できない。その場合に最も危険な場所が標高の低い窪地上の地域であり、さらには地下空間であることは既に述べた通りである。東京をはじめとした大都市では、土地を集約的に有効に活用するために地下空間が開発されており、地下街、地下鉄、地下駐車場と言った規模の大きなものから、住宅の地下室まで様々な規模のものが作られている。たとえば、1999年と2003年の二回にわたって河川から氾濫した水が流れ込むことで福岡県JR博多駅周辺の地下空間が水に浸かるといった災害に見舞われ、人命まで失われるに到ったが、この例からも地下空間における浸水対策が必要であることがわかる。下水道が有する雨水排除能力を超えた強さの雨に見舞われた場合には、雨水のすべてが下水道に取り込まれるわけではないため、雨水は道路上に取り残され流動することで、標高の低い地点に集められることになる。このような氾濫が生じることがあると、地下空間が浸水する可能性があり危険である。そもそもこうした集中豪雨に対してまで氾濫が起らないようにハードウェアを整備することは容易ではない。都市では既に空間の余裕はなく、更なる財政的な投資に見合った効果を期待することは難しい。ただし、地下空間への浸水を起こさせないための対策についてはすでにある程度練られている段階にあり、地下鉄等の施設の管理者によって土嚢や止水板などが用意され、それが必要と判断されたときに設置するなど運用面での検討も進んでいる。しかし、ヒューマン・エラーの入り込む余地は皆無ではない。また、水害に対する意識が地下空間の利用者になくことが最大の問題である。こうした氾濫に対して万全な備えと呼べるものは存在せず、想定規模を超えた雨に見舞われれば、被害が発生することを覚悟しなければならない。このような場合には、利用者自らが危険を回避すべく避難することに勝る「減災」対策はあり得ない。そこで、地下調節池をつくるなどのさらなるハードウェアの整備とあわせて、ハザードマップなどの水害に関わる情報を住民に伝えることや施設内で避難訓練を実施するなど、減災に向けたソフトウェア上の対策の充実を図る必要がある。その際、これまでの最大浸水深の予想図に留まらず、時系列的にどこがどのように水につかっていくといった時系列の情報を提示することができれば効果的ではないかと考える。

(3) 大都市近郊を流れる大河川の破堤氾濫

発生確率はかなり低いと考えられるものの、ひとたび発生すると2000年の東海豪雨とは比較にならないほどの壊滅的な被害が発生することを覚悟しなければならない。国内外において大規模水害が多発している現状を踏まえ、政府は、2006年6月に中央防災会議の中に「大規模水害対策に関する専門調査会」を設置した⁴⁾。この調査会では、被害が広域かつ甚大な首都地域の大河川洪水及び高潮を対象として、

- ・ 大規模水害発生時の被害像の想定
- ・ 大規模水害が予想された場合の各機関の緊急的な体制・行動のあり方
- ・ 被害想定に基づいた応急・救援体制のあり方
- ・ 緊急的な復旧・復興対策の確立
- ・ 大規模水害発生時の対策の的確な実施のための事前の備え

についての検討を行うとされており、実効性のある対策を早期に策定し実施に移すことを期待したい。

以上、今後の洪水災害に対する対策として、ソフトウェア面でなすべきことは多いことを記した。国土交通省は、2005年12月に「洪水氾濫時・土砂災害発生時における被害最小化策のあり方について」の提言をまとめた⁴⁾。この提言では、従来から行ってきた洪水氾濫や土砂災害そのものを発生させない対策に加えて、

- ・ 被害にあいにくい住まい方等へ転換する、
- ・ 氾濫流制御施設により洪水氾濫等のエリアを拡大させない

など、氾濫等が発生した場合でも被害を最小化する対策を新たに展開することを求めている。こうしたことは、すでに土木学会会員である大学人や研究者が研究レベルで行っているところである。今後、学会としても更なる情報の発信や防災教育を通じて風水害対策に貢献することができると信じる。

2. 3. 2 高潮災害への対策

IPCC の第四の第 1 作業部会の報告書によれば、現在から 21 世紀末までの全球平均気温で 1.1~6.4°C 上昇し、それに伴う海面上昇量は 18~59cm と予測されている⁵⁾。近年、頻発するわが国の台風災害やメキシコ湾の巨大ハリケーンによる災害などから、これら災害と地球温暖化を結びつける意見が多い。しかし、CO₂を始めとする温暖化ガスの急激な上昇は産業革命以後であり、地球規模の歴史からすれば始まったばかりで、科学的なデータに基づく自然災害と温暖化との因果関係は確立途上にあるのが実情である。1994 年、土木学会では「地球温暖化の沿岸影響」⁶⁾において、温暖化にともなう海象・気象の変化、沿岸域の自然環境と社会基盤に対する影響を詳細に検討し、温暖化への対応ストラテジーを提案した。同書によれば、各地で見られる気温上昇の事実も都市化によるヒートアイランド現象を無視できないことが指摘され、また、入手可能なデータに基づいて、温暖化による降雨量の減少、わが国への台風上陸頻度の減少など、一般の人々が抱く意見と異なった影響予測が紹介されている。また、海面上昇にしても地域によって太平洋プレートの沈降や黒潮蛇行の影響など、潮位の局所特性を考慮する必要性も指摘している。このように多少の不確定さはあるにしても「地球温暖化」とそれへの「対応」は、世界の大きな流れである。同報告書では、地球温暖化が沿岸域の自然環境と社会基盤に及ぼす影響について、様々な影響伝播図を用いて説明している。図 2.3.1 は温暖化による高潮・津波防災への影響伝播を示す⁶⁾。図から、海面上昇と台風の巨大化による越波流量の増大、都市域の浸水被害の増大が読み取れる。海面上昇は構造物の浮力増大による不安定化を招くだけでなく、水深増大による高波高化と相俟って、防波堤や護岸、堤防の防護機能を低下させることも定量的に評価されている。また、海面上昇による沿岸部の経済基盤の脆弱性も評価もされ、もし護岸・浸水防護施設が無い場合、現状では、暴風時に浸水可能性のある沿岸の面積 861km²、人口 200 万人、資産 54 兆円に対し、1m の海面上昇により、面積が 2.7 倍の 2,339km²、人口が 2 倍以上の 410 万人、資産が 2 倍の 109 兆円になるという試算を行っている。さらに、浸水防止のための護岸・海岸堤防の天端高嵩上げや水門設備の増強が提案されている⁶⁾。地盤沈下に悩むベネチアでは町全体を可動式水門で囲むモーゼ計画が進行中であるが、わが国の三大湾でも、海面上昇や津波対策として同様な構想が検討されている⁷⁾。

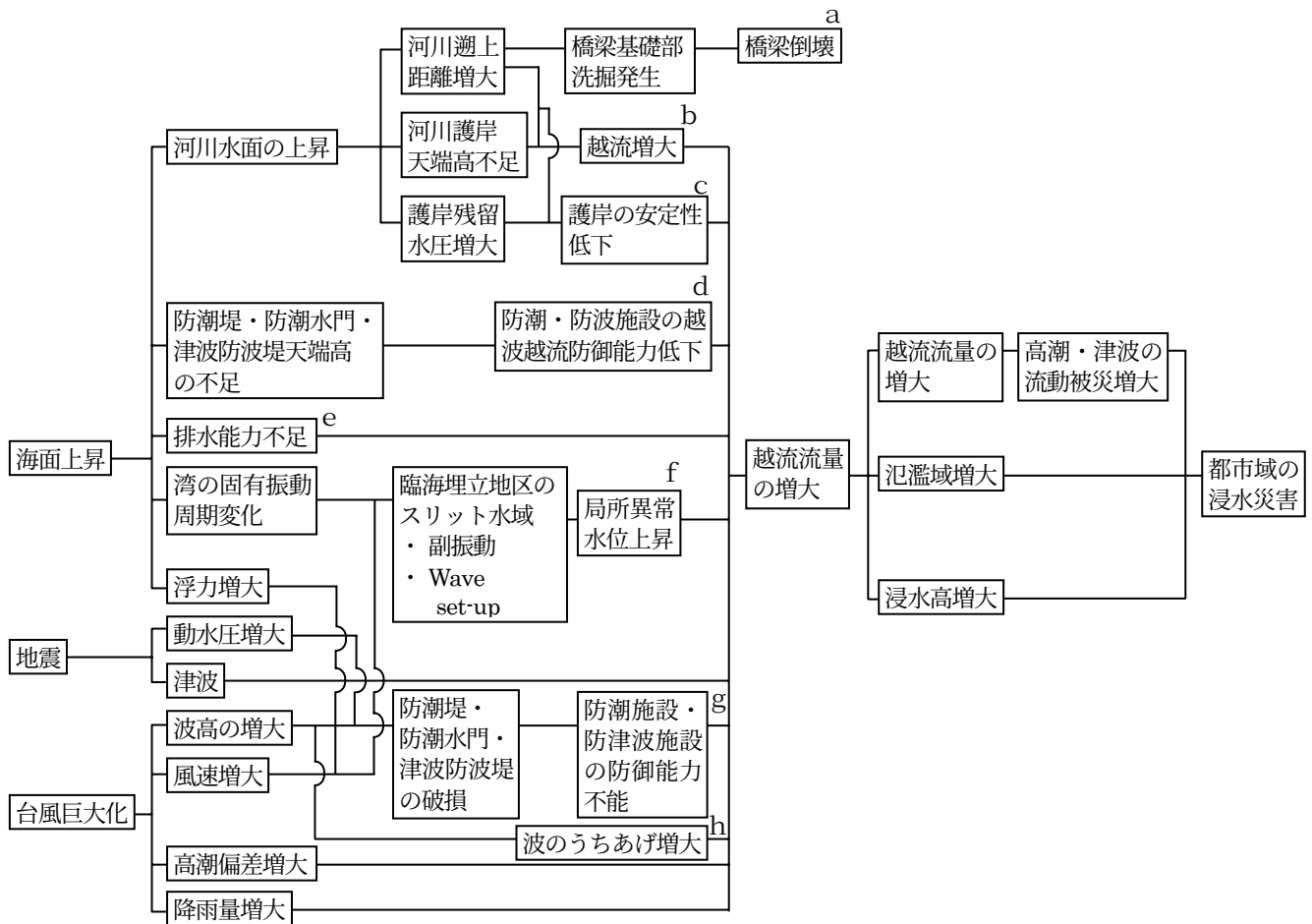


図 2.3.1 温暖化の高潮・津波防災への影響伝播図⁶⁾

「1.2.1 近年の風水害発生の頻度とそれに伴う被災者数の推移」で述べたように、伊勢湾台風災害を契機にわが国の海岸防災技術は、ソフト・ハードの両面で大いに発展した。しかし、ここで述べるソフトとは、主として高潮による浸水被災を防ぐ設計技術であり、そのための「設計潮位」とは、国土交通省と農林水産省による「海岸保全施設の技術上の基準・同解説（平成 16 年 6 月）」⁸⁾によれば、「①既往最高潮位、②朔望平均満潮位に既往偏差の最大値を加えたもの、③朔望平均満潮位に推算した潮位偏差の最大値を加えたもの」の 3 つの高さから後背地の状況等を考慮して総合的に判断して定めるとされており、既往の最高値よりも大きな外力を想定している場合が多いものの、高潮災害のソフトには確率的要素は考慮されていない。

近年の高潮・津波・洪水などによる災害への対応に関して、共通して求められることは、「想定外」の外力に対する災害発生の認識と、その災害規模をいかに低下させるかの「減災」思想である。人口稠密なわが国にあって、海岸線ぎりぎりの土地を有効活用することは仕方ないこととしても、災害時の人災は避ける方策を積極的に施す必要がある。この点からすれば、今後求められる高潮災害への対応としては、以下の項目が挙げられる；

- ・ 設計潮位に対する確率論の取り扱い
- ・ 防災施設の沈下の有無や老朽化の現状に基づいて、機能と安全性を合理的に評価し、適切な維持管理・補修を行うためのマネジメントシステムの導入
- ・ 低頻度巨大台風を考慮した高潮対策の評価と災害規模の事前把握（ハザードマップ）
- ・ 巨大台風の進路、規模、滞留時間、それによる高潮、波浪の直前の予報精度の向上

- ・ 気象・海象データ観測システムとリアルタイムシミュレーション
- ・ 予報に基づく情報提供、警報システム、避難勧告・命令の適切化、人間心理（避難への抵抗、流言による誤った行動）の考慮
- ・ 避難体制の確立
- ・ 災害発生後の救援・復旧体制の確立と緊急復旧技術の開発
- ・ 高潮常襲地帯では、浸水しても人命は救うことのできる住居構造、都市計画の開発

以下、若干の説明を加える。設計潮位（計画高潮）に確率論を取り入れる研究は、50 年程度の潮位観測データを基に既に幾つかなされつつあるが、いまだ体系化されるに至っていない⁹⁾、¹⁰⁾。また、沿岸防災施設の性能設計に関する研究も始まったばかりである¹¹⁾。この確率論的評価は、台風の強度や進路など多くの要因が重なる複雑な現象であるとともに、施設設計には波のうちあげ高や波力などを考慮した高潮と高波の結合確率が必要である。さらに、今後、地球温暖化による異常気象の発生が長期化することを考えれば、関係省庁・自治体及び研究者による外力データを収集・蓄積し分析する継続的かつ強力な体制の整備が必要であるとともに、強大化する外力に対応して施設の防御能力を着実に強化していくことについての社会的コンセンサスの形成も重要である。一方、台風 18 号（1998）による八代市の被災を契機として、関係 7 省庁による「高潮情報のあり方研究会」の答申に基づき、2001 年「地域防災計画における高潮対策の強化マニュアル」が刊行された。現在、有明海をはじめとする沿岸低地を対象とした高潮ハザードマップが作られている¹²⁾。しかし、現状のハザードマップも、潮位条件を仮定した上での浸水範囲の提示に留まっており、確率論に基づく氾濫危険度の評価方法が求められる。

気象・海象データ観測システムと高潮警報システムを一体化した津波・高潮防災ステーションの整備が計画されている。1999 年 9 月に熊本県等に高潮の大災害をもたらした台風 18 号を契機に、沿岸域の安全性の高度化を図るため、海象観測機器の設置により津波・高潮の発生をいち早く認識するとともに、海岸利用者等に安全情報を的確に伝達するなどのソフト対策を強化し、高潮や津波の発生が予測された場合、すみやかに情報・警報を伝達し、水門を迅速に操作させることがシステムの目的である。図 2.3.2 に、日本で第 1 号となる静岡県相良町の津波・高潮防災ステーション概念図を示す¹³⁾。避難に対しては、情報伝達が重要である。たとえば 2004 年台風 21 号・23 号による四国地方の災害調査では、警報が出たのに避難勧告が遅れた、非現実的な勧告に住民が避難しなかった、災害情報が伝わらなかったなど、避難行動・情報伝達の問題が指摘されている¹⁴⁾、¹⁵⁾。情報の伝達をスムーズにし、かつ情報の信憑性を高めるためには、災害に対する教育、日常の訓練を通して、情報提供者と市民との信頼関係を築くことが重要である。ハザードマップの作成、周知、活用にあたっては、災害に対する地元住民の性向を把握したうえで、災害特性や浸水予測の不確実性を住民に周知すること、ハザードマップ・避難マニュアルの作成段階から住民の参画や、災害学習、学校教育との連携を図ることが求められる¹⁶⁾。高齢者・病弱者などの「要援護者」の避難方法、自動車を使っの避難禁止などきめの細かい対策の周知・訓練も必要となる¹⁷⁾。

津波・高潮防災ステーションのイメージ

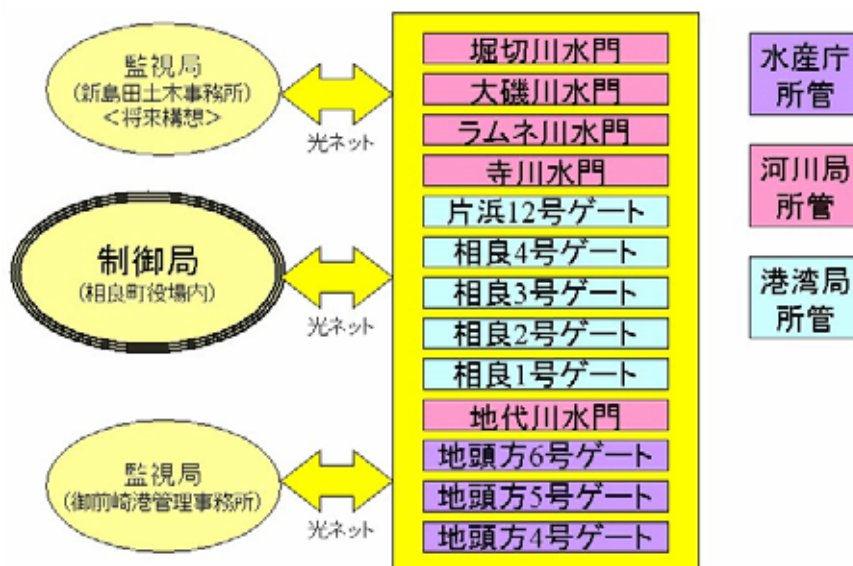


図 2.3.2 静岡県相良町の津波・高潮防災ステーション概念図¹³⁾

高潮防災対策の一つの考え方として、以下に示すドイツハンブルグの例を挙げる¹⁷⁾

- ・ 旧市街地など高潮常襲地帯は水門と護岸で完全に守る。
- ・ 港湾などの再開発地区では、高潮危険水位までは各ビルの防潮施設でカバーする（ビルの自己防衛）。
- ・ 新興の住宅地などは建設者が自らの責任で地上げする。防災のための公共事業は行わない（自己責任での居住）。

変動の大きい自然外力に振り回され、防災に対する公共事業費をいらずに増加させることを防ぐためには、自助、共助による災害軽減に向けて、国民の防災意識の適正化を図る必要がある¹⁷⁾。

国土交通省は2006.1「ゼロメートル地帯の高潮対策検討会」の提言をまとめた。提言はわが国の三大湾を対象としたゼロメートル地帯の高潮災害に対する環境条件を述べたうえで、防護施設の機能維持を含め

た着実な整備と不測の大規模浸水を想定し、被害最小化対策を講じることを求めている。これを受けて国土交通省は以下の項目の実施を計画している；

- ・堤防等防護施設の耐震性・老朽化等の再点検：防護施設の高さ、水門・陸閘など
- ・「津波・高潮危機管理対策緊急事業」の創設：水門の自動化、遠隔操作化、破堤防止、ハザードマップ作成支援
- ・三大湾における地域協議会の設置：高潮情報の収集・伝達体制、地下空間対策、危機管理行動計画など。
- ・高潮・津波に強いまちづくりの総合的な政策の検討
- ・複合型災害を想定した防災訓練の実施：地震と高潮による災害の同時発生想定

さらに、2006 年 3 月には国土交通省と農林水産省が共同して海岸堤防・護岸・胸壁を対象とした「ライフマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案）」¹⁸⁾を作成し、平成 18 年度からこれに基づき海岸堤防のみならず港湾施設や河川の高潮堤防も含めた大々的な点検を実施し、損傷の著しい施設については計画的に補修や改築を行うことになった。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局ホームページ：http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai/daikibo/daikibo_index.html
- 2) 国土交通省河川局ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/river/index/0418gouuteigen.pdf>
- 3) 国土交通省河川局ホームページ：洪水等に関する防災情報体系のあり方について（提言），2006 年 6 月。
- 4) 内閣府ホームページ：大規模水害対策に関する専門調査会，国土交通省「洪水氾濫時・土砂災害発生時における被害最小化策のあり方について」2005 年 12 月。<http://www.bousai.go.jp>
- 5) 環境省ホームページ：<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=7993>
- 6) 土木学会：地球温暖化の沿岸影響[海面上昇・気候変動の実態・影響・対応戦略]，海岸工学委員会，地球環境問題研究小委員会，p.221，1994 年 7 月。
- 7) 清宮理，井上興治：都市部における高潮防災システムの構築，土木学会第 57 回年次学術講演会，pp.37-38，2002 年 9 月。
- 8) 海岸保全施設技術研究会編：海岸保全施設の技術上の基準・同解説，平成 16 年 6 月，pp.2-3，2004。
- 9) 鳥居謙一・人見寿・福島雅紀：高地海岸における潮位の確率的評価に関する研究，海岸工学論文集，Vol.48，土木学会 pp.296-300，2001。
- 10) 加藤史訓・鳥居謙一・柴木秀之・鈴山勝之：確率的台風モデルを用いた潮位と越波量の確率的評価，海岸工学論文集，Vol. 50，土木学会 pp.291-295，2003。
- 11) 高橋重雄・富田孝史・河合弘泰：沿岸防災施設の性能設計の基本的な考え方，海岸工学論文集，Vol. 49，土木学会 pp.931-935，2002。
- 12) 国土交通省ホームページ：<http://www.hiroi.isics.u-tokyo.ac.jp/index-iinkai-takasio-bosai.htm>
- 13) 国土交通省ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha01/05/050712.html>，
；http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha01/05/050712/050712_2.gif
- 14) 村上仁士，四国地域での台風 21 号・23 号による被害状況，土木学会誌，Vol.89，No.12，pp.17-20，2004。
- 15) 長谷川修一，2004 年四国地域豪雨・高潮災害緊急調査，土木学会誌，Vol.89，No.12，pp.21-22，2004。
- 16) 磯部雅彦・那須野原豊・久米秀俊・清水勝彦・大下英治・木俣順：災害特性と住民性向を考慮した津波・高潮ハザードマップの作成・周知方法に関する検討，海岸工学論文集，Vol.51，土木学会，pp.1306-1310，2004。
- 17) 河田恵昭：危機管理としての海岸防災，土木学会水工学シリーズ 02-B-1-1～B-1-20，2002 年 9 月
- 18) 国土交通省・農林水産省：「ライフマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案）」，2006 年 3 月。

2.4 土砂災害

土砂災害は、大きくがけ崩れ・地すべり、土石流に分けられることを述べたが、このうち土石流の発生そのものを防ぐことは現代の技術では難しく、一般に土石流として流出する土砂を砂防堰堤で捕捉する必要がある。がけ崩れの場合は、多くの場合、斜面もしくはその麓に人家があり、崩壊すれば災害になる。そこで、擁壁や枠工などで崩壊を防止する。しかし、土石流やがけ崩れ災害を発生させる危険性のある溪流、斜面は我が国だけでも 50 万箇所程度存在し、これらすべての危険箇所に堰堤や擁壁を設置するには大きな経費と長い年月がかかる。一度災害が発生すれば、たとえ人命は助かっても、家や財産が失われてしまう。危険な場所には住まない、住むなら壊れない構造にする、あるいは発生を予知して発生前に避難する等の対策も必要となる。本節では、土砂災害危険箇所の増加と実施すべき土砂災害対策について述べる。

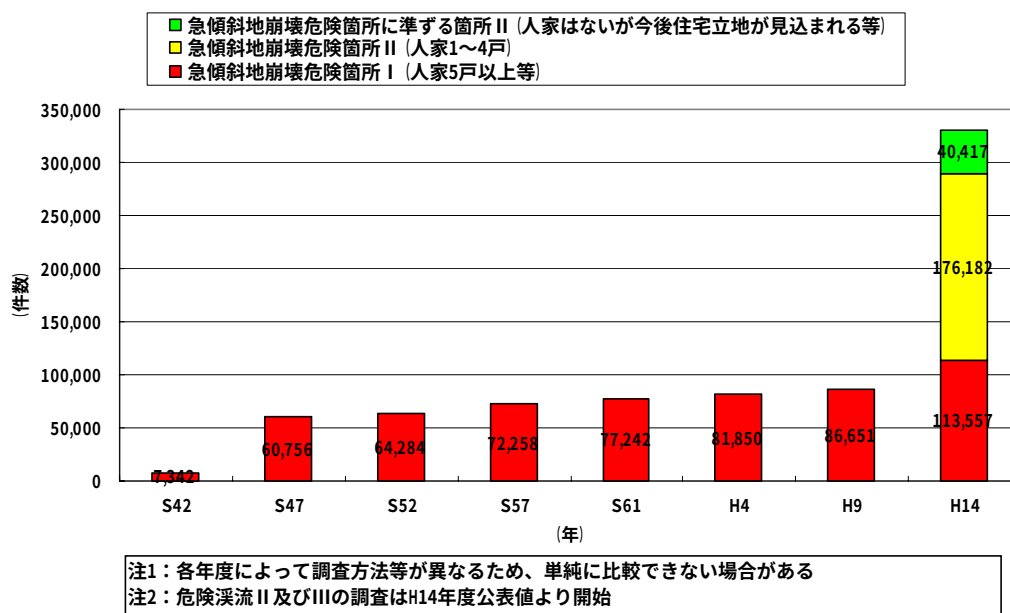
2.4.1 土砂災害危険箇所の増加

平成 13 年に制定された「土砂災害防止法」によれば、土砂災害とは、

- ・ 急傾斜地の崩壊（傾斜度が 30 度以上である土地が崩壊する自然現象。）
- ・ 土石流（山腹が崩壊して生じた土石等又は溪流の土石等が水と一体となって流下する自然現象。）
- ・ 地滑り（土地の一部が地下水等に起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象。）

を発生原因として国民の生命又は身体に生ずる被害をいう。土砂災害危険箇所とは、これらの土砂災害が発生する危険がある区域をさす。

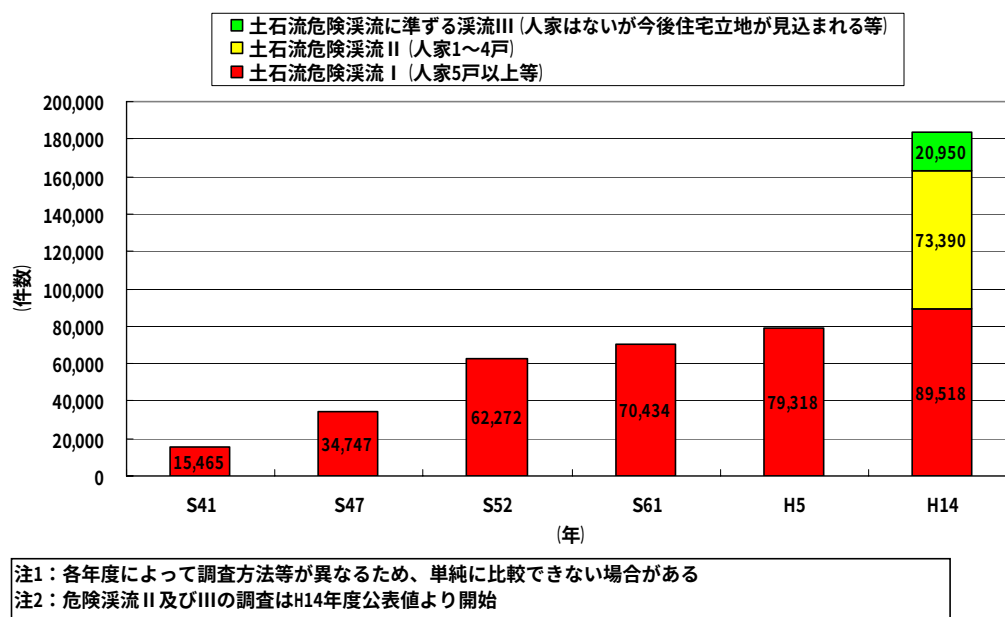
土砂災害危険箇所のうち、急傾斜地崩壊危険箇所とは、傾斜度が 30 度以上で高さが 5m 以上の区域、急傾斜地の上端から水平距離が 10m 以内の区域、急傾斜地の下端から急傾斜地の高さの 2 倍（50m を超える場合は 50m）の区域をさす。急傾斜地崩壊危険箇所の推移について、図 2.4.1 に示す。急傾斜地崩壊危険箇所Ⅰについても、同様に平成 14 年には 30 年前（昭和 47 年）と比較して約 1.9 倍となっている。



注) 国土交通省河川局資料より作成¹⁾

図 2.4.1 急傾斜地崩壊危険箇所の推移

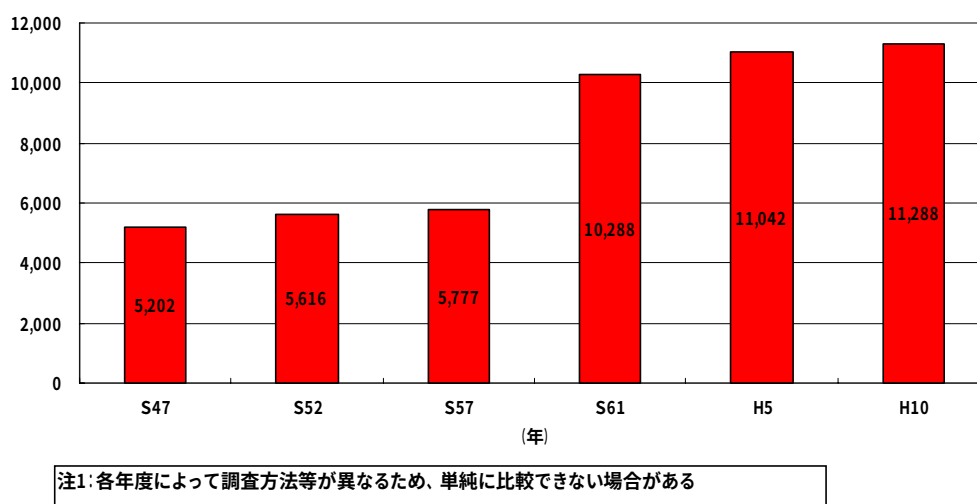
土石流危険渓流とは、土石流の発生のおそれのある渓流において、扇頂部から下流で勾配が2度以上の区域に保全対象人家等のあるものである。図2.4.2に土石流危険渓流の推移を示す。土石流危険渓流（危険渓流Ⅰ）の件数は年々増加し、平成14年には30年前（昭和47年）と比較して約2.5倍となっている。



注) 国土交通省河川局資料より作成¹⁾

図 2.4.2 土石流危険渓流の推移

地すべり危険箇所とは、地すべり区域（地すべりしている区域または地すべりするおそれのある区域）をさす。地すべり危険箇所の推移について、図2.4.3に示す。地すべり危険箇所についても、年々増加し平成10年には27年前（昭和47年）と比較して約2.2倍になっている。



注) 国土交通省河川局資料より作成¹⁾

図 2.4.3 地すべり危険箇所の推移

各年度により調査方法が異なるため単純な比較は難しいが、相対的に都市近郊等における新たな宅地開発がすすみ、土砂災害危険区域への人家が増加し続けており、今後も土砂災害危険箇所は増加していくと推察される。

2. 4. 2 土砂災害への対策

土砂災害は風水害の一部として捉えられる場合が多い。しかし、河川の氾濫とは災害の発生メカニズムや被害状況が異なる。河川の場合、水位が徐々に時間をかけて上昇し、洪水に至る。この時、現象の進行を目で確認することができ、住民自らが危険の度合いの変化を実感できる。一方、土砂災害の場合は、災害に至る現象の多くが地表面下で進行するため、これを目で確認することは困難なことが多い。さらに、災害が急に発生し、一度災害が発生すると甚大な被害が瞬時に生じるため、現代においても災害発生の予測が非常に難しい。そこで、土砂災害対策においては、災害発生メカニズムの解明、構造物構築による災害発生の抑制に加え、防災教育や情報提供・情報伝達、被害誘導に工夫が必要となる。また、膨大な数の危険箇所が存在する現代、最も有効な対策方法である防護構造物の設置をより効果的に行うためには、現状の土砂災害発生危険度判定の精度を上げ、危険度の高い箇所に優先的に予算を分配する等の措置が必要となる。この危険度の合理的な評価には、土砂災害の発生メカニズムや土砂挙動の解明、あるいはアセットマネジメント手法やリスク解析手法に関する研究・開発が必要である。

今後実施すべき土砂災害対策の概略を表2.4.1にまとめる。

表 2.4.1 実施すべき土砂災害対策の概略^{2), 3), 4), 5), 6)}

	ハード面	ソフト面
構造物	・擁壁、枠工、地下水排除工等(かけ崩れ、地すべり対策) ・砂防堰堤等(土石流対策)	・地盤災害のメカニズムの解明 ・地盤災害の発生予測 ・発生後の土砂の挙動予測
防災システム	・土砂災害防止支援通報システム	・ハザードマップ ・防災教育 ・地域防災学習マップ ・避難誘導
リスク評価		・リスク解析 ・アセットマネジメント

参考文献

- 1) 国土交通省砂防部ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/link1010.htm>
- 2) 京都大学防災研究所 編：防災学講座；3：地盤災害論，山海堂，2003年9月1日。
- 3) 高橋保：地質・砂防・土木技術者／研究者のための土石流の機構と対策，近未来社，2004年9月。
- 4) 防災情報通信システム研究会編：防災情報通信システム土砂災害から生命を守るために，山海堂，2003年6月25日。
- 5) 小山内信智：土石流対策と予知技術の現状，基礎工，Vol.32，No.9，pp.15-18，2003。
- 6) 北村良介：降雨に伴う土砂災害に対する防災技術の現状と将来展望，土と基礎，Vol.52，No.1，pp.22-25，2004。

2.5 防災施設の維持管理と更新

これまで我が国では社会資本整備を継続してきたが、40年以上経過したストックに老朽化が見られ、更新・補修時期に入っているものが多く存在する。また、財政的にも厳しい状況の中で、現存する社会資本の効率的な運用・維持管理が重要な課題となっている。このため、あらかじめ定められた管理水準（健全度）に対して、個別の点検データ等により、定量評価を行い、補修対象を明確にした後、健全度、便益（設備の重要度）や環境条件などから、補修箇所のプライオリティ付けを行い、個別設備ごとに最適化を目指した維持管理計画書を作成することが重要となる。

防災施設の維持・補修・更新は従来、防災という観点から検討されてきた。もちろん、この防災という観点からの議論は今後とも不可欠であるが、成熟型社会における構造物の維持・補修・更新の最適化という課題に対処するためには、その資産の評価・管理という概念を導入することが必要になる。このような観点から、インフラ構造物のアセットマネジメントという考え方が注目されるようになってきた。

インフラ構造物のアセットマネジメントとは、図2.5.1に示すように、①点検・修繕、②構造物（資産）マネジメント、③資産会計マネジメント、の3項目により構成されると解釈される。言うまでもなく、上記の3項目の内、構造物の安定性評価に関わるものは、①点検・修繕、②構造物（資産）マネジメントであるが、図2.5.1に示すように、②構造物（資産）マネジメントは、①点検・修繕を包含するより上位の項目と位置づけられる。同図に示す関係より、防災という考え方とアセットマネジメントという概念の相違は、以下のように位置づけられるであろう。

防災のための社会基盤の維持・管理・補修は、緊急から数年程度の期間を検討対象とするものであるが、アセットマネジメントは、予防保全の観点から、5年から10年程度の期間を対象として、点検結果を更新しながら、年度毎での平滑な補修予算を立案するものである。どの箇所から補修を行うか否かの意思決定において、安定性および補修による投資対効果等を総合的に判断することが必要となる。このような意思決定の判断指標としては、不確定事象を統計・確率モデルを用いてモデル化して算定されるリスクあるいはライフサイクルコストLCC（以下LCCと称す）が用いられることが多い。

ここで、構造物（資産）マネジメントにおいて必要となる検討要件は、以下のように要約される。

- ・ 構造物の性能、機能水準の現在状態の規定
- ・ 構造物の性能低下あるいは自然ハザードの到来に対する将来の状態の予測
- ・ 費用対効果の評価を含めた、適切な箇所およびタイミングでの維持・補修・更新のルール化

土砂災害の最も有効な対策方法は、防護構造物の設置である。しかし、膨大な数の地盤災害危険箇所が存在し、その全てに防護構造物の設置が不可能である現代、現状の地盤災害発生危険度判定の精度を上げ、アセットマネジメント手法を導入し、効率的な予算分配を行う等の措置が必要となる。

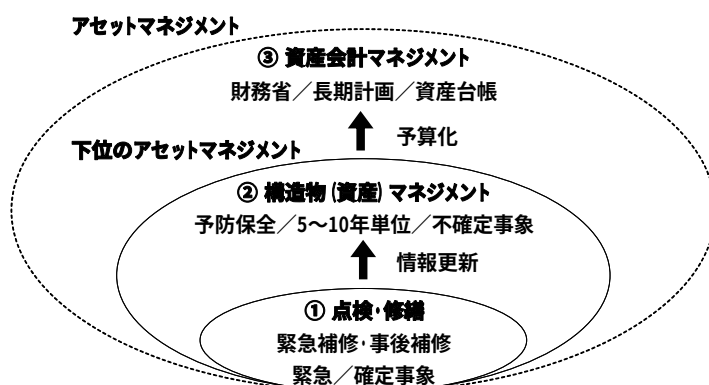


図2.5.1 インフラ構造物アセットマネジメントの基本概念

参考文献

- 1) 京都大学防災研究所 編：防災学講座；3：地盤災害論，山海堂，2003年9月1日。

3. 土木学会が果たしてきた役割

3.1 災害調査と社会への発信

土木学会は、1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震後、4次にわたり震災調査団を派遣して土木構造物の被害調査を実施した。これをもとに土木学会としての提言や関連学協会と共同して報告書の作成を行い、さらに震災調査報告会を全国各地で実施した。

しかしながら、兵庫県南部地震以前は、このような大規模な緊急災害の発生に際して、土木学会として、震災調査団の緊急派遣に関する意思決定や対応等の組織体制が確立されていなかった。そこで、1996年に、学会理事会に属する部門会議の一つとして災害緊急対応部門を設置し、緊急災害発生時に学術団体としての立場から、災害の原因究明と速やかな緊急対応、復旧・復興への提言等々の社会への直接的貢献が可能となるように体制を整えた。

現在は、2004年5月に社会支援部門と改称して、緊急調査団の派遣、報告書や提言の作成、報告会の実施、復旧・復興支援等々の活動を行っている。

ここでは、阪神・淡路大震災における震災調査団の活動を紹介するとともに、これまでに社会支援部門(旧災害緊急対応部門)が行ってきた活動について報告する。さらに、学会支部が行った災害調査の活動についても報告する¹⁾。

3.1.1 阪神・淡路大震災震災調査団の活動

土木学会では、表3.1.1に示すとおり、阪神・淡路大震災に際し、土木構造物の被害の実態を調査するため、第1次から第4次にわたって災害調査団を被災地に派遣し、被害原因の究明を行った。調査結果については、表3.1.2に示すとおり、全国各地において震災調査報告会を実施し、多くの参加者を得た。

また、5学会(土木学会、日本建築学会、地盤工学会、日本機械学会、日本地震工学会)の共同編纂により、幅広い分野からの視点で全26巻の報告書が刊行された。このうち土木学会は13巻(総頁数:6,900頁)を担当したが、この中で土木構造物の被害の実態、被害原因の究明結果および将来の地震に対する社会基盤整備の地震防災性向上の教訓などが記述された。

さらに、阪神・淡路大震災を教訓に、土木学会は3度にわたって土木構造物の耐震設計と既存構造物の耐震補強に関して提言を行った。地震から約4ヵ月後の1995年5月に第一次提言を発表し、この中で、「2段階地震動による耐震設計」と「性能規定型設計法」の二つの基本方針を打ち出した。

土木学会による提言の中では、性能規定型設計という用語が用いられていないが、「構造物が保有すべき耐震性能、すなわち被害状態は人命の影響、応急活動等への影響を考慮して決定する」と記述されており、性能規定型設計の考え方が提唱されている。

土木学会の提言が出されてから2ヵ月後の1995年7月に、中央防災会議により「防災基本計画」が策定された。表現、用語など若干異なるが、内容は土木学会の提言とほぼ同様であり、2段階の地震動については内陸の直下型地震の断層近傍域の地震動を考慮すること、また人命への影響を最重要視して耐震性能を定めることが唱われ、これらが構造物と施設の耐震性確保のための国としての基本方針として位置づけられた。また、この提言は、その後の多くの土木構造物の耐震性向上を目指した耐震基準の改訂の基本方針となった¹⁾。

表 3.1.1 阪神・淡路大震災震災調査団の派遣実績

実施期間	調査団名	団長	他団員数	幹事
1995.1.18～20	第一次震災調査団	田村重四郎 (耐震工学委員会委員長)	14 名	5 名
1995.1.21～23	第二次震災調査団	中村英夫 (土木学会会長)	19 名	8 名
1995.2.1～3	第三次震災調査団	松尾稔 (名古屋大学教授)	13 名	2 名
1995.2.15～17	第四次震災調査団	高田至郎 (神戸大学教授)	8 名	2 名

表 3.1.2 震災調査報告会の開催実績

開催年月日	報告会名	場所	参加者
1995.2.8	兵庫県南部地震震害調査緊急報告会(第一次調査団報告会)	日本都市センター	約 1,000 名
1995.3.30	阪神大震災震災調査第二次報告会	川口総合文化センター	1,800 名
本部主催、支部共催「震災調査報告会」			
1995.3.23	北海道支部	北海道厚生年金会館	約 1,200 名
1995.2.16	東北支部	仙台国際センター	1,325 名
1995.3.2	関東支部	読売ホール	1,004 名
1995.2.27	中部支部	名古屋国際会議場	2,400 名
1995.2.13	関西支部	厚生年金会館	2,300 名
1995.2.21	中国四国支部(中国会場)	広島市国際会議場	856 名
1995.2.21	中国四国支部(四国会場)	香川県教育会館	530 名
1995.2.22	西部支部	大手門会館	650 名

3. 1. 2 社会支援部門の活動

(1) 国外における緊急災害調査団の活動

土木学会では、災害緊急対応部門(現在、社会支援部門に改称)が設置された 1996 年以降、国外において計 19 回(地震災害 16 回、風水害 3 回)にわたり緊急調査団(応急復旧・復興支援を含む)を被災地に派遣し、発生した災害の被害調査および報告書の作成、報告会の実施等の活動を行ってきた²⁾。

表 3.1.3 に、1999 年～2006 年の国外における緊急調査団の派遣実績を示す。国外における緊急調査団の派遣は、その多数を調査研究委員会の協力のもと実施され、そのなかには、他の学協会と合同で調査を実施したものもある。2004 年、2005 年のスマトラ沖地震・津波被害および 2005 年のハリケーン・カトリーナ被害では、河川環境管理財団の協力のもと、調査が実施された。

2004 年のスマトラ沖地震では、スマトラ沖地震・インド洋津波被害調査特別委員会(委員長：今村文彦(東北大学))が設置され、調査報告書を作成するとともに、被害調査共同発表会が行われた。また、特別委員会では、ACECC(アジア土木連合)へ Tsunami TC(Technical Committee)を申請し、2007 年の台湾での大会に向けて国際的な活動も実施している。さらに、スマトラ沖地震ならびにインド洋津波に関する情報収集・提供や相互の情報交換を目的としたワークショップの開催も目指し、2006 年 1 月に東京で第 1 回会議を開催した。

表 3.1.3 国外における緊急調査団の派遣実績

年	災害名	調査団員数	備考
1999	台湾地震	15名(地震10名、コンクリート5名)	地震リーダー：濱田政則(早稲田大学)、コンクリートリーダー：町田篤彦(埼玉大学)、地震工学委員会およびコンクリート委員会 協力
1999	トルコ・イズミット(コジャエリ)地震	17名(地震16名、コンクリート1名)	地震リーダー：濱田政則(早稲田大学)、コンクリートリーダー：当麻純一(電力中央研究所)、地震工学委員会およびコンクリート委員会 協力
2000	メコン河洪水氾濫	7名	団長：井上和也(京都大学) 水理委員会協力
2001	エルサルバドル地震被害	8名	団長：小長井一男(東京大学) 地震工学委員会協力
2001	インド西部地震被害	8名	団長：濱田政則(早稲田大学) 地震工学委員会協力
2001	ペルー地震被害	11名	団長：小長井一男(東京大学) 地震工学委員会協力
2002	イラン北西部 Changureh 地震被害	7名	団長：小長井一男(東京大学) 地震工学委員会協力
2002	2002年ヨーロッパ水害	28名	団長：砂田憲吾(山梨大学) 水理委員会協力
2003	トルコ地震被害	3名	団長：宮島昌克(金沢大学) 地震工学委員会協力
2003	アルジェリア地震被害	12名(先遣隊2名、合同調査団10名)	先遣隊団長：後藤洋三(防災科学技術研究所)、合同調査団団長：濱田政則(早稲田大学)、地震工学委員会協力、日本地震工学会と合同調査
2004	イラン・バム地震被害	11名	団長：宮島 昌克(金沢大学) 地震工学委員会協力
2004, 2005	スマトラ沖地震・津波被害	10名 16名(水工9名、海岸7名)	団長：後藤洋三(防災科学技術研究所) 団長：田中仁(東北大学)、水工学委員会、海岸工学委員会、および河川環境管理財団の協力
2005	ハリケーン・カトリーナ被害	18名(水工10名、海岸8名)	水工学団長：河原能久(広島大学)、海岸工学団長：柴山和也(横浜国立大学)、水工学委員会、海岸工学委員会、および河川環境管理財団の協力
2005	パキスタン地震被害	19名(予備6名、調査団13名)	予備調査団長：小長井一男(東京大学)、調査団長：濱田政則(早稲田大学)、日本建築学会と合同調査
2005, 2006	インドネシア・ニアス島地震 応急復旧・復興支援	4名	コーディネータ：濱田政則(早稲田大学) 現地参加2名、在京支援2名
2006	ジャワ島中部地震被害	予備調査団6名	予備調査団長：小長井一男(東京大学)、日本建築学会と合同調査
2006	スマトラ島沖地震津波災害および ジャワ島南西沖地震・津波災害	15名	団長：宮島 昌克(金沢大学)

(2) 国内における緊急災害調査団の活動

土木学会は、国内においても計 19 回(地震災害 8 回、風水害 9 回、火山災害 1 回、土砂災害 1 回)にわたり緊急調査団を被災地に派遣し、発生した災害の被害調査および報告書の作成、報告会の実施等の活動を行ってきた²⁾。表 3.1.4 に、1998 年～2006 年の間での国内における緊急災害調査団の派遣実績を示す。国内における緊急調査団の派遣についても、その多数を調査研究委員会の協力のもと実施してきており、そのなかには、他の学協会および学会支部と合同で調査を実施したものもある。2003 年の九州北部、中部豪雨災害、同年の宮城県北部地震、2004 年の新潟県中越地震災害、2005 年の福岡県西方沖地震、2006 年の 7 月豪雨災害においては、地盤工学会との合同で調査が実施された。

2004 年の新潟県中越地震³⁾では、第一次調査団(主に土木構造物の被害状況と被害原因の解明等の調査)と第二次調査団(主に社会的側面や防災のための総合的な調査)が組織され、合わせて約 60 名よりなる調査団が派遣された。また、関東支部からも調査団が派遣され、主に堤防被害や河川等の被害を中心に現地調査を行った。以上の調査結果は、新潟県中越地震被害調査特別委員会(委員長：濱田政則(早稲田大学))によって取りまとめられ、2006 年 3 月には、長岡市で開催された報告会において報告された。

表 3.1.4 国内における緊急調査団の派遣実績

年	災害名	調査団員数	備考
1998	福島・栃木・茨城水害	6 名	団長：真野明 (東北大学) 水理委員会協力
1999	広島県土砂災害	10 名	団長：福岡捷二 (広島大学) 水理委員会協力
2000	有珠山噴火	4 名	団長：陶野郁雄 (環境庁国立環境研究所) 地盤工学委員会協力
2000	神津島近海地震被害	4 名	リーダー：清野純史 (京都大学) 地震工学委員会協力
2000	東海豪雨災害	6 名	リーダー：辻本哲郎 (名古屋大学) 水理委員会協力
2000	平成 12 年鳥取県西部地震	8 名	リーダー：清野純史 (京都大学) 地震工学委員会協力
2001	芸予地震	11 名	リーダー：野田茂 (香川大学) 地震工学委員会協力
2003	三陸南沖地震	23 名 (地震 16 名、コンクリート 7 名)	地震団長：神山眞 (東北工業大学)、コンクリート団長：鈴木基行 (東北大学)、地震工学委員会およびコンクリート委員会協力
2003	九州北部、中部豪雨災害	13 名	団長：善功企 (九州大学)、地盤工学会と合同調査
2003	宮城県北部地震	23 名	団長：神山眞 (東北工業大学)、地盤工学会と合同調査
2003	平成 15 年 8 月台風 10 号豪雨災害、北海道胆振・日高地方災害	17 名	団長：長谷川和義 (北海道大学)
2003	2003 年十勝沖地震被害	26 名	団長：佐藤浩一 (北海道大学) 地震工学委員会、コンクリート委員会、海岸工学委員会協力
2004	平成 16 年 7 月北陸豪雨災害	18 名	団長：玉井信行 (金沢大学) 水工学委員会協力
2004	平成 16 年 8 月四国豪雨・高潮災害	各県で調査団を組織	団長：村上仁士 (徳島大学) 四国支部実施
2004	平成 16 年 9 月台風 21・22 号災害	17 名 (21 号 11 名、22 号 6 名)	団長：辻本哲郎 (名古屋大学)
2004	平成 16 年 10 月 台風 23 号災害	3 名	団長：井上和也 (京都大学)
2004	平成 16 年新潟県中越地震災害	59 名 (第一次 43 名、第二次 16 名)	第一次団長：小長井一男 (東京大学)、第二次団長：家田仁 (東京大学)、地盤工学会および関東支部と合同調査
2005	福岡県西方沖地震	21 名	団長：大塚 久哲 (九州大学) 西部支部、地盤工学会合同調査
2006	平成 18 年 7 月豪雨災害	12 名	団長：小松利光 (九州大学) 西部支部、地盤工学会合同調査

3. 1. 3 支部における緊急災害調査団の活動

土木学会支部では、社会支援部門と協力して緊急調査団を派遣するほか、支部を中心とした調査団の派遣も行い、発生した災害の被害調査および報告書の作成、報告会の実施等の活動も行ってきた²⁾。表 3.1.5 に、2004 年～2006 年における各支部の緊急災害調査団の派遣実績を示す。2004 年の 8 月四国豪雨・高潮災害では、四国支部が中心となり、各県に調査団を派遣した。

2004 年の新潟県中越地震、2005 年の 9 月台風 14 号災害では、それぞれ、関東支部、西部支部より現地へ派遣を行い、報告書の作成、報告会等の活動を行った。2005 年の福岡県西方沖地震、2006 年の 7 月豪雨災害においては、社会支援部門と連携した。西部支部が中心となって調査を行った。

表 3.1.5 支部における緊急調査団の派遣実績

年	災害名	調査団員数	備考
2004	平成 16 年 8 月四国豪雨・高潮災害	66 名（香川地区 13 名、徳島地区 18 名、愛媛地区 19 名、高知地区 4 名、高潮災害 10 名）	団長：村上仁士（徳島大学） 四国支部実施
2004	平成 16 年新潟県中越地震災害	28 名	団長：山田正（中央大学） 関東支部実施
2005	平成 17 年 9 月台風 14 号災害	12 名	団長：杉尾哲（宮崎大学） 西部支部実施
2005	福岡県西方沖地震	21 名	団長：大塚 久哲（九州大学） 西部支部、社会支援部門、地盤工学会合同調査
2006	平成 18 年 7 月豪雨災害	12 名	団長：小松利光（九州大学） 西部支部、社会支援部門、地盤工学会合同調査

参考文献

- 1)土木学会，土木学会略史 1994-2004，2004.
- 2)土木学会，<http://www.jsce.or.jp/report/body.html>，2006.
- 3)土木学会，平成 16 年新潟県中越地震被害調査報告書，2006 年 3 月.

3.2 調査・研究活動

3.2.1 地震災害

(1) 地震工学委員会の活動

地震工学委員会は、1955 年 10 月に耐震工学委員会として組織されて以来(1997 年 4 月に名称変更)、国内外の地震による被害調査や土木構造物の耐震性に関する調査・研究を推進し、これらの調査・研究結果を社会に発信してきた。ここでは、最近 10 年の調査・研究活動について報告するとともに、委員会が主催した主な行事を紹介する¹⁾。

1) 調査・研究活動の成果

阪神・淡路大震災の 2 ヶ月後に発足した「耐震基準等基本問題検討会議」(議長：田村重四郎(東京大学))において耐震工学委員会関係者は中心的な役割を果たし、被災原因の究明と耐震基準の抜本的改革の方策を示す提言(第 1 次、第 2 次提言)のとりまとめに貢献した。引き続いて発足した「土木構造物の耐震設計法特別委員会」(委員長：土岐憲三(京都大学))ならびに「阪神・淡路大震災対応技術特別研究委員会」(委員長：廣田良輔(日本鉄道建設公団))においても、土木構造物の耐震設計法と社会基盤施設の地震防災性向上の指向すべき方向の提言(第 3 次提言)と実務的領域での対応を効率的に進めるための施策を提案した。

一方、地震被害調査小委員会は、国内外で大規模な被害地震が発生するたびに土木学会単独あるいは他学協会と共同の調査団を結成し、学術的な調査と速やかな報告を行ってきた。近年では、2003 年の三陸南沖地震や十勝沖地震、2004 年のイラン・バム地震に調査団を派遣した。

地震防災分野では、兵庫県南部地震後自然災害軽減のための以下のような調査・研究を推進している。

- ① 地震動の予測手法
- ② 性能設計法確立のための構造物の大変形挙動や破壊過程に関する研究
- ③ 液状化や側方流動に対する構造物の耐震性向上の方策
- ④ 高耐震性能を有する新構造の開発
- ⑤ 既存構造物の診断法や補強方法の開発
- ⑥ 災害情報の共有化技術とリスク評価技術などのソフト面での研究

2) 主催行事

地震工学委員会では、隔年で地震工学研究発表会を開催し、地震工学論文集を発刊している。また、技術者教育活動として、耐震設計法の系統的教育を行う 2 日間または 3 日間のセミナーを年に 2 回開催している。さらに、地震時保有耐力に基づく橋梁の耐震設計法の講習会ならびにソフト的な対策技術を紹介する地震災害マネジメントセミナーをほぼ年に 1 回のペースで実施している。

2004 年度においては、阪神・淡路大震災から 10 年経過したことから、7 委員会(鋼構造委員会、構造工学委員会、コンサルタント委員会、コンクリート委員会、地震工学委員会、地盤工学委員会、土木計画学委員会)合同による技術者向け行事として「阪神淡路大震災後 10 年間における防災工学の進展と今後の課題に関するシンポジウム」を、6 学協会(日本地震工学会、土木学会、日本建築学会、地盤工学会、日本機械学会、日本地震学会)合同により「阪神淡路大震災 10 周年記念行事」を開催した。また、一般市民向け行事として、『土木学会・阪神淡路大震災 10 周年市民向け行事「市民が学会とともに考える東京の地震防災」』を開催した。

(2) 巨大地震災害への対応検討特別委員会の活動

将来の巨大地震による災害の軽減に向けて、土木学会は 2003 年 11 月に巨大地震災害への対応検討特別委員会(委員長：濱田政則(稲田大学))を設置し、以下の項目の調査・研究を行った。

- ① 東海地震等海溝型地震を含む地震動に対する土木構造物の耐震性照査と補強方法
- ② 広域地震災害における情報の共有化および大都市圏の地震防災性向上の方策
- ③ 地震防災分野における研究・開発の基本的方向性に関する提言
- ④ 防災教育用教材の作成と防災教育の実践

特別委員会の課題のうち、長周期地震動に関しては日本建築学会との間で、「巨大地震対応共同連絡会」を組織し、共同研究が行われた。地震学会などの協力も得て、地震動部会が長周期地震動を含めた地震動の推定法を研究し、この研究成果をもとに我が国の主要地点における地震動を推定した。推定された地震動を用いて、土木学会は橋梁・ダムなどの代表的な土木構造物について、また、建築学会は長周期地震動に対する超高層建物、免震建物等についての耐震性を検討した。その成果は、提言としてとりまとめ、公表された。

特別委員会では、平成 16 年度に「海溝型巨大地震を考える一広帯域強震動の予測一」を、平成 17 年度に「大型タンクのスロッシングに関する耐震・制震・免震等技術のミニシンポジウム」と「海溝型巨大地震を考える一広帯域強震動の予測 2一」の計 3 回のシンポジウムを開催した。また、土木学会平成 17 年度全国大会では、「東海地震等巨大地震海溝型地震に対する社会基盤施設の耐震性」と題し、研究討論会を開催した。

受託業務の活動としては、内閣府から平成 16 年度に「長周期地震動対策の必要性の検討に係る調査業務」を、平成 17 年度に「平成 17 年度長周期地震動対策に関する調査」を受託し、報告書を作成した。

(3) 調査・研究業務の受託

土木学会は、平成 11 年度より平成 16 年度にわたって実施された科学技術振興調整費による総合研究「構造物の破壊過程解明による生活基盤の地震防災性向上に関する研究(研究代表者：濱田政則(早稲田大学))」において、研究統括機関として中心的役割を果たした。この総合研究には土木学会の他、独立行政法人の各研究所、大学および民間企業など合わせて 16 機関が参加した。下記に示すハード面での研究開発に加え、防災情報、緊急対応、リスクマネジメントおよび都市地震災害の軽減化の施策などソフト面の研究開発を行った。

- ① 地震動の予測手法
- ② 液状化や側方流動に対する構造物の耐震性
- ③ 上部構造と基礎構造の塑性域での大変形挙動と破壊過程の解明
- ④ 先端技術や新材料を用いた高耐震性構造の開
- ⑤ 既存構造物の診断法と補強方法の開発

また、現在進行中である科学技術振興調整費による「活褶曲地帯における地震被害データアーカイブスの構築と社会基盤施設の防災対策への活用法の提案(研究代表者：小長井一男(東京大学)平成 17～19 年度)」では、中越地震による被害や地質・地盤データのアーカイブスを構築し、これをもとに被害原因の究明を行って、活褶曲地帯に発生する将来の地震への対策を検討することを目標としている。

(4) 国際社会に向けた活動

土木学会では、我が国の研究成果や技術の国際社会への発信を行っている。構造工学や地震工学に関する英文論文集 STRUCTURAL ENGINEERING/EARTHQUAKE ENGINEERING の発行するとともに、地震工学委員会英文耐震規定小委員会は、兵庫県南部地震後に改訂された我が国の耐震設計基準を海外に紹介することを目的に、道路橋、鉄道施設、港湾施設、水道施設、ガスパイプラインの耐震基準を EARTHQUAKE RESISTANT DESIGN CODES IN JAPAN January, 2000 として発行している。また、世界地震工学会が、4 年に 1 度世界の耐震基準をまとめて発行している World List 編纂に

関し、耐震基準委員会から委員を出し、関係機関の協力を得て土木関係の耐震基準の情報を提供している。

さらに、地震工学委員会は ISO（国際標準化機構）TC98（構造物の設計の基本専門委員会）の新しい規格である ISO23469：Seismic actions on geotechnical works（地盤基礎構造物への地震作用）の策定に際し、技術推進機構に「土木耐震国際規格開発委員会」を設置し、積極的な貢献を行ってきている。2005 年 2 月に、我が国からの提案が ISO の規格として取り入れられた。

3. 2. 2 風水害

(1) 水工学委員会の活動

水工学委員会では、風水害が発生するたびに調査団を組織し、現地調査を行ってきた。2004 年为例に挙げると、北陸豪雨災害²⁾、四国豪雨・高潮災害、台風 21・22 号災害、台風 23 号災害など多くの水害があったが、これらに対して個々に緊急調査団が組織されている^{3),4)}。また、2005 年度には台風 14 号による九州地域の豪雨災害の調査⁵⁾を行っている。一方、海外の風水害に対しても調査団が派遣されており、最近 2 年間でも 2004 年度にはインド洋大津波スリランカ被害調査⁶⁾（海岸工学委員会と合同調査）、2005 年度には米国で発生したハリケーン・カトリナによる高潮災害調査⁷⁾を実施している。この調査結果は、報告書⁴⁾としてまとめられているほか、毎年 3 月に開催されている「河川災害に関するシンポジウム」（自然災害研究協議会と共催）において報告され⁵⁾、土木学会会員のみならず非会員までを対象にした報告会が全国数ヵ所で開かれた⁴⁾。このような災害調査を通じて災害が発生した背景と原因などが学術的に明らかにされ、今後の災害軽減に向けた提言がまとめられた。これらの一連の調査は、国土交通省河川局や地方整備局、河川環境管理財団あるいは地方自治体と連携を取りながら進められた。調査に際して学識経験者と行政担当者との間で円滑な意見交換が行なわれ、災害調査の成果は遅滞なく実務に反映されている。

以上是水工学委員会としての取り組みであるが、その一方で、学会を構成する研究者は、個々に研究活動を展開しており、その成果は土木学会論文集や後述する論文集に論文としてまとめられ発表されている。水工学委員会では、毎年、水工学論文集、河川技術論文集、英文論文集 JHHE(Journal of Hydrosience and Hydraulic Engineering) 等の論文集を刊行するとともに、水工学講演会、河川技術シンポジウム、河川災害に関するシンポジウムを開催している。このような学術研究上の活動を通じて防災あるいは減災に関わる知見の蓄積が進んでおり、これが各種の提言をまとめる上での基礎資料となっている。

(2) 海岸工学委員会の活動

我が国の沿岸防災のための調査研究は、1950 年頃から本格化した。アメリカ合衆国での第 1 回海岸工学（国際）会議（1950）、台風 13 号被災（1953）などが端緒となっている。1954 年 11 月には海岸工学研究発表会（第 1 回海岸工学講演会；以降毎年開催）が神戸で開催され、翌 1955 年、土木学会に海岸工学委員会が設けられ、海岸防災に関する組織的な研究が始まった。同委員会の最初の成果物である「海岸保全設計便覧（1957）」は、行政実務のための「海岸保全施設築造基準（1958）」の原案となった。研究開始当初は大学、省庁研究機関など官学が研究の中心であったが、1960 年代中頃からコンサルタンツ、建設会社など民間の研究機関の研究者も参加している。土木学会は常に研究のオーガナイザーとして、また成果の発表機関として中心的役割を果たしてきている⁷⁾。

当初、数名の有志で始まった海岸工学研究発表会も、2005 年の第 52 回海岸工学講演会では 500 人を超える研究者が集まり、291 編の講演・討議を行っている。海岸工学講演会では、波・流れ（津波・高潮を含む）、漂砂・海岸侵食、構造物・施設、環境・生態系等の研究が取り扱われている。発足以来、海岸災害が発生するたびに調査が行われ、これらの調査結果をもとに災害防止のための基礎的および応

用的技術の研究・開発が行なわれてきた。これらの成果を「海岸工学論文集」や英文ジャーナル「Coastal Engineering Journal (CEJ)」で国内外に公開している。また、近年「海岸施設設計便覧(2000年版)」が、続いて「海岸施設設計便覧英語版：Design Manual for Coastal Facilities, 2000」が発刊された。また、海岸工学委員会は、傘下の各小委員会の研究成果を様々な形で刊行し、研究者、実務者の便に供すると同時に、毎年1回、水工委員会と共催で「水工学に関する夏期研修会」を開き100名を超える実務者に対する研修活動も行っている。

2004年12月にスマトラ沖地震・インド洋津波では、津波災害に関し多くの教訓を学習した。我が国においても南海トラフでの地震および津波の被害が懸念されるなか、被害推定や軽減技術の開発は喫緊の課題となっている。本小委員会では、2003年10月に土木学会での横断的な組織を作り、津波予測技術の開発(発生：地震、地滑り、伝播、遡上)、被害推定・軽減技術(浸水域、流体力、家屋強度、インフラ、避難・情報)の開発を進めている。

活動としては、分科会の活動報告、津波に関する情報交換を行い、さらには、海岸工学講演会などで一般の参加も対象に、津波啓発のための報告・講演会を設けている。さらに、2004年以降も頻発する地震および津波災害に対して緊急調査を実施し、その実態を報告するのみならず、被災地域での復興や防災へのアドバイスや若手研究者の招聘などを行っている。また、ACECC(アジア土木連合)へTsunami TC(Technical Committee)を申請し、2007年の台湾での大会に向けて国際的な活動も実施している。スマトラ沖地震ならびにインド洋津波に関する情報収集・提供や相互の情報交換を目的としたWorkshopを2006年1月に開催した。

現在、重点的に取り組んでいる内容の1つは、教育啓発マニュアルの作成であり、小中学校の教育および防災担当者や地域のリーダーに役に立つような内容を検討している。構成メンバーによるワークショップを開催し、「津波災害から生き延びるための具体的知識とはなにか」をテーマにKJ法を用いて知識要素を抽出し、津波防災教育コンテンツを整理した。

さらに、技術推進機構にWGを設置して、ISO TC98の新しい国際規格案ISO DIS21650「海岸構造物に対する波と流れの作用」について検討を行っている。

(3) 海洋開発委員会の活動

土木学会では、1985年、海洋開発委員会を設置し、毎年1回海洋開発シンポジウムを開催している。海洋開発シンポジウムも、海岸工学講演会同様、海岸防災技術の他、広範な沿岸・海洋系のテーマを対象とし、2005年では193編の講演・討議が行われている。海洋開発委員会は、各地でのシンポジウム開催時、地域にちなんだ特別セッションを設けて一般の人々の参加を呼びかけたり、地元の高校生や主婦らを対象に海の勉強会を開くなど、住民に対してやさしい土木技術の普及に努めている。

3.2.3 示方書・指針・基準類の発行

土木学会では、調査・研究活動の成果として、毎年、多くの示方書・指針・基準類を発行している。1996年度～2005年度の10年間における示方書・指針・基準類等の発行図書数は、60を超える。特に、耐震等の自然災害軽減に関わる基準類だけをみても、20を超えている。表3.2.1に、1996年度～2005年度の10年間における自然災害軽減に関わる示方書・指針・基準類を示す。

表 3.2.1 最近 10 年間における自然災害軽減に関わる示方書・指針・基準類の発行

担当委員会	書名	発行年月
コンクリート委員会	平成 8 年制定 コンクリート標準示方書 耐震設計編	1996 年 7 月
	コンクリートライブラリー95 コンクリート構造物の補強指針 (案)	1999 年 9 月
	コンクリートライブラリー97 鋼繊維補強鉄筋コンクリート柱部材の設計指針 (案)	1999 年 11 月
	CL101 連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針	2000 年 7 月
	2002 年制定 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]	2002 年 3 月
	2002 年制定 コンクリート標準示方書 [耐震性能照査編]	2002 年 12 月
	CL113 超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針 (案)	2004 年 9 月
	JSCE Guidelines for Concrete No.3 英文版 2002年制定コンクリート標準示方書 構造性能照査編	2005 年 3 月
	JSCE Guidelines for Concrete No.5 英文版 2002年制定コンクリート標準示方書 耐震性能照査編	2005 年 3 月
トンネル工学委員会	トンネル・ライブラリー9 開削トンネルの耐震設計	1998 年 10 月
海岸工学委員会	海岸施設設計便覧 [2000 年版]	2000 年 11 月
	新しい波浪算定法とこれからの海域施設の設計法 一性能設計法の確立に向けて	2001 年 10 月
	Design Manual for Coastal Facilities (英文版 海岸施設設計便覧)	2005 年 3 月
構造工学委員会	構造工学シリーズ 11 複合構造物の性能照査指針 (案)	2002 年 10 月
	構造工学シリーズ 16 モニタリングによる橋梁の性能評価指針	2006 年 3 月
水理委員会	水理公式集 [平成 11 年版]	1999 年 11 月
	水理公式集 例題プログラム集 (CD-ROM 出版)	2002 年 3 月
地震工学委員会	Earthquake Resistant Design Codes in Japan January, 2000 (英文耐震規程 2000 年版)	2000 年 1 月
	実務の先輩たちが書いた 土木構造物の耐震設計入門	2001 年 11 月
	橋の動的耐震設計	2003 年 3 月

参考文献

- 1) 土木学会, 土木学会略史 1994-2004, 2004.
- 2) 土木学会, 土木学会誌, Vol.89, No.9, 2004.
- 3) 土木学会, 平成 16 年 7 月北陸豪雨災害調査報告書, 2005 年 5 月.
- 4) 土木学会水工学委員会, 2004 年度豪雨・洪水災害調査報告一今後の豪雨災害対策支援に向けて一, 土木学会災害緊急調査団報告会予稿集, 2005 年 5 月.
- 5) 土木学会水工学委員会, 平成 17 年度河川災害に関するシンポジウム資料, 2006 年 3 月.
- 6) 土木学会水工学委員会・海岸工学委員会, 2004 年 12 月インド洋大津波スリランカ被害調査報告書, 2005 年 8 月.
- 7) 土木学会海岸工学委員会, 海岸工学の新たな発展に向けて, 第 50 回海岸工学講演会特別シンポジウム講演論文集, p.140, 2003 年 11 月.

3.3 社会への直接的貢献

前述したように、土木学会は自然災害の発生に際し、学術・技術の観点より調査を行い、調査結果を学会内外に発信してきている。

土木学会はその活動方針の一つに「社会へ直接的貢献」を掲げ、会員にも社会に直接的に貢献するような活動を奨励してきた。自然災害軽減に関しても、被災地の復旧・復興への技術支援や学生会員による防災教育活動を展開してきている。また、土木学会と日本建築学会の有志による NPO「国境なき技師団」が設立され、自然災害軽減化技術の移転や防災教育活動を開始している。

3.3.1 会員の社会的貢献

表 3.3.1 に、中央防災会議の専門調査会一覧を、図 3.3.1 に、各分野からの参画状況を示す。内閣府の中央防災会議では、これまでに 12 の専門部会を設置し、さまざまな活動を行ってきている。このうち、土木分野の研究者および技術者の参加者は多く、地震学・地球・物理分野や建築分野よりも割合が高い。土木分野の研究者・実務者が自然災害軽減のための国の基本政策貢献にかかわっていることを示している。

表 3.3.1 中央防災会議の専門調査会一覧

専門調査会	人数
東海地震に関する専門調査会	16 名
防災基本計画専門調査会	17 名
東海地震対策専門調査会	20 名
東南海、南海地震等に関する専門調査会	12 名
日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会	14 名
今後の地震対策のあり方に関する専門調査会	17 名
防災に関する人材の育成・活用専門調査会	16 名
防災情報の共有化に関する専門調査会	20 名
首都直下地震対策専門調査会	25 名
民間と市場の力を活かした防災力向上に関する専門調査会	18 名
災害教訓の継承に関する専門調査会	14 名
災害被害を軽減する国民運動の推進に関する専門調査会	23 名
合計	212 名

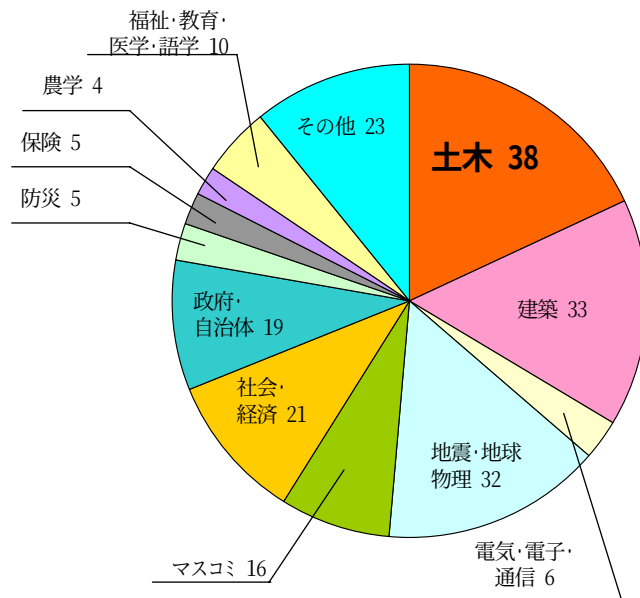
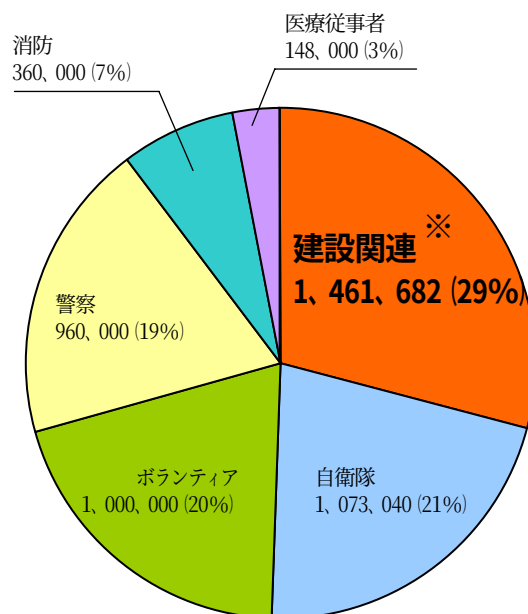


図 3.3.1 中央防災会議専門調査会委員の専門分野別内訳 (名)

図 3.3.2 に、兵庫県南部地震後の二ヶ月間に救急活動・復旧活動に投入された人員の内訳を示す。これより、建設関連（ライフラインの復旧などに従事した作業員も含む）の人数は、延べ約 146 万人であり、自衛隊やボランティア、警察などよりも大きな数字となっている。自然災害の復旧に建設業に係わる技術者が欠かせないことを示している。社会基盤整備にかかわる公共投資の減少および過当な低価格入札等によって地域の建設産業は疲弊してきている。災害の予防および応急復旧等に建設産業従事者が果たしてきた役割は大きい。建設業の衰退が地域の防災力の低下につながるものが懸念される。



(※ ライフライン復旧従事者を含む)

〔震災後 2 ヶ月の延べ人数 (人・日)〕

図 3.3.2 阪神・淡路大震災後の応急・復旧活動に投入された人員の内訳 (%) 1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 8)

3.3.2 教材の出版

平成16年度会長提言特別委員会「国民の防災意識向上に関する特別委員会」（委員長：森地茂（政策研究大学院大学））では、「DVD 日本に住むための必須！！防災知識」⁹⁾と題したDVD付冊子をそれぞれ小学校低学年、高学年向けに作成した。また、教師・保護者用には解説書を作成して、平成17年9月に発行した。現在、全国約14,000校に配布されている。さらに、小学校の教職員を対象とした「防災教育実践研修会」を東京、北海道、秋田で行っている。また、中学・高校・一般向けも平成18年6月に発行した。これらは、防災のみならず、理科の補助教材としても活用されている。



図 3.3.3 土木学会から発行されている「DVD 日本に住むための必須！！防災知識」

巨大地震災害への対応検討特別委員会（委員長：濱田政則（早稲田大学））の部会のひとつである「地震防災教育を通じた人材育成部会」（主査：清野純史（京都大学））では、幼児教育現場における災害対策や幼児に向けた防災教育の普及の重要性に着目し活動を行った。ここでは、土木学会の活動という枠組みを超えた他分野からの協力体制を整え、幅広い人材で部会が構成され活動が行なわれた。具体的には、園児を守る防災教育プログラムを実施、幼児教育の現場で用いる防災ハンドブックの製作を行った。これらの活動報告のなかで、土木学会が地域の防災力向上のための防災教育に関わっていくための基本理念を提言としてまとめている。その中では、防災教育の展開とプログラム開発、幼稚園や保育園が地域の防災教育の発信基地であること、自助努力の重要性、さらには実際の普及活動を実践することの重要性などがうたわれている¹⁰⁾。防災ハンドブック^{11), 12)}では、部会メンバーの地道な防災教育活動、土木学会の災害調査を通して得られた多くの知見や防災技術に関する情報を、年少者向け防災教育や人材育成に利用できるように、分かりやすい形で取りまとめられている。本ハンドブックは内閣府の特別賞を受賞した。

さらに、地震の発生メカニズム等に関する紙芝居や絵本などの製作、監修や出版協力を行い、防災教育のための教材の充実に努めている。また、バンダ・アチェの写真家グループがスマトラ沖地震の津波直後に撮影した写真を集め、日本の子供向けに写真集を出版した。



図 3.3.4 土木学会の出版・監修にかかわった防災教育のための教材

3. 3. 3 防災教育の実践

2004 年 12 月 26 日のスマトラ沖地震後、インドネシア・スマトラ島をはじめとする被災地に調査団を派遣し、災害の実態調査と被害原因等の分析を行うとともに、併せてバンダ・アチェを中心とする地域で防災教育を行った¹³⁾。これらの活動の中で、被災地での防災教育の重要性があらためて認識され、防災教育を主な目的とした支援チームを編成し、インドネシアの教育省などとの連携のもとに、2005 年 4 月にスマトラ島バンダ・アチェにおいて防災教育を行った¹⁴⁾。

さらに、学生会員で構成される「早大防災教育支援会 (WASEND)」および「京大防災教育の会 (KIDS)」が、国内外において以下のような防災教育活動を行っている。

2005 年 9 月 12 日～14 日の 3 日間、これまでに、土木学会、飛島建設(株)、NGO OISCA INTERNATIONAL の支援を受けて、インドネシア市およびバンダ・アチェ市の小学校、中学校、高校を対象として、地震防災に関する授業を行った^{15), 16)}。授業の主な項目は、以下の通りである。

- ① 地震と津波の発生のメカニズム
- ② 地震と津波から生命を守る方法など（「稲村の火」の紹介など）
- ③ 兵庫県南部地震後の復興状況の紹介

防災教育を実施するために既存の防災教育資料（ビデオ、教科書、パンフレット等）を(株)学習研究社等の協力により収集し、これらを現地語に翻訳して児童・生徒に配布している。学生会員による防災教育の様子を図 3.3.5 に示す。さらに、2006 年 3 月および 9 月に西スマトラ州パダンおよびジョグジャカルタを対象に継続的な防災教育活動が実施された¹⁷⁾。これらの一連の活動の中で、インドネシアの学生団体との協定が結ばれ、学生会員による活動の輪が国際的に広がりつつある。

国内においても、新潟県中越地震の直後に避難所での子供のケアなど学生会員によって行われ、また各地の幼稚園や小中学校で学生会員による防災教育が実施されている。スマトラ沖地震の実態を日本の子供達に伝えることを目的として、バンダ・アチェの写真家グループによる写真展「バンダ・アチェからのメッセージ」と東京で2006年7月に開催した。さらに、平成17年9月、滋賀県において、NPO 国境なき技師団との協力のもと、「防災教育フォーラム」を開催し、防災教育の事例の報告と教育活動や教材に関する情報交換を行った。この「防災教育フォーラム」には、バンダ・アチェで津波に襲われ、約7時間にわたって海を漂流した高校生を日本に招き、同世代の子供達に体験を語ってもらった。



(a)学生会員による授業風景



(b)学生会員による授業風景



(c)歓迎の踊りを披露してくれる生徒



(d)授業後の質問

図 3.3.5 学生会員による防災教育活動（インドネシア・バンダ・アチェ市）



(a)避難所での子供のケア (中越地震)



(b)都内における防災教育



(c)写真展「バンダ・アチェからのメッセー



(d)防災教育フォーラム

図 3.3.6 国内における防災教育活動

3. 3. 4 被災地への技術支援

2005 年 3 月 28 日に発生したスマトラ島沖地震 ($M=8.5$) はニアス島を中心に橋梁、港湾施設および建物・家屋に甚大な被害を発生させた。特にニアス島の中心地グヌンシトリは地盤の液状化によってライフライン等の社会基盤施設が破壊された。地震直後、被災した社会基盤施設の診断や補修、また応急復旧や復興が喫緊の課題であるとして、現地州政府から土木学会に対し、技術的支援の要請があった。これを受けて、土木学会は 4 月に応急復旧・復興支援チームを編成し、被災地に派遣し、現地の行政官庁と連携し、応急復旧・復興に関する支援・助言活動を行った¹⁸⁾。

しかし、社会基盤や都市の復興に関しては、1 年以上を経過した時点でも目途が立っていないのが現状であり、インドネシア工学会や北スマトラ州政府から引き続き復興支援の要請を受けている。復興計画を策定するためには被災地域の地盤条件が不可欠であるが、ボーリングデータ等の地盤資料は現時点で皆無の状態である。そこで、土木学会は民間機関やインドネシア工学会との協力のもとで、スウェーデン式サウンディング試験機器一式を寄贈し、簡易な地盤調査法を現地技術者に指導するとともに、調査結果をもとにした液状化の判定方法および地域の復興計画への反映方法を指導することを目的とした復興支援チームを 2006 年 1 月に派遣した¹⁹⁾。

また、インドネシア工学会とは土木学会の 24 番目の協定締結団体として協定を結び²⁰⁾、継続的な協力体制を進めていくこととした。

同様の試みは、引き続き発生した自然災害においても実施されている。2005 年 10 月 8 日に発生したパキスタン・カシミール地震では、日本建築学会と共同で復旧・復興支援活動を実施し、1 次調査団を

10月24日から31日に、2次調査団を11月21日から28日に派遣し、高速道路機構や首都開発機構において復旧方法などに関するセミナーを開催した^{21), 22)}。

また、2006年5月27日に発生したインドネシアジャワ島中部地震や2006年7月17日に発生したジャワ島南西沖地震による津波災害においても復旧復興支援のための先遣隊を派遣している²³⁾。被災地の復興に関しては、継続的な支援が不可欠であり、今後も引き続き支援活動を拡大していく予定である。



(a)液状化被害を受けて建物が取り壊された地域でスウェーデン式サウンディングの現地講習



(b)被害を受けた橋梁におけるスウェーデン式サウンディングの現地講習



(c)ニアス島における地盤調査の教室での講習



(d)北スマトラ州政府との打ち合わせ

図 3.3.7 復旧復興支援のための技術移転（インドネシア・ニアス島）

土木学会は、国外のみならず、国内においても防災教育活動および復旧・復興のための被災地への技術支援を行っている。2006年3月には長岡市において市民や自治体の担当者などの参加を得て新潟県中越地震からの復興シンポジウムを開催した。また、新潟県中越地震発生直後に長岡市の依頼により保育園の建物と敷地の被災度の診断を実施した。



(a)保育園の敷地の安全性の検討（長岡市）



(b)復旧・復興支援シンポジウム（長岡市）

図 3.3.8 国内における復旧・復興支援活動

3. 3. 5 NPO 組織との連携

土木学会では、国内外への緊急調査団の派遣や復旧・復興支援の実施にあたって、各省庁や関連機関、関係学協会だけでなく、NPO 組織とも連携し、活動を行っていく必要がある。

その中でも、土木技術者や建築技術者が中心となり、地震や風水害などの自然災害により被害を受けた人々や地域を、技術者の立場から支援することを目的とし設立した NPO 組織「国境なき技師団」(理事長：小長井一男(東京大学生産技術研究所)²⁴⁾)とは、特に、密接な連携のもと、活動を進めつつある。

「国境なき技師団」は、土木学会や日本建築学会等の学協会や公的機関および産業界からの広範な参加と支援を得、他の NPO、NGO 組織と連携し、被災地と被災者の支援・自然災害軽減のための技術の普及や防災教育等幅広い活動を展開し、自然災害軽減に貢献することを基本理念として活動を行っている。活動内容は、以下の 4 項目である。

- ① 自然災害による被災地域の復旧と復興のための支援と提言
- ② 自然災害軽減化技術の普及
- ③ 防災教育の実践
- ④ 国際的防災研究

参考文献

- 1) 国土庁, 防災白書(平成 7 年版), 1996.
- 2) 国土庁, 防災白書(平成 8 年版), 1997.
- 3) 兵庫県震災復興調査研究委員会, 阪神・淡路大震災復興誌(第 1 巻), 1997.
- 4) 岩崎信彦他編, 阪神・淡路大震災の社会学, 1999.
- 5) 消防庁, 消防白書(平成 7 年版), 1995.
- 6) 警察庁, 警察白書(平成 7 年版), 1995.
- 7) 総理府, 阪神・淡路大震災復興誌, 2000.
- 8) 消防庁, 阪神・淡路大震災の記録, 1996.
- 9) 土木学会, 「日本に住むための必須!! 防災知識(小学校低学年用・高学年用)」, 2005.
- 10) 巨大地震災害への対応検討特別委員会報告書
- 11) 土木学会, 「一から始める地震に強い園づくり」, 2005.
- 12) (株) 学習研究社, 「幼稚園・保育園・家庭防災ハンドブック」, 2005.
- 13) 後藤洋三: 「スマトラ沖地震・津波災害」土木学会スマトラ島調査団速報, 土木学会誌, Vol.90, No.5, pp.31-34, 2005.
- 14) 濱田政則, 清野純史, 国崎信江, 鈴木智治: なぜもっと早く私たちに伝えてくれなかったのですかー「稲村の火」バンダ・アチェにおける防災教育支援活動ー, 土木学会誌, Vol.90, No.6, pp.43-46, 2005.
- 15) 塚澤幸子, 横井千晶: インドネシア・スマトラ島における学生会員による防災教育活動, 土木学会誌, Vol.90, No.11, pp.53-56, 2005.
- 16) 塚澤幸子, 横井千晶: 学生による防災教育活動, 土木学会誌, Vol.90, No.12, pp.22-23, 2005.
- 17) 北島功: インドネシア・スマトラ島における第 2 回防災教育活動, 土木学会誌, Vol.91, No.5, pp.91, 2006.
- 18) 土木学会インドネシア・ニマス島地震応急復旧・復興支援チーム: 「インドネシア・ニマス島地震応急復旧・復興支援チーム」速報, 土木学会誌, Vol.90, No.7, pp.49-52, 2005.
- 19) 三輪滋, 清野純史, アイダンオメル, 遠藤一郎, 鈴木智治, 濱田政則: インドネシア・ニマス島復興支援チームー復興計画策定のための地盤調査指導支援ー活動報告, 土木学会誌, Vol.91, No.4, pp.76-79,

2006.

- 20) 古木守靖：インドネシア工学会(PII)との協力協定締結，24 番目の締結団体に，土木学会誌，Vol.90，No.10，p.78，2005.
- 21) 小長井一男：パキスタン・ムザファラバード地震先遣調査隊報告，土木学会誌，Vol.91，No.1，pp.60-61，2006.
- 22) 濱田政則，西川孝夫：パキスタン・カシミール地震被害調査と復旧支援－土木学会・日本建築学会パキスタン・カシミール地震調査・支援団－，土木学会誌，Vol.91，No.2，pp.28-31，2006.
- 23) 土木学会 HP:「ジャワ島中部地震災害」に対する調査団の派遣について，
<http://www.jsce.or.jp/report/37/body2.html>，2006.
- 24) 濱田政則：NPO 仮称：国境なき技師団（Engineers without Borders， Japan）設立について，土木学会誌，Vol. 90，No.12，p.82，2005.

4. 土木学会が今後果たすべき役割と課題

4.1 調査研究の推進と科学技術政策の提言

4.1.1 推進すべき調査研究課題

土木学会は国内外における自然災害の軽減のため、「自然災害の調査と分析」、「災害軽減のための調査・研究の推進」、「災害軽減の政策・施策に関する提言」、「復旧・復興支援などの社会への直接貢献」を行ってきた。これらの成果は3章で述べたように、我が国の自然災害軽減のための対策や防災分野の科学技術の進展に寄与してきた。しかしながら、地球温暖化や砂漠化の進行などの自然環境の変化と都市部の過密化、地方の過疎化および少子・高齢化など社会環境の脆弱性が自然災害の態様を変化させ、災害規模を拡大してきている。このような傾向は今後も継続するものと考えられる。特に我が国では東海地震のような海溝型巨大地震や首都直下の地震の発生が逼迫しているとされており、将来の自然災害に対して、防災社会基盤を整備し、災害に強い社会システムを構築して行くことが緊急の課題で、土木技術者はその中で重要な役割を果たしていかなければならない。

将来の自然災害に対応するキーポイントは「予想を超える自然現象」、また「統計を大幅に上回る外力にいかに対応するか」ということになる。すなわち、予想を超える自然現象や外力が発生した時に、いかにその災害の程度を軽減化するかという視点が重要である。このためには、単に土木工学分野にとどまらず以下に示す理工学および人文科学分野における調査・研究の推進が必要である。

- ・ 地球温暖化、砂漠化および海岸・河川侵蝕などの自然環境の変化と自然災害の因果関係の解明と、自然災害の規模と特性の予測精度の向上
- ・ 地震予知、特に発生時期、予測精度向上および地震動の予測精度向上
- ・ 災害に強い国土構造と社会システムのあり方
- ・ 設計法を上回る外力に対しても、致命的な被害を生じないねばりのある社会基盤施設と施工法
- ・ 既存の低耐震性社会基盤施設の診断法と耐震補強法
- ・ 新材料等を活用した高耐震性構造・施設の開発
- ・ 災害経験の伝承と防災教育
- ・ 災害情報の共有化と活用の方策
- ・ IT など先端技術による防災社会基盤施設の維持・管理技術および警報システムの開発

4.1.2 学際的研究組織の確立

上述したように、自然災害軽減のためには広分野にわたる調査・研究と連携が必要である。土木学会には29の調査研究委員会が設置されている。この中で、特に自然災害軽減に関する委員会として、地震工学委員会、海岸工学委員会、水工委員会および構造工学委員会、コンクリート工学委員会などが設置されているが、委員会相互の連携は十分ではないのが現状である。調査研究部門の主導のもとに、自然災害軽減のための継続的研究組織を設置することが必要である。

また、上記課題に関連して、学協会横断的な調査・研究を推進することも重要である。土木学会と日本建築学会は平成16年度、17年度の2年間にわたって「巨大海溝型地震への対応」特別委員会を組織し、調査研究を進めてきた。この共同研究にもとづいて「土木構造物の耐震性向上に関する共同宣言」がまとめられ、広く社会に発信された。構造物の耐震性を向上させ社会の防災性向上を図るため、新材料やITなど先端技術の活用が必要であり、情報・材料・機械等の他の学協会との協働と連携を推進する必要がある。この中で、土木学会は防災研究の中心機関として主導的な役割を果たす必要がある。

さらに、産学官の共同研究の推進も必要である。文部科学省は兵庫県三木市にE-Defenseを建設するなど、地震防災研究のための施設の拡充を進めてきた。また、国土交通省も土木研究所や建築研究所において研究

施設の充実を図ってきている。これらの研究施設を今後有効に活用することが重要であり、産官学の共同による研究を推進する必要がある。

一方、民間企業、特に大手建設業はそれぞれ研究所を保有し、自然災害軽減のための研究を推進している。課題によっては重複している場合もあり、我が国全体の防災分野の研究の進展という観点より見ると不要な投資になっている場合も散見される。また、大学の研究施設は一部の大学を除いてほとんどが老朽化、陳腐化しているものが多い。

産学官の共同研究の必要性が従来から強く指摘されていながら、一部を除いて実際にはほとんど進められていない。地球規模の自然環境の変化や社会の脆弱性に起因した新たなタイプ自然災害の発生が迫っている。これらの災害に対応するため、産学官の枠を乗り越えた共同研究体制と組織を構築する必要があり、土木学会は其中で中心的役割を果たさなければならない。

4. 1. 3 科学技術改革への提言

地震予知に関する研究は、従来から、国としての研究プロジェクトとして推進され、地震発生位置やその規模の予測に関して一定の成果を挙げてきたと考えられる。これに対し、国土構造や社会システムの防災性向上に関しては、個々の機関や研究者がそれぞれ取り組んできているが、地震予知研究のような国家的取り組みはなされて来なかった。前述したように東京、大阪など我が国の大都市圏が巨大地震に見舞われる可能性が極めて高くなっていること、また、今後自然環境の変化により予想を超える災害の発生の危険性が高まっていることを考えると、理工学、人文科学分野の横断的な「自然災害軽減化研究」の国家的な推進が必要である。

近年の我が国の科学技術政策に関しては、総合科学技術会議においてその基本的方向性が決められている。残念ながら「安全・安心社会」が一つの主要テーマとして挙げられているにもかかわらず、ナノテクノロジーやバイオ等の分野に比較するとその比重は軽いようである。土木学会を中心として学協会総合科学技術会議、中央防災会議、日本学術会議等に対して、自然災害軽減のための調査・研究の方向性について積極的な提言を行って行い、自然災害軽減のための研究・開発をリードして行く必要がある。

4. 2 社会への直接的貢献の推進

自然災害の軽減に向けて、土木学会がこれまで行ってきた被災地への技術支援、防災教材の作成と教育の実施等については、「3. 3 社会への直接的貢献」で述べた通りである。土木学会は、今後も国、自治体および「国境なき技師団」をはじめとする NPO と連携の上、社会への直接的貢献をより積極的に展開して行く必要がある。

4. 2. 1 災害軽減に向けた国民的運動への積極的参画

内閣府中央防災会議は、将来の自然災害軽減に向けて公助・共助・自助による国民運動を提唱しているが、土木学会は学術・技術団体として、この国民運動の輪の中に積極的に参画して行かなければならない。

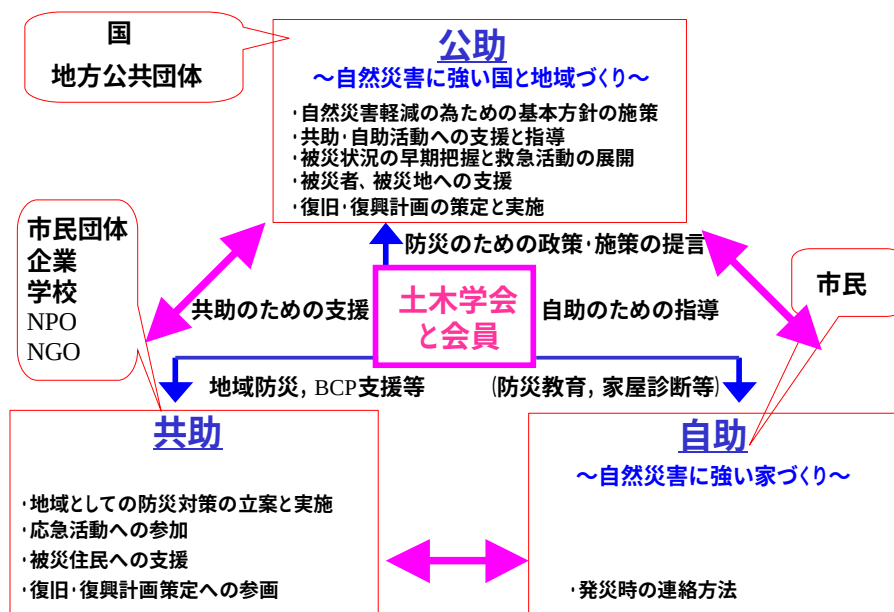


図 4.2.1 自然災害軽減のための公助・共助・自助の輪への土木学会の参画のイメージ

公助の分野では、学術的な調査研究によって得られた知見を、論文や報告書として社会に還元するだけでなく、積極的に防災のための政策・施策に提言していくことが重要である。このような活動は、従来から行なわれていたが、民間と官の建設技術者および大学等の研究者の幅広い分野の会員で構成される土木学会として、より明確な行動として政府や自治体などへ働きかけていくことが必要と考えられる。

市民団体・学校・企業・NPO・NGO と共同して進める共助では、地域の防災活動への参加、地域の機関や企業の BCP 支援、学校や幼児教育あるいは自治会などへの防災教育等の活動が考えられる。また、個々の市民レベルの活動である自助においては、家屋の診断あるいは家屋の耐震化、家具の固定、食料・水の備蓄、発災時の連絡方法といった市民への防災教育といった活動が考えられる。これらの活動も従来から一部では、実施されているものの、まだ十分には浸透はしているとはいえない。

このような活動を実現し広く地域に定着させていくためには、土木学会独自の活動ではなく自治体や地域の自治会、防災組織などさまざまな機関との連携が必要である。これらの組織を横断的に有機的に結びつける活動や地域のコミュニティの活動を牽引することなどが期待される。比較的広範囲への普及を対象とした場合には、マスコミや自治体、教育関連の団体などと連携し、社会への発信、防災教育シンポジウムの開催といった広範な活動を行うことも重要である。また、テレビなどで防災教育番組を継続的に実施することもひとつの方法である。ホームページの有効活用も必要であるが、土木学会のホームページは、一般市民からのアクセスは少ないため、一般市民がよく訪れる Web サイトと提携しコラムを開設し、リンクを貼ることなどにより、活動を広く公開していくことが重要である。

自治体や民間企業の事業継続計画(BCP)の策定についても、社会資本の被害予測や共有すべき情報を広く提供するなど、土木学会に期待されるものは大きい。

一方で、共助・自助への参加と支援の活動を地域に広め、継続的に実施するには、地域に溶け込んだ草の根的な活動が重要であり、土木学会という枠組みを超え、地域の市民団体や NPO・NGO と連携した取り組みが必要となる。

3.4 節でも述べたように、巨大地震災害への対応検討特別委員会の「地震防災教育を通じた人材育成部会」の活動では、防災教育の教材を作成するとともに、土木学会が地域の防災力向上のための防災教育に関わっていくための基本理念を提言としてまとめている。その中では、防災教育の展開とプログラム開発、

幼稚園や保育園が地域の防災教育の発信基地であること、自助努力の重要性、さらには、実際の普及活動を実践することの重要性などが指摘されている¹⁾。この活動のイメージを図 4.2.2 に示す。防災教育においては、それぞれの地域の特性を考慮して、地域や学校あるいは幼児教育の現場の意見を組み入れた教材を作成することや、活動をより広げるため、人材のネットワークを構築することが重要である。また学校や幼稚園だけでなく地域の自治会などへの防災教育活動も重要と考えられる。

防災教育の充実・普及には、コンピュータグラフィックスやバーチャルリアリティ技術などを駆使したシミュレーションの可視化や実際の自然災害の映像など一般市民により関心を抱かせる教材の開発、過去の災害記録のアーカイブスの整備、住民参加型でのハザードマップ作成などを行う地域での住民参加型の講習会の開催など地域コミュニティへの浸透が必要である、また、幼稚園・小学校・中学校と幼少時から系統的に防災教育を行うことで、より広がりをもった成果が期待できると考えられる。幼稚園や小学校の先生の養成機関である大学などに防災教育を必修化させることも必要と考えられる。土木学会や会員は、これらの防災教育の教材作成、地域活動への講師派遣、地域活動のリーダー育成などに積極的に関与することが可能と考えられる。

インドネシアでの防災教育活動は、日本の学生だけでなくインドネシアの大学の学生も巻き込んだ活動として進展しつつあり、このような発展途上国での防災教育活動の展開が期待される。また、国内での学生による防災教育の試みも芽生えつつある²⁾。国内においても、草の根的な活動を幅広く支える土木学会内のネットワークとして、より多くの学生会員のグループが参加する組織的な活動が有望視される。しかし、これらの防災教育活動は、まだ一部にとどまっており、広く活動の幅を広げていくためには、土木学会だけでなく、教育のかかわる様々な行政機関や NPO 組織などとの関係強化やネットワークの構築が必要である。平成 18 年 9 月の土木学会全国大会の後に、防災教育に携わる NPO など様々な組織を集め開催された防災フェスティバルのような活動が、その端緒となると考えられる。

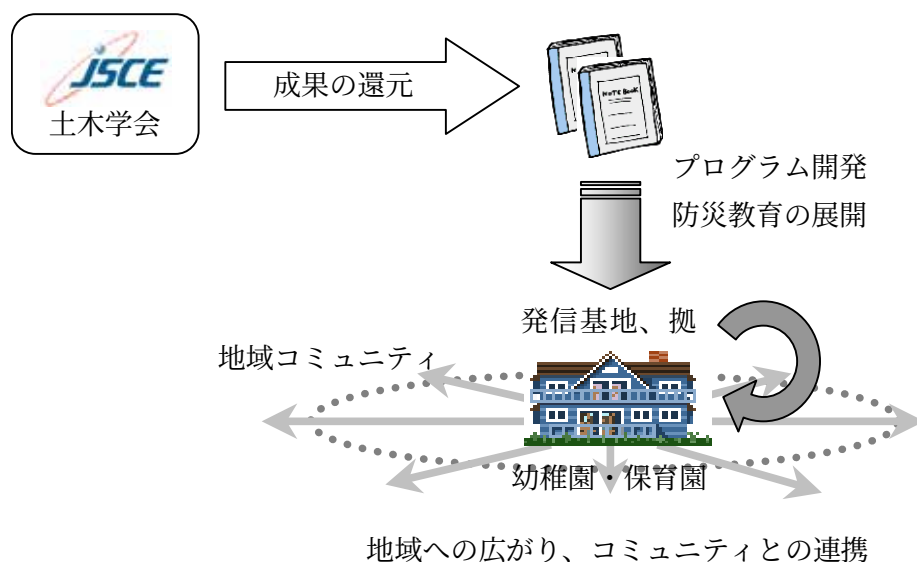


図 4.2.2 土木学会と防災教育の関わり¹⁾

4. 2. 2 国内外における災害復旧のための技術支援

土木学会は、国内外において被災地の復旧・復興のための技術支援を展開してきたが、今後も積極的にこのような活動を推進していく必要がある。

これらの活動は、その地域の中長期的な復旧復興を考え、相互に連携し計画的に推進していくことが重要である。また復興に関しては、継続的な支援が不可欠であり、今後も引き続き支援活動を拡大していく必要がある。

特に海外での災害復旧技術支援や防災教育を進めるためには、このような活動を支援する行政機関などとの緊密な関係を構築していく必要がある。インドネシアでの復旧復興支援活動においても、在インドネシア日本大使館、在メダン日本総領事館などから活動や今後の体制づくりなどに関して助言を受けたが、中長期的な支援の全体像を示す計画の提示により、公的な国際支援機関と外交や資金面を含めた継続的な協議が必要である。また、支援が散発的であると、支援が定着しにくい。現地で継続的に支援活動できる人材の確保と派遣できる支援体制の構築が大きな課題である。時間的な余裕が期待できるリタイアした年代の技術者が活動に参加できる仕組みづくりなどが課題である。

また、現地のさまざまな機関との協力も重要である。インドネシアでの活動は、インドネシア工学会や州政府・県などのほかに、民間のさまざまな機関の協力のもとで実施することができた。特に、民間機関（建設会社や地盤調査会社など）の技術者との継続的な協力体制構築は、現地での活動を十分に効果あるものにするためには重要である。現地技術者として率先して技術習得すること、現地技術者への現地語での技術資料準備・技術説明、ロジスティックス、機器の不具合の応急処置など現地の民間機関の協力がなければ支援活動は機能しない。

技術移転については、簡単な技術であっても、技術や機器は現地にとってはじめてのものであることに注意が必要である。技術移転を考える場合には、現地で継続的に使われるように、簡易な機器を用いること、当初は技術トレーニングの頻度を高めること、あるいは数ヶ月という単位で継続的な技術指導を行うことが重要である。

国内における自然災害の復旧・復興支援活動においても、すでに、復旧・復興の工法検討や技術的指導などのため各種の委員会、会議への参画、さらに地域社会や被災した市民に向けた復旧・復興のイベントへの参画など土木学会や土木技術者による直接的な貢献がなされている。今後は、これらの活動をより充実し拡大していくために、関係機関との関係を強化し、様々な組織のネットワーク構築の要となって活動することで、より成果が上がり、社会から認知も進むものと考えられる。

参考文献

- 1) 巨大地震災害への対応検討特別委員会報告書
- 2) 三輪滋, アイダンオメル, 児玉裕之, 清野純史, 遠藤一郎, 鈴木智治, 濱田政則: 2005年3月28日のスマトラ島沖地震におけるインドネシア・ニース島の被害と復旧復興支援活動, 近年の国内外で発生した大地震の記録と課題(II)シンポジウム, 土木学会地震工学委員会地震被害調査小委員会, 2006.

4.3 NPO との協働

今後、自然災害による被災地域の復旧と復興のための支援、自然災害軽減技術の普及、防災教育の実践等の広範な活動を継続的に進めていくには、資金面や人材面などの課題を解決しなければならない。

このためには、公的機関、民間機関を問わず、災害地域の支援と防災教育に関する諸機関との提携を構築し、協力を得て行かなければならない。土木学会と日本建築学会の有志によって設立されたNPO「国境なき技師団」は土木学会が従来から行ってきた災害支援活動や防災教育活動をより一層発展させる目的を持っている。土木学会の自然災害軽減に関する活動は、調査研究部門による自然災害と災害軽減に関する

調査・研究、社会支援部門による災害調査と復旧・復興のための技術支援およびコミュニケーション部門による学会内外への広報活動で構成されてきた。NPO「国境なき技師団」との連携により、これらの活動のうち、被災地への支援、防災教育活動および災害軽減のための技術移転にかかわる活動を飛躍的に発展させることが期待される。NPO「国境なき技師団」との連携がもたらす利点は、①国、自治体等の公的機関からの財政的支援を受けやすくなる、②産業界、特に建設産業界より、財政的支援および人的支援を受けやすくなる、③他のNPO、NPOおよび市民団体との連携が進み、人的交流と情報の共有化が図られる、④自然災害軽減に関する建築学会など他の学協会との連携、協力が容易となる、などが挙げられる。NPO「国境なき技師団」はその構成員が現在の土木学会と日本建築学会の会員で構成されているが、将来的には土木・建築分野以外の他分野からの参加および一般の市民の参画も期待されている^{1), 2)}。

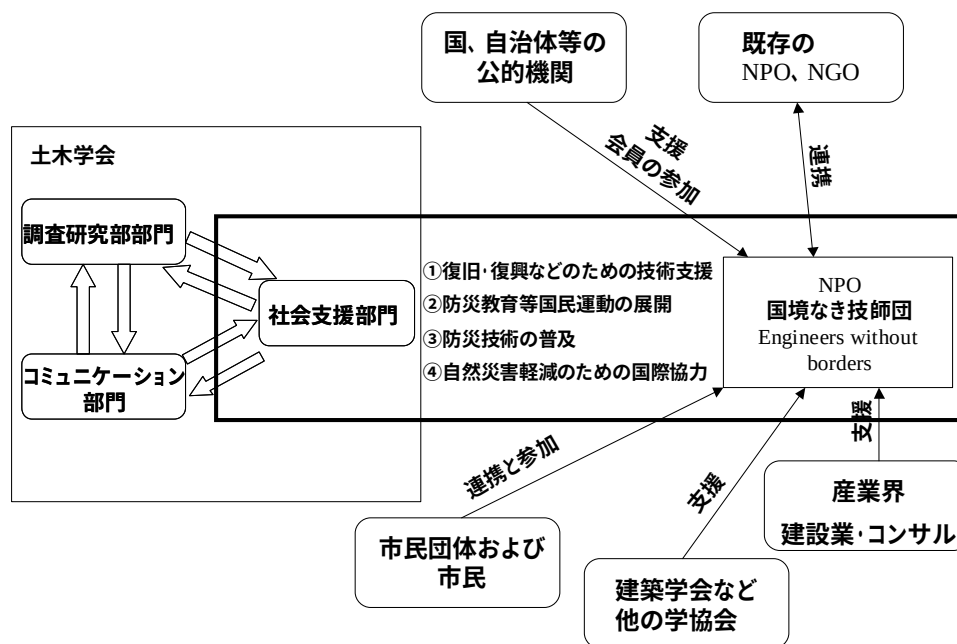


図 4.3.1 土木学会と NPO 国境なき技師団との連携関係^{1), 2)}

参考文献

- 1) 濱田政則：NPO 仮称：国境なき技師団(Engineers without Borders, Japan) 設立について，土木学会誌，Vol. 90，No.12，p.82，2005.
- 2) ジャパンプラットフォーム：<http://www.japanplatform.org/top.html>

4.4 他の学協会および他機関との協調

我が国の総合科学技術会議は第3期（2006～2010年）科学技術基本計画の政策目標として「安全が誇りとなる国—世界一安全な国・日本」を掲げ、産業技術力も活用しながら安全に資する科学技術を推進させるとしている¹⁾。また、中長期的な視点から、このような問題を解決できる研究者・技術者の育成、国際協力・連携の推進、システム改革等の重要性についても言及し、防災科学技術を予測、未然防止・被害低減、被害拡大防止、復旧、復興支援に大別し、それぞれを短期間に実用化させる研究開発体制を構築して横断的な課題解決や公的部門における新技術の活用を促進するとしている。また、このために安全に資する科学技術を推進させるイノベーション（セキュリティ・イノベーション）を創出できる科学技術コミュニティを創出する計画である。

土木学会は自然災害を対象として主要な技術開発を担ってきた。また、先に述べたように平成15年度より実施している日本建築学会との共同調査研究「巨大地震災害への対応」は所期の成果を収めつつ、国の

中央防災会議もこの調査研究成果を国の防災対策の中に反映させようとしている。すなわち、土木学会は日本建築学会との連携を更に深め、防災分野の研究推進に積極的に参画すると共に、防災科学技術コミュニティのコアメンバーとならなければならない。これは我が国の安全・安心社会の実現のみでなく、アジア諸国も含めた国際社会における責務を果たすことに繋がる。

米国家科学技術会議も自然災害を低減するために必要な科学技術政策の枠組みとして、1)有効情報の提供、2)自然災害メカニズムの理解、3)ハザード低減化戦略と技術開発、4)主要ライフライン・インフラの相互依存性と脆弱性評価、5)耐防災性の評価法確立、6)リスクベースの思考と意思決定の推進、よりなるグランドチャレンジ²⁾を提言している。これらの枠組みは総合科学技術会議の他、日本学術会議「地震防災の技術と科学の質的向上と国際競争力強化」(平成15年メカニクス・構造研究連絡委員会地震工学専門委員会)³⁾や中央防災会議「防災体制の強化に関する提言」⁴⁾、「首都圏直下地震対策大綱」⁵⁾等とほぼ同様な方向性であり、また、わが国は防災対策から復旧・復興支援に至るまで世界の先導的な立場にあることから、土木学会と米・土木学会がその推進に深く連携して関与していくことが望ましい。

参考文献

- 1)「安全に資する科学技術推進戦略」総合科学技術会議—安全に資する科学技術推進プロジェクト—(平成18年6月14日)
- 2) Grand Challenges for Disaster Reduction, National Science and Technology Council, Committee on Environmental and Natural Resources, June 2005.
- 3)「地震防災の技術と科学の質的向上と国際競争力強化」日本学術会議, メカニクス・構造研究連絡委員会地震工学専門委員会(平成15年2月)
- 4)「防災体制の強化に関する提言」中央防災会議・防災基本計画専門調査会(平成14年6月)
- 5)「首都圏直下地震対策大綱」内閣府・中央防災会議(平成17年9月)

4.5 ODA等による海外防災支援のあり方

日本は、1970年代後半からの経済発展に伴い、質・量共に他国を抜き出した災害援助を実施している。しかし、**付録**に示すように被災国にとっては十分なものとはなっていない。阪神淡路の震災10周年にあたる2005年1月、国連防災世界会議が神戸で開催された。日本政府はこの場で防災協力イニシアティブを発表していて、被災によって開発そのものが遅れることのないように、開発援助においても防災の視点を取り込むよう、防災協力の基本方針として以下をあげている。

- ・防災への優先度の向上
- ・人間の安全保障の視点
- ・ジェンダーの視点
- ・ソフト面での支援の重要性
- ・わが国の経験、知識及び技術の活用
- ・現地適合技術の活用・普及
- ・様々な関係者との連携促進

防災協力イニシアティブが示す防災協力の基本方針を念頭に置き、土木学会が果たすべき海外防災支援の役割・貢献として、関係各国・関係機関との関係強化、ネットワークの構築、技術協力・支援体制の充実、および、政府が実施しているODAの効果的実施に関する貢献などで、一定の役割を担うべきであろう。

土木学会による海外防災支援を考える場合、土木学会の現在の役割と今後の学会の活動方針を考慮し、それらと整合性の取れた内容とする必要がある。

土木学会の定款は、「土木工学の進歩および土木事業の発達ならびに土木技術者の資質向上を図り、もって学術文化の進展と社会の発展に寄与する」ことを表明している。また、JSCE2005 は、今後の方針として、社会への貢献と連携機能の充実に向けた改革策を示しその中で、土木学会の使命として、以下を上げている。

- ・学術・技術の進歩への貢献
- ・会員の資質と顧客満足度の向上
- ・国内・国際社会に対する責任・活動

そのうえで、土木学会が早急に強化すべき役割として、以下を示している。

- ・将来を切り開く問題解決能力の提供
- ・公正・中立的な専門家集団としての社会問題・政策への積極的関与
- ・持続的国土・都市についての研究開発マネジメントの実施
- ・倫理観と時代感覚を兼ね備えた人材の育成と活用
- ・国際化への対応
- ・社会的要請に応える新しい学問領域の構築

ODA 等による海外防災支援は、定款はじめ、JSCE2005 の方針に沿うものであることが分かる。日本の公共投資が継続的に縮減する中で、ODA における防災協力イニシアティブが多角的な取り組みを求めていることから、ODA などによる海外防災支援は、会員、および、会員が所属する組織にとって新たな貢献の分野として期待できる。

会員の中には、建設コンサルタントとして ODA プロジェクトに携わってきた者や、相手国の人材育成で実績を持つ者も少なくない。大学が JBIC と契約し留学生や研修生を受け入れたり、アドバイザー業務などを行っている例もある。これらの会員はじめ、海外防災支援や技術協力に興味を持つ会員にとって、メリットのある内容が望まれる。

ODA 等による海外防災支援について、土木学会が果たすべき役割を、表 4.5.1 の①、②、③の 3 つとなる。

表 4.5.1 ODA 等による海外防災支援に関する土木学会の 3 つの役割

対象	分野	
	海外防災支援	従来の技術分野
会員	①本来機能の拡充	③高品質で安価な社会基盤整備技術の提唱
土木学会	②限定的な技術協力の実施	

1) 本来機能の拡充

表 4.5.1 の役割①「本来機能の拡充」とは、海外で何が真に求められているのか、日本政府の ODA 政策上の課題も含め防災支援上の課題は何かなど、海外防災支援や技術協力に関する多くの情報を関心のある会員が収集・発信できる機会を提供するもので、以下の新たな施策を実施すべきである。

a) 全国大会に共通セッション「Disaster Prevention Assistance（仮称）」を新設

このセッションの新設によって、海外防災支援の活動をすでに行っている会員（研究者・技術者）などに情報発信の機会が提供でき、興味のある会員を増やすことにつながる。

b) 現在の学会 HP 上にある情報交流サイトに「Disaster Prevention Assistance（仮称）」を新設
支援の相談などを海外から直接集める手段とする。

c) アジア土木学協会連合協議会(ACECC)など関連する既存の国際組織との連携

ODA 等による海外防災支援とは一過性のイベントではない。土木学会が今後継続的に果たす機能でなければならない。この提言はその出発点であって、以後、活動が自ずと広がる自律的なメカニズムを持つ必要がある。

2) 限定的な技術協力

JICA の技術協力を学会として担う機会も考えられる。

具体的には、

a)学会による相手国の研修員の受け入れ

b)学会による専門家の派遣

たとえば、ODA による防災支援の促進策を相手国の専門家（学会）と協議・立案するなど。

c)通常の技術協力の枠を超えるもの

たとえば、ODA 等による海外防災支援の推進研究・政策研究や、ACECC などに防災に関する国際連携会議の出席など。

d)災害時の緊急要請に基づく技術協力

これは従来から実施している緊急調査団の派遣などであるが、今後は、たとえば、国境なき技師団など NPO と連携も考えられる。

課題としては、現役世代の会員は職責との兼ね合いで技術協力を行える期間が限られることである。このことから土木学会による技術協力は、限定的となる可能性が高い。また、技術協力を行うには一定の仕組みが必要である。たとえば、JICA や JBIC または被援助国との企画・提案・契約などは学会職員が行い、技術協力業務は土木学会認定技術者が担当する。これも一案と思う。技術協力は最新の関連動向を知る機会が得られ、担当者の所属組織にとっても一定のインセンティブがある。また、土木学会は認定技術者の活用が図れる。詳細は今後の検討が必要である。

3) 高品質で安価な社会基盤整備技術の提唱

表 4.5.1 の 3 つ目の役割③「高品質で安価な社会基盤整備技術の提唱」が最も重い役割である。世界的に見て貧困が自然災害による罹災率を引き上げている点は否めない。開発途上国における自然災害の抜本的な軽減には、防災協力イニシアティブの方針に沿った多角的な施策によって、豊かな経済の基礎となる社会基盤整備を速やかに進めることが最も重要である。整備を急ぐには、質もさることながら、安価であることが極めて重要である。先の 2 つ役割「本来機能の拡充」と「限定的な技術協力」は、ODA などによる海外防災支援のいわば、枠組みの整備であって、これらが順調に進んだとしても、根幹である社会基盤整備に関する技術が高価で利用できなければ、海外防災支援は広がらない。したがって、高品質で、しかも、安価な社会基盤整備の技術開発を啓発することが基本的に土木学会の役割として最も重要となる。公共事業予算が縮減する中で、従来の社会基盤を維持する上に割ける予算も自ずと制約されている。この国内状況も、社会基盤を安く整備できる技術を必要としている。

この役割の課題は、実施時期にある。安価な社会基盤整備技術の提唱が単なる掛け声にとどまらず成果をあげるには、ある程度以上の会員の理解が欠かせない。そのためには、役割①及び②の実施による理解の広まりを見る必要がある。したがって、ここでは、提唱の必要性を指摘するにとどめる。提唱の実施方策も自ずとその時点の検討となる。

地震や台風など自然の猛威にさらされていることの多い日本。この自然環境は、防災技術はもとより、災害に強い社会基盤を整備・拡充できる技術を生み出す恰好の技術開発の場である。この特質を生かし、しかも、社会基盤を安く整備できる技術こそが、災害に悩む多くの国々が日本に期待する技術であり、このような技術の発信こそが、日本が世界に貢献できる最も自然な道ではないだろうか。

ODA などによる海外防災支援に向け、土木学会が、今後3つの役割を果たし、日本の全ての土木技術が海外で一層受け入れられるようになったとき、ODA の枠を超えて国際的に活躍する新たな日本の土木のパラダイムが見えてくると確信する。

付録 自然災害対策分野におけるODAの現状

我が国政府の国際防災協力は、大きく ODA (政府開発援助 Official Development Assistance) と、国連機関等を通じての協力に大別される。前者が人材による直接的支援であり、後者は、国連国際防災戦略事務局や国際赤十字・赤新月社連盟などの国連機関・国際機関等への出資、拠出を通じての寄与となっている。したがって、ここでは、前者の人材による直接的支援について示す。

(1) 援助の国際比較と予算規模

日本の ODA には、資金の流れから二国間援助と多国間援助がある。多国間援助は国際機関に対する出資・拠出等で行われている。二国間援助は、贈与と借款（有償資金協力）に区分され、さらに、贈与には無償資金協力と技術協力がある。借款は国際協力銀行(Japan Bank for International Cooperation JBIC)が行っている。一方、（独法）国際協力機構(JICA)が、無償資金協力の一部と技術協力を行っている。

JICA が行っている技術協力は、開発途上国の自立に必要な経済や社会開発の担い手となる人造りのための支援が目的である。

日本は 1970 年代後半からの経済発展に伴い、質量共に他国を抜きん出て災害援助を実施している。しかし、被災国にとって十分なものとはなっていない。（「防災・被災地復興」に関する援助動向の分析 H13 年 3 月 国際協力事業団国際協力総合研修所）

2003 年度の日本の ODA の規模を国民総支出などとの比較で見ると、以下の通りである。

- ・ 501.3 兆円（国内総支出）
- ・ 36 兆円（建設投資：政府建設投資 23.7 兆円＋民間非住宅建設投資 12.3 兆円）
- ・ 8,575 億円（ODA 予算一般会計分）
- ・ 332 億円（災害対策分野の ODA による資金協力）
- ・ 150 億円（有償資金協力）

災害対策分野の ODA による借款と無償資金協力を合わせた資金協力 332 億円は、国内の建設投資のおよそ 1/1、000 程度の規模である。

JICA の行っている技術協力のうち、防災・災害復旧分野は、つぎの程度の規模である。

- ・ 15.45 億円（JICA コンサルタント契約 2004 年度）

(2) 予算内容

1) 有償資金協力

1989 年度から 2003 年度までの 15 年間の有償資金協力の総額は、3,876 億円であり、対象国と内容は、それぞれ表 A.1 と表 A.2 に示すとおりである。

表 A.1 1989－2003 年度の防災・災害復旧分野の国別円借款供与実績^{注1)}

対象国	借款額（億円）	対象国	借款額（億円）
中国	1,032	パキスタン	82
インドネシア	972	アルゼンチン	82
フィリピン	965	スリランカ	69
ブラジル	494	チュニジア	31
トルコ	120	モーリシャス	29

注 1：JBIC の防災・災害復旧分野における円借款供与実績（承認ベース）より集計

表 A.2 1989—2003 年度の防災・災害復旧分野の区分別円借款供与実績^{注2)}

区分	内容	借款額（億円）
灌漑・治水・干拓	灌漑、洪水防御、排水施設、河川改修、流域衛生環境改善、火山砂防	2,895
農林・水産	植林、植草	424
社会サービス	都市防災、生活環境保全、上水道、海岸保全	288
運輸・海運	防災船調査、橋梁耐震強化、海難救助・海上汚染防止	269

注 2：JBIC の防災・災害復旧分野における円借款供与実績（承認ベース）より編集

2) JICA コンサルタント契約

JICA が贈与として行っている技術協力には以下の形態がある。

- 1) 途上国から技術者や行政官を日本に招き、技術研修を行う研修員の受け入れ。
- 2) 途上国に日本の専門家を派遣し、技術指導や政策決定に関する助言を行い、人材の育成を支援する専門家の派遣。
- 3) 農機具、医療機器、視聴覚教材など開発に必要な機材を供与して、その活用を通して技術訓練や普及を行う機材供与。
- 4) 専門家派遣、研修員受け入れ、機材供与の組み合わせや、その投入規模、協力期間などを、事業の目標・成果に応じて柔軟に選択し、相手国の広範なニーズに対応する技術協力プロジェクト。
- 5) 開発途上国の人々と生活や仕事をともにし、それぞれの分野で、各自の技術を生かしながら、地域の社会開発や経済発展に草の根レベルで貢献する JICA 青年海外協力隊やシニア海外ボランティア。

（開発教育・国際理解教育ハンドブック

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/kk_krk/kyouzai/handbook/html/h90102.html より、一部筆者加筆修正）

このほか、有償・無償を問わず資金協力によるプロジェクトにおいても、類似の技術協力が行われている。

先に示した総額 15.45 億円（2004 年）の対象国と内容は、それぞれ表 A.3 と表 A.4 に示すとおりである。

これらの業務の多くは、国内の技術コンサルタント会社が受注している。

表 A.3 2004 年度の国別の JICA コンサルタント契約額^{注3)}

対象国	契約額（百万円）	対象国	契約額（百万円）
イラン	489	アルメニア	67
ニカラグア	215	ベトナム	66
ベネゼエラ	179	パキスタン	41
スリランカ	136	バングラディシュ	34
フィリピン	87	マラウイ	26
全世界	70	他（13 カ国）	135

注 3：JICA コンサルタント契約実績調書より集計

表 A.4 2004 年度の JICA コンサルタント契約の内容^{注4)}

区分	内容	契約額（億円）
調査・計画	地震防災、地すべり災害対策、洪水・土石流対策、火山防災、治水計画フォローアップ、洪水予警報整備、地震後の地震・洪水早期警戒モニタリング、水資源、津波被害学校復旧、防災情報基盤整備、防災森林管理、災害気象警報改善、気象レーダー整備、森林火災跡地復旧、道路土砂災害危険度評価、灌漑施設防災強化、気象監視網整備、防災分野プロジェクトのあり方（全世界）	13.88
専門家派遣	活火山活動観測、防災事業インパクト調査、土石流解析、洪水解析、砂防技術、地雷被害者リハビリ	0.9
支援プログラム	地震津波災害復旧・復興	0.67

注4) JICA コンサルタント契約実績調書をもとに編集。

(3) 罹災率と貧困

上記のとおり、防災・災害復旧支援が行われているが、過去 25 年間（1978 年—2002 年）に、自然災害で死亡した人は世界全体で約 145 万人（年平均 6 万人）にのぼる。図 A.1 に示すようにその約 8 割が低所得国に集中している。また、途上国においては、一度の災害がその国の 1 年の GDP 規模に並ぶ経済被害をもたらすこともある。例えば、1988 年のアルメニアの地震の経済被害は GDP の約 1.8 倍。1996 年のモンゴルの森林火災は GDP の約半分にも及んでいる。

我が国の阪神・淡路大震災の経済被害が GNP の 2%であったことを考えると、その影響の大きさが分かる。（防災白書 2004 年度より）

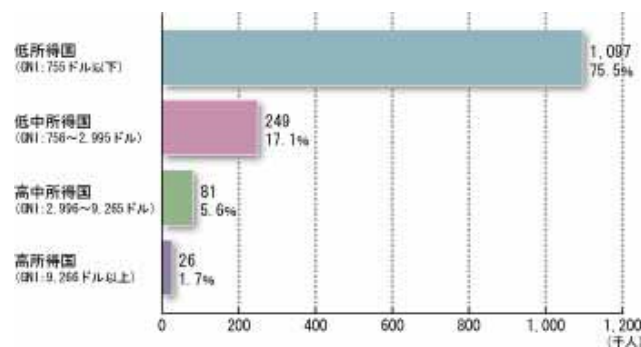


図 A.1 自然災害による死者数（国の 1 人あたり平均収入別）出典：防災白書（内閣府、2004 年）

たとえば、アルメニアの地震の場合、地震に対して住宅の耐震化等を行うことにより、被害は明らかに軽減できる。しかし、人々にはそのための経済的な余力がなく、時折襲う災害に備えられないでいるのが実情である。

人的被害を軽減するには、社会基盤の整備を進め経済的な余裕を生むことが、抜本的な対策である。

(4) 防災協力イニシアティブ

阪神淡路の大震災後 10 年にあたる 2005 年 1 月、神戸で開催された国連防災世界会議で日本政府は、防災協力の基本方針と具体的な取り組みを盛り込んだ防災協力イニシアティブを発表している。

開発途上国の経済・社会の発展や福祉の向上に役立てるために行う協力が ODA であるわけで、被災によって、ODA の供与そのものが遅れることはあってはならないとし、ODA の供与においても防災の視点を取り込むよう以下の基本方針を示されている。

- ・ 防災への優先度の向上
- ・ 人間の安全保障の視点
- ・ ジェンダーの視点
- ・ ソフト面での支援の重要性
- ・ わが国の経験、知識及び技術の活用
- ・ 現地適合技術の活用・普及
- ・ 様々な関係者との連携促進

この防災協力イニシアティブが示す基本方針は、実効性が上がるよう ODA をより一層木目細かく多角的なものと捉えている点で意義深く、ODA の新たな展開を促すものと期待される。

(5) 受け入れ側・供与側の事情

日本の ODA は、受け入れ側である開発途上国政府が日本政府に対して要請して初めて供与が行われる要請主義が基本である。当然、日本の ODA にも予算枠があるため、無償資金協力は別として、供与の対象プロジェクトは、実施によって返済に十分な便益が生み出せる、費用対効果に優れたプロジェクトである必要がある。したがって、要請国は、優良プロジェクトを優先的に要請することになる。

たとえば、ある主要都市が巨大地すべりによって被災する可能性が極めて高く、その地すべりが予防対策によって防ぐことができ、しかも、その都市がその費用を上回る便益を生み出すのであれば問題はない。しかし、いつ起こるか分からない自然災害を軽減する防災プロジェクトは、概して便益は小さく、要請案件とはなりにくい事情がある。

また、ODA の供与側は、特に不測の災害発生時など、多額な資金協力案件への早急な対応が求められるため、無償の技術協力の運用が手薄になることも少なくない。