

静かに広がる  のリスク 第4回2013 年 3 月 12 日
全 8 頁

水の力とふるまい

環境調査部長
岡野 武志

古来より、水を治める者は国を治めるといわれてきた。武田信玄は、信玄堤と呼ばれる堤防や万力林と呼ばれる水害防備林などの施設を設けて、水を治めたといわれている。また、東京湾に注いでいた利根川は、水害から江戸を守るため、徳川家康によって銚子付近へ流れを変える工事が始められたとされている。およそ 60 年の歳月を要したこの事業は、利根川東遷と呼ばれている。急峻な地形が多い日本では、水は時として猛威を振るい、生活や産業を脅かしてきたが、人々は工夫と努力を重ねて、水と上手に付き合う方法を探してきた。現代では、大型の施設や高性能な機械を使ってさまざまな水を操ることができそうだが、水の力やふるまいを上手に制御できているだろうか。

1 水と土砂

山地が多く高低差が大きい国土に、世界平均の約 2 倍の降水量がある日本では、水が持つエネルギーは大きく、各地で土砂災害が起こることも多い。土砂災害防止法（土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律）¹では、急傾斜地の崩壊、土石流若しくは地滑り又は河道閉塞による湛水を発生原因として、国民の生命又は身体に生ずる被害を土砂災害と定義している（図表 1）。急傾斜地の崩壊は、山地や丘陵などが崩れ落ちるものを山崩れ、都市部の急斜面などが崩れるものをがけ崩れ、と分けて呼ばれることもある。また、土石流は、鉄砲水や山津波などと呼ばれることもあ

図表 1 土砂災害の定義

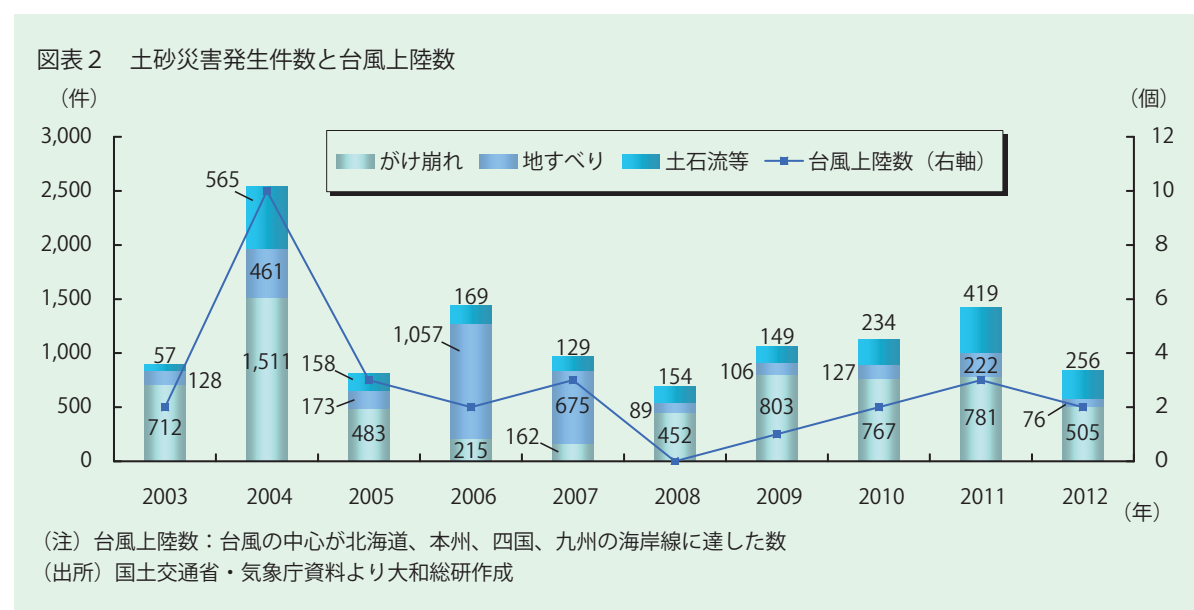
急傾斜地の崩壊等			河道閉塞による湛水
急傾斜地の崩壊	土石流	地滑り	
傾斜度が三十度以上である土地が崩壊する自然現象	山腹が崩壊して生じた土石等又は溪流の土石等が水と一体となって流下する自然現象	土地の一部が地下水等に起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象	土石等が河道を閉塞したことによって水がたまる自然現象

（出所）法令等より大和総研作成

1) 「土砂災害防止法（土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律）」法令データ提供システム
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H12/H12H0057.html>

り、被害の範囲が数kmに及ぶこともあるという。急傾斜地の崩壊等は、表層崩壊と深層崩壊に分けることができ、表層崩壊が厚さ 0.5 ～ 2.0m 程度の表層土が滑落する比較的小規模の崩壊であるのに対し、深層崩壊の場合には、多量の降雨などに伴って表土層だけでなく深層の地盤まで崩壊するため、大規模な災害になることもある。

国土交通省によれば、最近 10 年間では年間平均 1,180 件の土砂災害が発生しており、2012 年は発生件数 837 件、死者・行方不明者・負傷者の合計 38 名、家屋の全壊・半壊・一部損壊の合計 339 戸となっている²⁾。土砂災害は、台風の上陸や集中豪雨などに伴って発生することが多く、年間 10 個の台風が上陸した 2004 年には、2,537 件の土砂災害が発生しており、突出して発生件数が多くなっている³⁾。また、土砂災害の分類としては、がけ崩れの比率が高く、発生件数全体のほぼ半数を占めている（図表 2）。国土交通省が 2003 年に公表した調査結果では、土石流発生危険性があり、人家に被害を及ぼす恐れのある溪流（土石流危険溪流等）は全国に約 18 万 4 千溪流、傾斜度 30 度以上、高さ 5 メートル以上の急傾斜地で人家に被害を及ぼす恐れのある箇所（急傾斜地崩壊危険箇所等）は約 33 万箇所あったことが報告されている⁴⁾。



2) 「土砂災害発生事例」国土交通省

<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei.html>

3) 「台風の上陸数（2012 年までの確定値と 2013 年の速報値）」気象庁

<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/landing/landing.html>

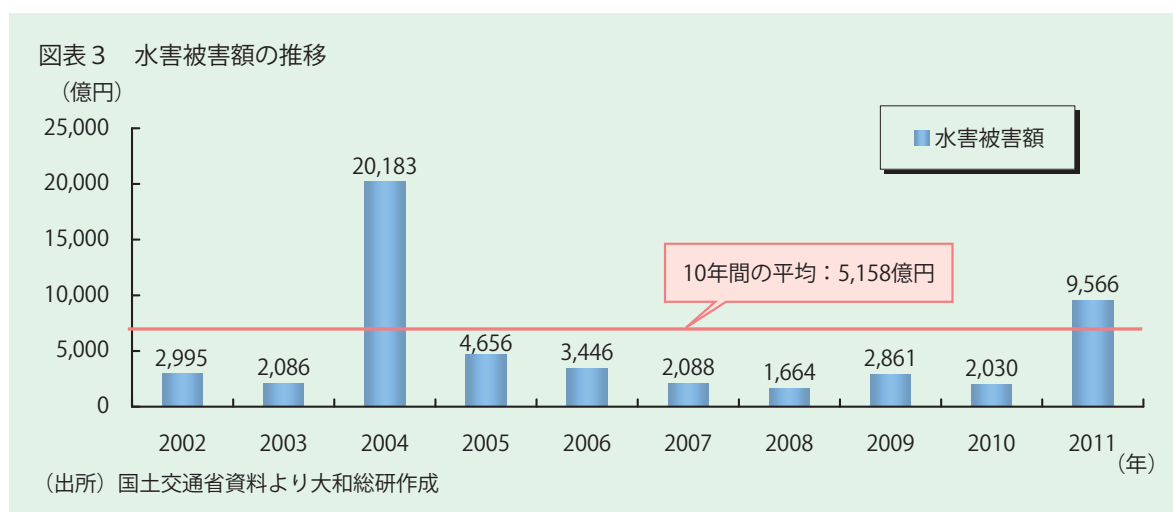
4) 「土石流危険溪流及び急傾斜地崩壊危険箇所に関する調査結果の公表について」（平成 15 年 3 月 28 日）国土交通省
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/05/050328_.html

土石流危険溪流等及び急傾斜地崩壊危険箇所等には、人家はないが今後新規の住宅立地等が見込まれる箇所等を含む。

2 あふれる水

台風の上陸や集中豪雨などは、堤防からの溢水や破堤等による水害を引き起こすこともある。水害にはさまざまなケースが考えられるが、水防法⁵では「洪水、津波又は高潮に際し、水災を警戒し、防御し、及びこれによる被害を軽減し、もつて公共の安全を保持することを目的とする」（第1条）としている。国土交通省によれば、2011年の水害被害（暫定値：東日本大震災に伴う津波による被害を除く）は、金額で約9,566億円、被災建物棟数約6万5千棟に上るという⁶。被害額の内訳は、一般資産等被害額（建物、家庭用品、事業所資産、農作物等に係る物的被害及び事業所営業停止損失等）約5,454億円、公共土木施設被害額（河川、海岸、砂防設備、道路、港湾、下水道、公園等の施設に係る物的被害）約3,782億円、及び公益事業等被害額（鉄道事業、水道事業、電力会社、電気通信事業者等に係る物的被害及び営業停止損失）約329億円となっている。

被害の原因となった台風や豪雨ごとに被害額をみると、2011年では、台風12号による被害額が約5,095億円、新潟・福島豪雨による被害額が約1,747億円、台風15号による被害額が約1,388億円となっており、この3件による被害額が被害額全体の8割以上を占めている。また、2002年から2011年の被害額の推移をみると、10個の台風が上陸した2004年や記録的な豪雨のあった2011年の被害額が大きくなっている。度重なる水害に対して、さまざまな形で対策が進められているが、水の量や勢いが水防対策の想定を超える場合には、大きな被害が発生する可能性が示唆されよう（図表3）。

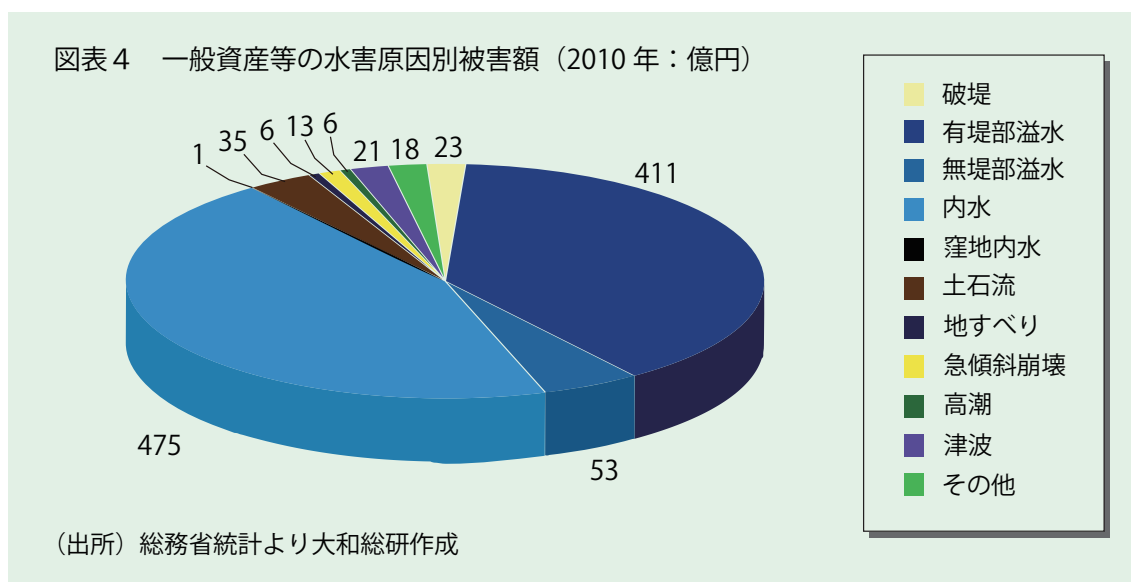


5) 「水防法」法令データ提供システム

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S24/S24H0193.html>

6) 報道発表資料「平成23年の水害被害額の暫定値（全国・都道府県別）について」（平成24年9月11日）国土交通省
http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo03_hh_000553.html

河川に堤防がある場合、堤防に守られた住宅地などがある側を内側（堤内・内水）と呼び、堤防の河川側を外側（堤外・外水）と呼ぶことが多いが、水は必ずしも外側から来るとは限らず、堤防の内側でも氾濫（内水氾濫）は起きる。建築物や舗装道路が地面の大部分を覆っている地域では、短時間に多量の降水があると、雨水が地中に浸透できず、地表に滞留する量が多くなる。2010年の一般資産等の被害額をみると、内水（内水+窪地内水）における被害額は、外水（破堤+有堤部溢水+無堤部溢水）による被害額とほぼ等しくなっており、被害額全体の約45%を占めている（図表4）⁷。外水による被害を防ぐためにダムや堤防などが設けられているのに対し、内水氾濫を防ぐためには、雨水を一時貯留することや地下に浸透させることが有効と考えられるため、ビルや公園、駐車場などの地下を利用した貯留施設の設置や浸透ます・浸透管、透水性舗装等による浸透機能の向上も進められている。



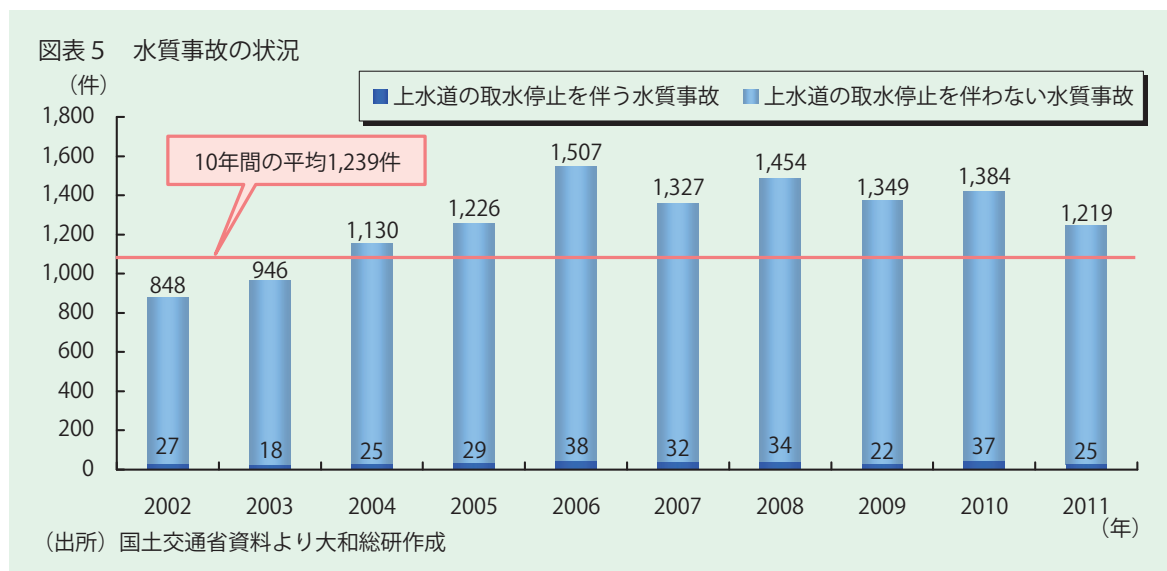
3 汚れる水

水に関わる被害はその量が原因となるだけでなく、水の質が原因となることも多い。上流域で工業用水や生活用水として使われた水は、河川に排出された後に下流域で再び取水される場合もあり、使用後の水に有害物質などが含まれれば、広範囲に汚染が拡大する可能性がある。そのため、[水質汚濁防止法](#)⁸では、有害物質（カドミウム、シアン化合物、鉛、六価クロム等：健康項目）による汚染状態とその他水の汚染状態（水素イオン濃度、浮遊物質、大腸菌群数等：生活環境項目）を防止すべく、規制を置いている。同法では、有害物質や汚染水を排出する施設を「特定施設」、特定施設を設置する工場や事業場を「特定事業場」として、規制対象の中心に位置づけている。有害物質や特定施設などについては、水質汚濁防止法施行令等で定められている。

7) 「平成22年水害統計調査（水害原因別被害）」総務省
http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&listID=000001088149
 8) 「水質汚濁防止法」法令データ提供システム
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S45/S45HO138.html>

しかし、水質汚濁防止法では、健康項目についての規制がすべての特定事業場に適用されるのに対し、生活環境項目についての規制は、一日あたりの平均的な排出水量が 50m³未満の特定事業場には適用されない、いわゆるスソ切り部分もある。また、国民の責務についても、「何人も、公共用水域の水質の保全を図るため、調理くず、廃食用油等の処理、洗剤の使用等を適正に行うよう心がけるとともに、国又は地方公共団体による生活排水対策の実施に協力しなければならない」（第 14 条の 6）という内容にとどまっている。必ずしもすべての排水が、基準を満たす水質であるとはいえない可能性もある。もとより、水循環の中で雨として降ってくる際に、初めから微粒子などを含み、屋根や舗装道路に降った雨が塵や埃を伴うこともある。また、水が地下から湧き出した時点で、既に水銀や砒素などの有害物質が含まれる場合もあり得る。河川等の水には、さまざまな物質が含まれている可能性があると考えるべきであろう。

国土交通省によれば、一級河川については、排水規制、下水道整備、河川浄化事業等の推進等によって、水質の改善が進んでいるとされている⁹。しかし、調査地点ごとにみると、都市域を流下する河川の中・下流域や湖沼などでは、十分な改善がみられていない地点もあるという。また、2011 年には、合計 1,244 件の水質事故が発生しており、そのうち上水道の取水停止を伴う重大な事故も 25 件あったとされている。2002 年から 2011 年の 10 年間の発生件数の推移をみると、上水道の取水停止を伴う水質事故はほぼ横ばいであるのに対し、取水停止を伴わない水質事故は、近年件数が増加傾向にあるようにみえる（図表 5）。



9) 「平成 23 年全国一級河川の水質現況の公表について」 国土交通省
http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo03_hh_000534.html

4 下水と下水道

水による災害を防止するとともに、水を清浄に保つ上で、下水道が果たす役割は大きい。下水道法¹⁰では、下水について「生活若しくは事業（耕作の事業を除く。）に起因し、若しくは付随する廃水（以下「汚水」という。）又は雨水をいう」（第2条第1号）と定義されており、下水は汚水と雨水からなることが示されている。また、下水道については「下水を排除するために設けられる排水管、排水渠その他の排水施設（かんがい排水施設を除く。）、これに接続して下水を処理するために設けられる処理施設（屎尿浄化槽を除く。）又はこれらの施設を補完するために設けられるポンプ施設その他の施設の総体をいう」と定義しており（同条第2号）、下水の排水と浄化が下水道の主な役割となる。

下水道事業のほとんどは、公共事業として地方公共団体によって運営されており、排水施設等を含めた下水道事業の総数は、2011年度末で3,625事業となっている（図表6）¹¹。下水道は、各市町村などが設置・管理することが原則となるが、2以上の市町村の下水を扱う流域下水道があり、特定の事業者の事業活動に主として利用される特定公共下水道などもみられる¹²。下水道事業の費用負担については、「汚水私費・雨水公費」が原則とされており、建設投資が嵩む下水道事業では、地方公共団体の負担も大きくなる。

図表6 処理施設と普及率（2011年度末）

種類		事業数	処理人口	普及率	
下水道	公共下水道	1,191	9,355 万人	下水道 処理人口 普及率 =75.8%	汚染 処理人口 普及率 =87.6%
	特定環境保全公共下水道	753			
	特定公共下水道	11			
	流域下水道	46			
排水施設	農業集落排水施設	918	350 万人		
	漁業集落排水施設	170			
	林業集落排水施設	26			
	簡易排水施設	26			
浄化槽 / コミュニティ・プラント、その他処理施設等		484 (注)	1,105 万人		
合計		3,625	1 億 811 万人	—	—

(注) 事業として実施されている数

(出所) 国土交通省・環境省資料より大和総研作成

10) 「下水道法」法令データ提供システム

<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S33/S33HO079.html>

11) 「地方公営企業（平成23年度地方公営企業決算の概況（冊子）」総務省

http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/c-zaisei/kouei_kessan.html

12) 「下水道の種類」国土交通省

<http://www.mlit.go.jp/crd/sewerage/shikumi/shurui.html>

日本の下水道は、明治時代に伝染病が蔓延したことを受け、下水を速やかに排除して都市を清潔に保つために建設が始められたが、1940 年頃の下水道処理人口は 500 万人程度にすぎなかったとみられている。戦後の経済成長に伴って、生活排水や工業排水が増加したことを受け、1958 年に下水道法が制定され、本格的な下水道の整備が進められている。2011 年度末現在では、下水道処理人口は約 9,355 万人とされており、総人口（1 億 2,335 万人）に対する普及率（下水道処理人口普及率）は 75.8%となっている¹³。また、下水の処理は、下水道以外にも排水施設や浄化槽等でも行われており、これらを合わせた汚水処理人口は 1 億 811 万人となり、汚水処理人口普及率は 87.6%とされている¹⁴。

5 雨のリスク

下水道は、降雨による雨水と家庭などから出る汚水を別々の管路で流す分流式と両方の水を一つの管路で流す合流式に分けられる。分流式では雨水は処理せずに河川等に排出し、汚水のみを処理施設で処理する。一方、合流式では、平常時には一本の管路で雨水と汚水の両方を処理施設まで送るが、一定量以上の雨水が管路に流れ込むと、雨水吐などと呼ばれる排出口から、下水と雨水が未処理のまま河川等に排出されることがある。人口増加などに伴って、早期に下水道の整備が求められた都市部では、建設費や施工期間などを考慮して、合流式で下水道が整備された地域も多い。合流式下水道については、環境への配慮などから改善が進められているが、2009 年度末現在で全国の 191 都市で合流式下水道が採用されており、合流式による下水道処理人口は約 2,414 万人とされている¹⁵。多量の雨が降れば、河川等に汚水が流れ込む地域もあるものとみられる。

気象庁では、1 時間に 50mm 以上 80mm 未満の雨を「非常に激しい雨」、80mm 以上の雨を「猛烈な雨」と表現している。1 時間降水量 50mm 以上の発生回数は、年ごとに変動が大きいものの、10 年ごとに区切って平均発生回数を計算すると、全国における発生回数は増加傾向にあるようにみえる（図表 7）。1 時間に 80mm 以上の猛烈な雨も、2011 年には全国で 21 回発生しており、2002 年から 2011 年の 10 年間でも年間平均 16.3 回発生したとされている¹⁶。また、気象庁によれば、一日の降水量が 200mm 以上の日数について、20 世紀初頭の 30 年間（1901～1930 年）と最近の 30 年間（1977～2006 年）を比較すると、出現頻度は約 1.4 倍になっているという¹⁷。

13) 報道発表資料「平成 23 年度末の下水道整備状況について」（平成 24 年 8 月 31 日）国土交通省
http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000169.html

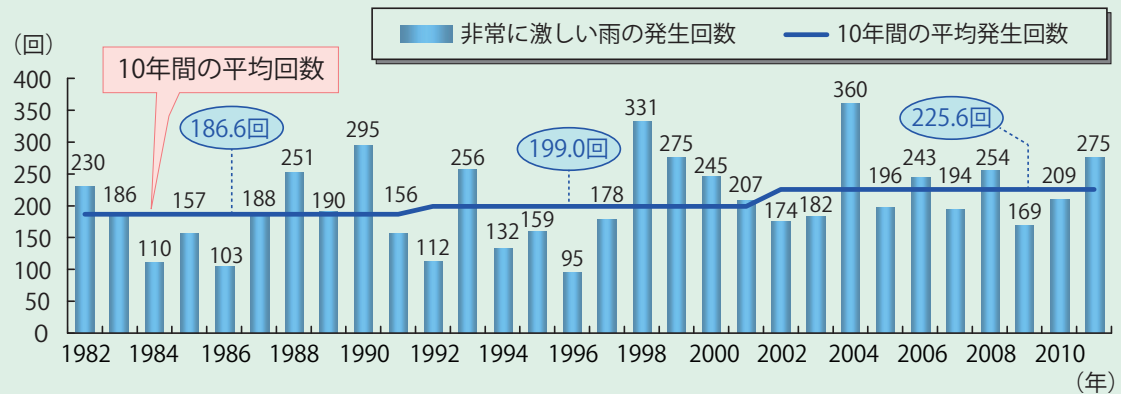
14) 報道発表資料「平成 23 年度末の汚水処理人口普及状況について」（平成 24 年 8 月 31 日）国土交通省
http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000170.html

15) 「下水道（合流式下水道の改善）」国土交通省
http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000136.html

16) 「アメダスで見た短時間強雨発生回数の長期変化について」気象庁
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/heavyraintrend.html>

17) 「異常気象リスクマップ」気象庁
<http://www.data.kishou.go.jp/climate/riskmap/heavyrain.html>

図表 7 1 時間降水量50mm以上の発生回数



(注) 各年の発生回数は観測地点数1,000地点に換算されている

(出所) 気象庁資料より大和総研作成

山地が多く平地が少ない日本では、人口の約 50%、資産の約 75%が洪水氾濫域（洪水時の河川水位より低い地域）に集中しているとされている。低地では平常時でも河川が堤内よりも高い位置を流れるいわゆる天井川となっている地域や、地下水の過剰揚水に伴う[地盤沈下](#)によっていわゆるゼロメートル地帯となっている地域もある。また、都市部では地下街や地下鉄など、地下を利用した施設や設備なども増加している。長期的な気候変動などにより、大雨の発生頻度が増加し、一回の雨量も増えていくとすれば、深層崩壊を伴う大規模な土砂災害の危険性が高まるとともに、河川の氾濫や内水氾濫に伴う被害が拡大し、河川や海に汚染が広がる可能性もあろう。

以上

（次回は「水と時の流れ」について取り上げます。）