

目 次

1. はじめに	1
2. 水害被害傾向の分析	3
2.1 長期的水害被害トレンド	3
2.2 中期的水害被害トレンド	7
2.3 中期的にみた水害被害の分析	8
3. 巨大水害の特徴分析	13
4. 特徴的な水害と教訓	19
5. 水害被害に至るまでの現象分析	31
5.1 豪雨・流出特性	31
(1) 豪雨特性	31
(2) 流出特性	35
5.2 洪水・流砂特性	38
5.3 越流・破堤特性	46
5.4 氾濫特性	56
5.5 被害を助長する要因	65
6. 水害被害に対する対応	71
6.1 戦後の水害と治水対策	71
(1) 法律・制度・組織の変遷	71
(2) 治水施設の整備	74
(3) 施設の運用・管理による対応	87
(4) ソフト対策の推進	91
(5) 災害復旧工法	102
6.2 最近30年間の出来事・対策・事業	107
6.3 河川研究と観測・解析技術	116

(1) 河川研究の動向	116
(2) 河川・気象に関する観測・解析技術	119
7. 水害被害傾向・原因からみた減災対策	123
7.1 水害被害特性	123
7.2 今後の減災のあり方	127
7.3 個人の危機回避策	131
8. おわりに(10～20年後の水害と減災)	137
文中の略称	142

【付録】

付録1：平成27（2015）年関東・東北豪雨による 鬼怒川破堤災害調査報告	143
付録2：水害論・洪水論などに関する書籍	152
付録3：知っておくと便利な数値	153

【コラムの目次】

① 豪雨とは？ … 6 / ② 大型台風の襲来は減ったか … 8 / ③ 届かなかった メッセージ … 21 / ④ キャンパー事故 … 22 / ⑤ 道路管理と河川管理の板 挟み … 44 / ⑥ 破堤までの時間 … 48 / ⑦ 複合した破堤原因 … 52 / ⑧ 堤 防は城の石垣？ … 53 / ⑨ 手戻りを減らす越流流量の式 … 56 / ⑩ 安全に できる避難活動 … 62 / ⑪ 水防の神様 … 93 / ⑫ 大東水害訴訟での河川管 理の制約 … 108 / ⑬ 氾濫シミュレーション手法の改善 … 109 / ⑭ 水理模 型実験で経験する … 119 / ⑮ 破堤原因の見極め方 … 126 / ⑯ 氾濫原管理 の難しさ … 130
--

|| 1 ||

はじめに

ここ 30 年間で河川・洪水論の書籍は数多く出されているが、水害・防災論の書籍は少ない。

過去の水害被害の状況や水害への対応を振り返ってみることは、今後の治水を考えるうえで重要なことである。本著では、水害に関わる現象や事例を客観的・系統的に比較・分析するとともに、その結果に鑑みて、減災のための効果的なハード対策、臨機応変のソフト対策について考察し、減災のためのノウハウを記述した。

本著は、項目ごとに水害や治水の歴史を振り返り、過去から得られた教訓や、今後の治水のあり方について述べた。構成からもわかるように、水害・治水の歴史や教訓はコンサルタント業務に参考となるし、今後の治水に関する展望は行政機関が今後減災を進めていくうえでのヒントになると思われる。

平成 27 (2015) 年 9 月に茨城県常総市で発生した関東・東北豪雨に伴う鬼怒川破堤災害についても、付録や関連する箇所で記述している。また、16 のコラムを設け、水害被害や対策に関する主観的な考察も記載している。

戦後の水害・治水の大局的な流れを治水関連の法律・制度・事業、当時の背景などとともに次ページに表記した。今後の「管理の時代」に記載した「広域減災関連法」とは、広域的な巨大水害に対応するため国・県・市が連携する減災を法律で位置づける必要があることを表している。

平成 28 年 7 月

末次 忠司

Ⅱ 1 Ⅱ はじめに

年代	水害と治水	法律・制度・事業	背景
昭和 20 (1945) ～ 昭和 34 (1959) 年 大水害の時代	戦後枕崎・カスリーン台風などの大型台風の襲来により、壊滅的な被害を被った。昭和 28 (1953) 年には梅雨前線豪雨などが発生し、九州・和歌山は大水害となり、伊勢湾台風では戦後最多の死者・行方不明者となった	災害救助法 水防法 河川砂防技術基準	国土の荒廃 戦後復興
昭和 35 (1960) ～ 昭和 47 (1972) 年 ハードの洪水防御	伊勢湾台風を受けて、治水事業の長期計画が策定された。この時代には太田川・狩野川放水路や渡良瀬遊水地のような大規模治水事業が行われた。土石流災害などに対する土砂災害対策も開始された。1972 (昭和 47) 年には最後の全国規模の水害が発生した	治水事業十箇年計画 治山治水緊急措置法 災害対策基本法 激甚災害法 河川法の改正 土砂災害対策事業	高度経済成長 GNP 世界 2 位 公害問題
昭和 48 (1973) ～ 昭和 59 (1984) 年 都市水害の顕在化	直轄の多摩川・石狩川・長良川水害に加え、相次ぐ都市水害を受けて、総合治水対策事業が開始された。このころ、神田川や鶴見川などの都市河川災害が多発した。水害訴訟が多くなりはじめた時期でもあった	河川管理施設等構造令 総合治水対策特定河川事業	経済危機 権利の主張 公害訴訟の増加
昭和 60 (1985) ～ 平成 8 (1996) 年 新たな対策の時代	経済規模の拡大に伴って、スーパー堤防、地下河川・調節池などのプロジェクトが進行した。ソフト対策としては、洪水ハザードマップが作成・公表された	災害対策基本法の改正 総合治水関連の事業	米国からの内需圧力 バブル経済とその崩壊 環境重視
平成 9 (1997) 年 ～現在 減災の時代	豪雨の増大により、福岡で地下水害、名古屋で東海豪雨災害が発生した。これらを受けて特定都市河川浸水被害対策法が制定された。河川法改正を受けて新たな河道計画が策定されたり、東日本大震災により法律が改正された	河川法の改正 土砂災害防止法 特定都市河川法 水防法・災害対策基本法の改正	安定経済成長 個人の尊重 少子高齢化 人口減少
今後 管理の時代	経済成長期に建設された多数の河川管理施設が更新の時期を迎えるため、建設投資額が圧迫され、施設の維持管理を中心に行う時代となる。そのため、治水も実質的に災害復旧中心となる。高齢化に対応した減災が必要となる	広域減災関連法 管理型減災	低経済成長 多種多様化の時代 社会変化への対応

|| 2 ||

水害被害傾向の分析

2.1 長期的水害被害トレンド

水害被害を戦後約 70 年間の長期トレンドでみると、

- ・ 水害による死者・行方不明者数や被災家屋数は減少している
- ・ 水害被害額は大きく変化していない

となる。堤防やダムなどの治水施設の整備、各種気象警報の発令数の増加に伴って、水害被害は減少傾向にある（**図 2.1**）が、人口や資産の集積した都市域で発生する都市水害や水害に脆弱な地域の被災などにより水害被害額自体は減少傾向にはない（**図 2.2**）。こうした**状況に影響を及ぼしている要因**をみると、

- ・ 直轄完成堤延長は 45 年前と比べて約 2 倍
- ・ 最近 5 年間の警報発令数は昭和 40 年代（アメダス運用前）と比べて 8～10 倍
- ・ 最近 17 年間の水害被害密度はそれ以前と比べて 3～4 倍

ということがわかる。**図 2.1**のように、**治水対策**は 1 次関数的に進展しているのに対して、被災家屋数などの水害被害はそれ以上に対数関数的に減少しているのが特徴である。ここで、堤防は直轄区間の完成堤（定規断面堤防）の延長、ダムは総貯水容量が 1 000 万 m³ 以上の洪水調節容量¹⁾（指標として今回初めて採用した）、警報発令数は大雨・高潮・洪水警報の総数、水害被害密度 = （一般資産等水害被害額²⁾ - 農作物被害額） / 農地を除いた浸水面積、で表している。警報では、昭和 63（1988）年 3 月までは暴風雨警報が発令されていたが、

1) 国内には約 3 000 のダムがあるが、総貯水容量が 1 000 万 m³ 以上のダムは約 300 あり、このうち、竣工年度と洪水調節容量が判明している 243 ダムを対象とした（日本ダム協会『ダム年鑑 2014』2014 年）。昭和 25（1950）年からの累積洪水調節容量で示している

2) 一般資産等水害被害額 = 水害被害額 - （公共土木施設被害額 + 公益事業等被害額）：公益事業とはライフラインなどで、被害額は全体の 1～2% と少ないが、停電などの影響は非常に大きい（国土交通省：水害統計）

Ⅱ Ⅱ 水害被害傾向の分析

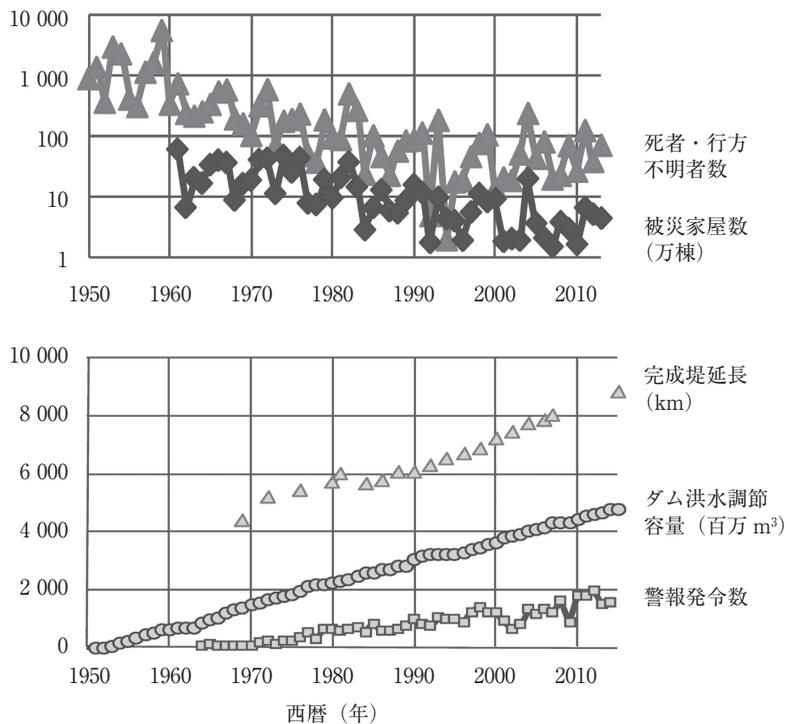


図 2.1 水害被害の水害被害の推移と変化原因 (1)
 —死者・行方不明者数・被災家屋数と完成堤延長・ダム洪水調節容量 (累積)・警報発令数—

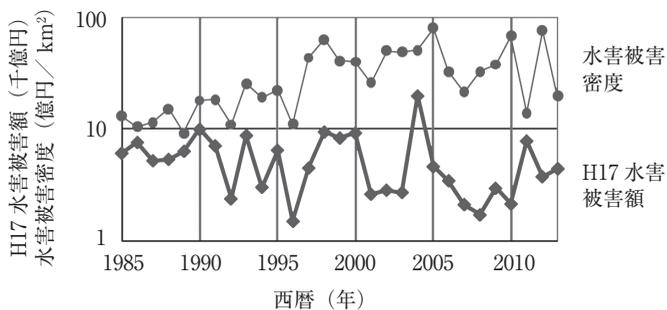


図 2.2 水害被害の推移と変化原因 (2) —水害被害額と水害被害密度—
 H17 水害被害額とは、デフレーターにより 2005 (平成 17) 年の物価に換算した被害額である

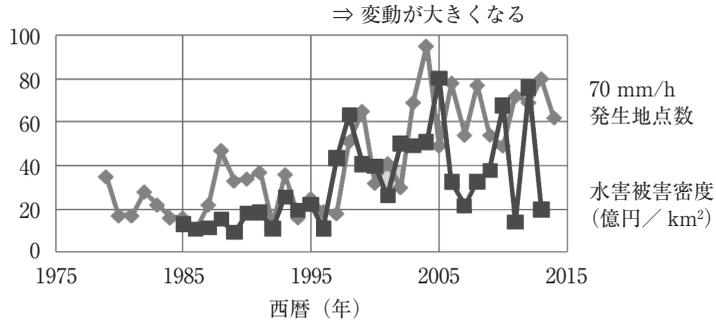


図 2.3 水害被害密度と豪雨発生地点数

豪雨データでは北緯 30 度以南の亜熱帯地方、標高 700 m 以上の高地は除いている

その後暴風警報に変更されたので、警報数としては計上していない。

水害被害の傾向として特徴的なのは、水害被害額だけが減少傾向にないことで、この原因が都市水害の増加にあることを示した。変動はあるものの、都市水害の指標となる水害被害密度は平成 9 (1997) 年以降高い傾向にあり、70 mm/h 以上の豪雨も平成 10 (1998) 年以降が多い傾向にある (図 2.3)。両者の増加時期は近いが、これらに何らかの関係があるのであろうか。

豪雨をもたらす元々の原因は積乱雲などの気象現象であるが、豪雨を助長するのは水蒸気以外では気温上昇に伴う上昇気流の影響が強い。この気温上昇は長期的な地球温暖化以外に、都市活動に伴う人工排熱 (自動車、工場、エアコン) や土地被覆 (地面のアスファルト化など) が影響していると考えられる。水害・豪雨が変化しはじめた平成 10 (1998) 年を昭和 55 (1980) 年 (約 20 年前) と比較すると、全国で道路・建物面積がそれぞれ 1.2 倍 (国土交通省調べ)、自動車台数が 2 倍、エアコン台数が 4 倍に変化しており、こうした都市熱環境の変化が豪雨増加を招いたのではないかと考えられる。

自然災害全体で見ると、昭和 34 (1959) 年の伊勢湾台風以降で 1000 人以上の犠牲者を出した災害は平成 7 (1995) 年の阪神・淡路大震災までなく、この 36 年間の大災害空白期間があったために、日本は経済成長を成し遂げることができたとも言える。

|コ・ラ・ム| 豪雨とは？ | 豪雨は大雨警報の 50 mm/h が採用されるなど、人・機関により定義が異なる。本著で 70 mm/h 以上を豪雨としたのは、① この値が水害を発生させる記録的短時間大雨情報の下限値であること、② 地下水害は 70 mm/h 以上で発生している（表 4.2）ことからである。図 5.2 の「降雨量と浸水棟数」の図でも、70 mm/h 以上が大水害発生の目安となっている。なお、筆者が経験した最大時間雨量は 100 mm で、車で高速ワイパーを動かしても前がみえないほどであった。

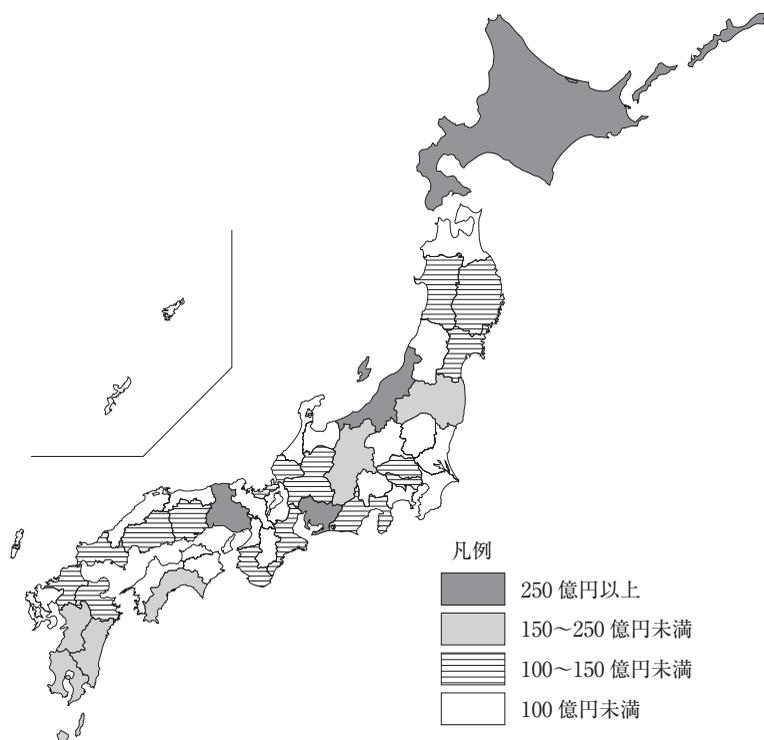


図 2.4 都道府県の過去 30 年平均の水害被害額

最後に地域ごとの水害被害額についてみる（図 2.4）。過去 30 年間（昭和 59～平成 25 年）の名目被害額の平均でみると、250 億円／年以上は 4 道県、

【著者略歴】

末次忠司（すえつき・ただし）

山梨大学 大学院 総合研究部 工学域 土木環境工学系 教授
1980年 九州大学 工学部 水工土木学科 卒業
1982年 九州大学 大学院 工学研究科 水工土木学専攻 修了
1982年 建設省 土木研究所 河川部 総合治水研究室 研究員
1988年 〃 企画部 企画課 課長補佐
1990年 〃 企画部 企画課 課長
1992年 〃 河川部 総合治水研究室 主任研究員
1996年 〃 河川部 都市河川研究室 室長
2000年 〃 河川部 河川研究室 室長
2006年 財団法人ダム水源地環境整備センター 研究第一部 部長
2009年 独立行政法人土木研究所 水環境研究グループ グループ長
2010年 山梨大学 大学院 医学工学総合研究部 社会システム工学系 教授
2012年 山梨大学 大学院 総合研究部附属 国際流域環境研究センター 教授
博士（工学），技術士（建設部門）

◎主要な著書

- ・末次忠司『図解雑学 河川の科学』ナツメ社，2005年
 - ・末次忠司『これからの都市水害対応ハンドブック』山海堂，2007年
 - ・国土交通省国土技術政策総合研究所監修・水防ハンドブック編集委員会編『実務者のための水防ハンドブック』技報堂出版，2008年（共著）
 - ・末次忠司『河川の減災マニュアル』技報堂出版，2009年
 - ・末次忠司編著『河川構造物維持管理の実際』鹿島出版会，2009年（共著）
 - ・末次忠司『河川技術ハンドブック』鹿島出版会，2010年
 - ・末次忠司『水害に役立つ減災術—行政ができること 住民にできること—』技報堂出版，2011年
 - ・末次忠司『もっと知りたい川のはなし』鹿島出版会，2014年
 - ・末次忠司『実務に役立つ総合河川学入門』鹿島出版会，2015年
- *単著と，著者が中心となって編集した共著を示した

水害から治水を考える

教訓から得られた水害減災論

定価はカバーに表示してあります。

2016年8月25日 1版1刷発行

ISBN978-4-7655-1838-3 C3051

著 者 末 次 忠 司
発 行 者 長 滋 彦
発 行 所 技報堂出版株式会社
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-2-5
電 話 営 業 (03) (5217) 0885
編 集 (03) (5217) 0881
F A X (03) (5217) 0886
振替口座 00140-4-10
U R L <http://gihodobooks.jp/>

日本書籍出版協会会員
自然科学書協会会員
土木・建築書協会会員

Printed in Japan

©Tadashi Suetsugi. 2016

装丁：田中邦直 印刷・製本：昭和情報プロセス

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

JCOPY <出版者著作権管理機構 委託出版物>

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構（電話 03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, e-mail:info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。