

水害リスク情報に基づく土地利用 ・ 建築の誘導に関する研究

中西 宣敬¹・瀧 健太郎²・小根田 康人³・西嶋 照毅⁴・美濃部 博⁵

¹非会員 滋賀県土木交通部流域政策局流域治水政策室（〒520-8577 大津市京町4-1-1）

²正会員 博（工） 滋賀県商工観光労働部観光交流局国際室（〒520-8577 大津市京町4-1-1）

³非会員 滋賀県東近江農業農村振興事務所田園振興課（〒527-8511 東近江市八日市緑町7-23）

⁴正会員 滋賀県土木交通部流域政策局流域治水政策室（〒520-8577 大津市京町4-1-1）

⁵正会員 滋賀県土木交通部（〒520-8577 大津市京町4-1-1）

本研究では、超過洪水を考慮した減災型治水システムを構築するための一手法として、水害リスク情報に基づく土地利用・建築の誘導方策について検討した。まず、内外水を同時に考慮可能な氾濫水理モデルを構築し、滋賀県内の主要氾濫原域における基礎水量を算出した。これらの計算結果を「地先の安全度」として、外力別の最大浸水深や最大流体力のほか、床上浸水・家屋水没・家屋流失といった被害種別ごとの発生確率として表現した。次に、都市計画及び建築に係る既存法制度の枠組みを活用し、「地先の安全度」の情報に基づき、以下のような土地利用・建築の誘導方法を提案した。

- ・10年確率降雨による床上浸水予見区域：市街化区域への新規編入抑制
- ・200年確率降雨による家屋水没および家屋流失予見区域：耐水化建築の義務付け

Key Words : *flood-reduction measures, risk evaluation method, land-use classification, architectural regulation, , design of institutional arrangements*

1. はじめに

近年、我が国では高齢化社会の進展に伴う健康福祉関係費や公共土木施設の維持管理費の増大等の影響により財政状況が悪化し、河川整備等による治水安全度向上対策の進捗が鈍化する傾向にある。一方、地球温暖化等に起因する気候変動の影響等により、全国各地で異常豪雨による被害が頻発している。特に昨年3月の東日本大震災を機に地震・津波対策では施設整備だけでは災害を完全に防御することはできないとの認識の下に、災害を封じ込める「防災」から、人命を最重視し被害を最小化する「減災」の考え方へ方向転換することとされた。治水対策においても、昨年7月の新潟・福島豪雨や、9月に紀伊半島を縦断した台風12号がもたらしたこれまでの記録を大幅に上回る規模の豪雨による大水害は、施設整備により洪水氾濫を防御するというこれまでの治水対策の

限界を痛感させるとともに想定外の事態に備える減災対策の重要性を改めて認識させるものであった。

今後の治水対策は、河川改修や洪水調節施設の設置等の河川対策、雨水貯留・浸透施設の設置等による流域対策に加え、霞堤、二線堤、輪中堤等の氾濫流制御施設の整備・保全、水害リスクを踏まえた安全な土地利用や建築の誘導、水防活動や避難行動の促進等の氾濫原における減災対策についても重層的に進めることが求められている¹⁾。このような背景の中、滋賀県では本年3月に流域一河川一氾濫原における防災・減災対策の方針についてまとめた「滋賀県流域治水基本方針²⁾」を策定したところである。本基本方針では、氾濫原での減災対策の推進にあたり、人々の暮らしの舞台である氾濫原の各地点（以下、「地先」という）の安全度を評価し、これを踏まえた減災対策を推進していく必要があることを述べている。

本研究では、基本方針で示した「地先の安全度」に着目した水害リスク評価の手法を提案し、滋賀県の主要な氾濫原を対象に、この水害リスクを踏まえた安全な土地利用および建築の誘導方策のあり方についての考察を述べる。

2. 水害リスクの評価方法

(1) 評価指標 — 地先の安全度

我が国ではこれまで、個別の河川や雨水渠等、個々の治水施設の安全度は評価されてきたものの、これらの施設が総体として影響を与える場である氾濫原の「地先の安全度」については明らかにされてこなかった。しかし、水害リスクを踏まえた土地利用や建築の誘導を考えるにあたっては、図-1 に示すように、この「地先の安全度」を評価する必要がある。

(2) 水理モデル

水害リスクを評価するための水理諸量の算定には、瀧ら³⁾が開発した統合型水理モデルを用いた。このモデルは県下の主要な氾濫原で測定されたLPデータを基に50mメッシュの地盤高データを作成し、河道域を一次元、氾濫域を二次元の非定常流で解くものである。また、雨水渠やほ場整備が実施されている区域については事業計画相当の排水を考慮し、その他の小規模な河川や水路については平川ら⁴⁾の手法により等流水路として扱っている。本水理モデルにより、様々な降雨波形から内外水の区別なく流出域・河道域・氾濫域までの一連の水理現象を統合的に扱える。図-2 は統合型水理モデルのイメージである。

(3) 評価外力

評価対象外力として再現期間を10,30,50,100,200,500,1000年とする7降雨を流域全体に一樣に与えた。降雨波形については、滋賀県降雨強度式⁵⁾を用いて継続時間を24時間とした中央集中型を採用した。なお、滋賀県降雨強度式の適用範囲外である降雨継続時間6時間以上の降雨強度については彦根地方気象台の観測雨量（1894-2009）を用いて補完した。また、滋賀県降雨強度式の適用範囲外である、200、500、1000年確率の降雨波形については、彦根地方気象台で観測された年最大日雨量がGEV（一般化極値分布、SLSC（99%）⁶⁾が最小値）に従うと仮定し、100年確率の降雨波形をそれぞれ1.2倍、1.5倍、1.8倍した。図-3は200年確率のモデル降雨である。

このうち、10年確率は小河川（下水道（雨水）や農業用排水路も含む）の整備目標に相当する。また、30～50年確率は中規模河川（流域面積50km²以上の河川）で当面の整備目標とする戦後最大実績洪水を概ね包括する。100年確率は中規模以上の河川で将来的に（河川整備基本方針レベルで）目標とする整備水準であり、200年から1000

年確率は超過外力を意図している。

(4) 計算条件（破堤条件）

滋賀県内の河川は他府県の沖積平野を流下する河川に比べて、勾配が大きく洪水継続時間が短い特性を有している。また、全国的な統計によると越水しても破堤が確認されない事例も多数報告されており⁷⁾、破堤した場合の要因の75%は越水破堤によると報告されている⁸⁾。さらに滋賀県下の河川の多くは高水護岸が計画高水位以下まで施行されてきた経緯がある。このような特性を踏まえ、破堤条件については以下の3通りを設定し、これら3つの計算結果の最大包絡値を地先の安全度として評価した。なお、破堤幅や破堤時間等は栗城ら⁹⁾の手法を用いて設定した。

- case.1) 河道内の計算水位が堤防天端高を超えた時点で破堤せずに越水が始まると仮定
- case.2) 河道内の計算水位が堤防天端高を超えた時点で破堤が始まると仮定
- case.3) 河道内の計算水位が堤防天端高から河川管理施設等構造令に示される余裕高を差し引いた高さに計算水位が達した時点で破堤が始まると仮定

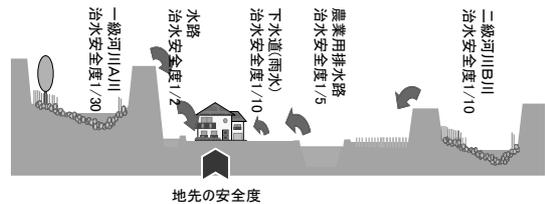


図-1 治水施設の安全度と地先の安全度

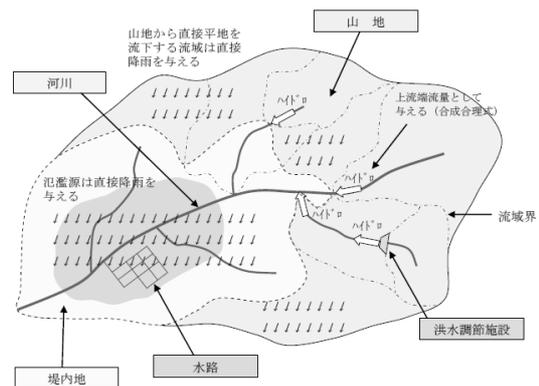


図-2 統合型水理モデルの構成

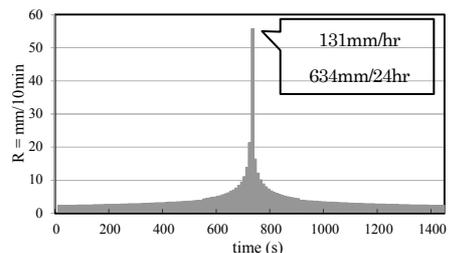


図-3 モデル降雨（200年確率）

3. 水害リスク情報の施策への適用

(1) 評価結果 — 地先の安全度マップ

統合型水理モデルを用いて算出した降雨再現期間 10, 30, 50, 100, 200, 500, 1000年のメッシュごとの水理諸量を基に、被害の程度を、①家屋流失、②家屋水没、③床上浸水にランク分けした。家屋流失は佐藤ら¹⁰⁾の調査結果を参考に単位幅運動量/単位体積重量((流速)²×水深) (以下「流体力」と言う)が2.5(m³/s²)、家屋水没は平屋の軒下を目安に浸水深が3.0(m)、床上浸水は浸水深が0.5mを超える場合に生じるとし、各被害の区間発生確率を評価した「地先の安全度マップ」を作成した。ただし、これらの算定結果は現時点での試算値であり、実用化に向けては現地での整合性を確認し十分精査される必要がある。

(2) 滋賀県の流域治水政策

滋賀県では流域治水の目標を「どのような洪水であっても、①人命が失われることを避け(最優先)、②生活再建が困難となる被害を避ける。」とし、図-4に示すように、これまで河川法等に基づき進めてきた治水対策に加え、これらの施設整備の目標を超える洪水が発生した場合の対策についても並行して進めていくこととしている。

また、流域治水の目標を達成するため、図-5に示す「河道内流下対策」「流域貯留対策」「氾濫原減災対策」「地域防災力向上対策」の4つの分野の施策を重層的に進めることとしている。ここで示した各対策の特徴的な内容は以下のとおりである。

- 1) 河道内流下対策：従来の河川整備に加え、計画規模を超える洪水を想定した堤防強化対策(瀧ら¹¹⁾)を進める。
- 2) 流域貯留対策：森林の洪水緩和機能の維持や流木による被害拡大予防のため、森林の多面的機能の保全に努める。
- 3) 氾濫原減災対策：水害リスクを考慮した土地利用および建築の誘導を行う。
- 4) 地域防災力向上対策：住民と行政機関が協働して協議会を設置し、地域に応じた避難計画の検討を進める。

なお、本稿ではこのうち「氾濫原減災対策」の水害リスクを考慮した土地利用および建築の誘導について詳述する。

(3) 水害リスクを考慮した土地利用の誘導

滋賀県内の水害経験を有する地域では、過去の経験を踏まえ、高台への移住や浸水を考慮した家屋のかさ上げ等、水害リスクを考慮した土地利用や建築が多くみられる。しかし、近年大規模な浸水を伴う水害が発生していないことから、水害リスクを考慮した土地利用や建築

の工夫が伝承されず、水害に対して無防備な建築が行なわれたり、水害リスクの高い地域において宅地開発が行なわれるなどの事例が散見される。このようなことから、水害リスクを広く公表するとともにこれを踏まえた安全な土地利用および建築の誘導を進める必要がある。

一方、都市計画法では、無秩序な市街化を防止し、計画的な市街化を図るため、一定の都市計画区域について、これを区分して市街化区域と市街化調整区域とを定めることとされており、昭和45年には当時の建設省都市局長および河川局長の連名で「昭和55年度の治水施設等の整備状況を想定し、おおむね60分雨量強度50mm程度の雨を対象として河道が整備されないものと認められる河川のはんらん区域及び0.5m以上の湛水が予想される区域」は「原則として市街化区域に含めないものとする」という内容の通達が出されている¹²⁾。

この通達は地方分権一括法の施行に伴い、技術的助言という位置づけになっているが、滋賀県では、この通達の内容を参考に、床上浸水の頻発が想定される区域として、地先の安全度マップにおいて10年確率降雨(60分雨量強度50mm)で0.5m以上の浸水深が想定される区域(図-6 市街化抑制区域)の市街化区域への新規編入を禁止する指導を始めている。なお、0.5m以上の浸水深が想定される区域であっても盛土等の対策により浸水深が0.5m未満になる等、安全性が確認できる場合には禁止を解除することとしている。図-7は床上浸水(浸水深0.5m以下)の年発生確率図である。

(4) 水害リスクを考慮した建築の誘導

水害リスクの中でも特に浸水深が深く、家屋が水没する区域や氾濫流の力により家屋が流失する区域について

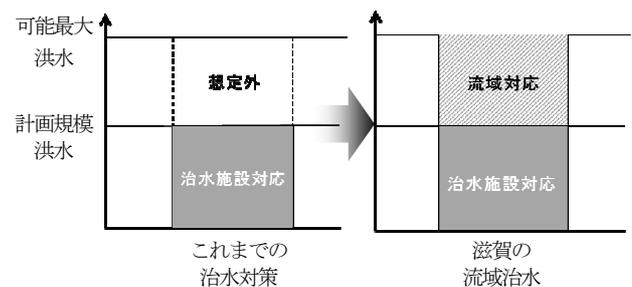


図-4 流域治水の目標

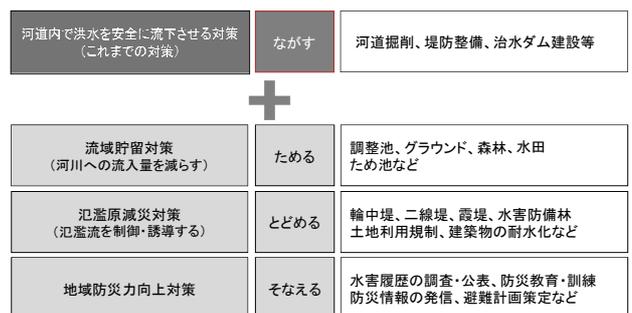


図-5 流域治水の施策分類

ては人命が失われる可能性が考えられるため、このような区域では住居の用に供する建築物の建築抑制や地盤のかさ上げや堅牢な建築物とするなど、安全な住まい方に誘導する必要がある。

建築物の構造等については、建築基準法により最低の基準を定めて、国民の生命、健康及び財産の保護を図ることとされており、特に出水等による危険の著しい区域については地方公共団体が災害危険区域として指定することができることとされていることから、この制度を活用することを基本とする。

なお、安全な住まい方への誘導を行うにあたっては、どのような規模を対象に施策を展開するのか、外力の規模を設定する必要がある。滋賀県の大部分が含まれる淀川水系については既に河川法に基づく河川整備計画が策定されている。本計画では淀川本川は200年確率、滋賀県を含む中上流においては戦後最大洪水が目標とされており、戦後最大洪水はおおむね30年から50年確率に相当する。これらは人口や資産の分布状況から設定されているものであるが、人命については下流と同様の安全度が確保されるべきであるとの考えから、建築誘導を行う対象を検討する外力は200年確率に設定している。

そこで、地先の安全度マップの200年確率降雨により、家屋流失（流体力 $2.5\text{m}^3/\text{s}^2$ 以上）および家屋水没（浸水深 3.0m 以上）の発生が予想される区域を出水による危険の著しい区域（図-6 建築規制区域）とみなし、建築基準法の災害危険区域制度の活用等、安全な住まい方を義

務付ける施策を進めようとしている。なお、流体力による規制や各指標の閾値、外力規模、災害危険区域制度の活用の是非等については現在検討途上のものであり、今後の議論によっては変更されることもあり得る。図-8および図-9はそれぞれ、家屋水没（浸水深 3.0m 以上）、家屋流失（流体力 $2.5\text{m}^3/\text{s}^2$ 以上）の年発生確率図である。

また、家屋流失および家屋水没の発生が予想される区域における安全な住まい方については、昭和34年10月に当時の建設省建設事務次官から出された通達（風水害による建築物の災害防止について）¹³⁾を参考に次のような対策を求めることを想定している。

1) 家屋水没が予想される区域

- ・ 予想浸水面まで地揚げをするか、または床面（少なくとも避難上必要な部分の床面）を予想浸水面以上の高さとする。
- ・ 予想浸水面下の構造は次の各号の一に該当するものとする。
 - a) 主要な柱、または耐力壁を鉄筋コンクリート、補強コンクリートブロック、鉄骨等の耐久性の構造としたもの
 - b) 基礎を布基礎とし、かつ、軸組を丈夫にした木造としたもの
- ・ 付近に有効な避難施設があるものまたは用途上、構造上やむを得ないもので避難上支障のないものについては制限を緩和するものとする。

2) 家屋流失が予想される区域

- ・ 有効な防護堤等の施設がある場合を除き、鉄筋コンクリート造等の堅ろうな建築物とするものとする。
- ・ 特に危険な区域については、居住の用に供する建築物の建築を禁止するものとする。

-1/ 2 (0.500)	年平均発生確率	市街化抑制区域	建築規制区域		
-1/ 10 (0.100)					
-1/ 30 (0.033)					
-1/ 50 (0.020)					
-1/100 (0.010)					
-1/200 (0.005)					
-1/500 (0.002)					
...					
被害の程度(浸水深・流体力)					
	level.1	level.2	level.3	level.4	level.5
	無被害	床下浸水	床上浸水	家屋水没	家屋流失
	$h < 0.1\text{m}$	$0.1\text{m} \leq h < 0.5\text{m}$	$0.5\text{m} \leq h < 3.0\text{m}$	$3.0\text{m} \leq h$	$u^2 h \geq 2.5\text{m}^3/\text{s}^2$
□	社会的に許容可能な領域				
■	社会的に許容不可能な領域				

図-6 水害リスクマトリクスと規制区域

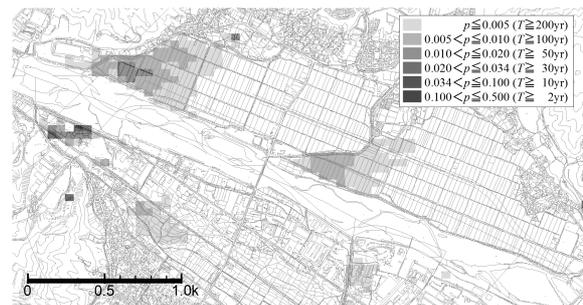


図-8 家屋水没の年発生確率

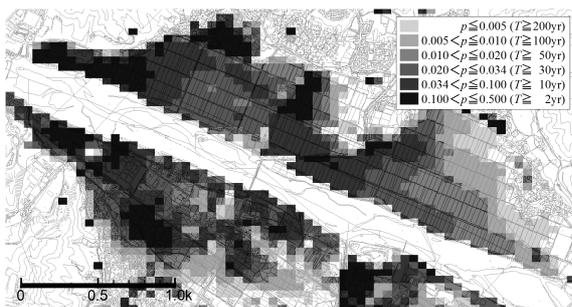


図-7 床上浸水の年発生確率

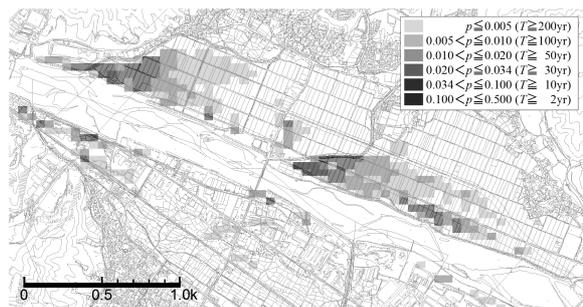


図-9 家屋流失の年発生確率

さらに、これらの対策の実効性を高めるため、既存建築物の建て替えや改築については助成等を行うことも合わせて検討している。

4. 結語

水害リスク情報を活用した土地利用および建築の誘導を行うための制度について提案した。現在、滋賀県ではこれらの施策を推進するための条例制定へ向けた検討を始めているところである。

水害リスクの情報としては、これまで水防法に基づく浸水想定区基図が作成され、避難計画等の減災対策に一定活用されてきたが、これらの情報が土地利用や建築の誘導に活用された事例は少ない。しかしながら、本稿で示した内外水の氾濫現象を考慮した水害リスクの予測情報を活用することにより安全な土地利用および建築の誘導施策が推進できると考えられる。

なお、建築基準法第39条の災害危険区域制度を活用した建築誘導施策については、設定した閾値を超える区域では私権制限を伴う強い規制がかかるのに対し、それ以下の区域では何の規制もかからない状況となる。このようなアンバランスを低減するため、閾値以下の区域においても水害に備えた建築物のあり方を指導する仕組みを条例に位置づけていく必要があると考えられる。一方、現行の建築基準法の耐震基準では閾値を設けず、リスクに応じた建築物を求めている。本基準についても水害や土砂災害等の様々なリスクが盛り込まれるべきであろう。また上記の他、次のような課題について検討を進める必要がある。

1) 堤防決壊に伴う家屋流失区域の蓋然性

滋賀県では天井川と呼ばれるような河床が周辺地盤より高い築堤河川が多くみられる。これらの河川の堤防が決壊した場合には、家屋が流失するような流体力が発生することが予想され、このようなリスクが予想される区域では建築物の建築を抑制する、または柱や耐力壁を鉄筋コンクリートにする等の対策が必要と考えられる。しかし、堤防が決壊する要因は多様であることから、様々な破堤条件を設定したとしても蓋然性に課題が残る。

2) 避難施設の取り扱い

建築規制の態様については、先述のとおり、昭和34年の建設省建設事務次官通達を参考としているが、この中で記載のある「付近に有効な避難施設のある場合の取り扱い」について、その条件設定および整備主体等について検討する必要がある。

3) 琵琶湖洪水に対する態様

琵琶湖の面積は約670km²と広大であることから洪水時の水位上昇速度は緩やかであるものの、明治29年に琵琶湖水位がB.S.L.(Biwako Surface Level) +3.76mまで上昇する琵琶湖洪水を経験しており、現時点で同様の降雨があった場合でも最高水位はB.S.L.+2.5m(初期水位B.S.L.

-0.3m)に達することが予想されている。琵琶湖岸周辺では、琵琶湖洪水の影響を適切に考慮する必要がある。

4) 区域指定

災害危険区域は既に全国各地の自治体が指定し、住居の用に供する建築物の建築の禁止やその他建築物の建築に関する制限を行なってきたが、いずれの区域も過去に発生した災害を受けて指定されたものであり、災害の発生を予見して区域指定された事例はない。土砂災害防止法での区域指定の事例にみられるように、被災経験がない地域においては水害リスクの理解が得られず、区域指定が難航することが予想される。したがって、過去の水害写真や体験談、シミュレーション結果の立体映像等を活用した住民とのリスクコミュニケーションが重要である。

謝辞：滋賀県流域治水検討委員会(学識者部会)の多々納裕一委員長(京都大学防災研究所教授)を始め委員の先生方には、検討の過程で折に触れ貴重なご助言を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献：

- 1) 例えば、社会資本整備審議会：中期的な展望に立った今後の治水対策のあり方について、2007。
- 2) 滋賀県：滋賀県流域治水基本方針、2012。
- 3) 瀧健太郎、松田哲裕、鶴飼絵美、藤井悟、景山健彦、江頭進治：中小河川群の氾濫域における超過洪水を考慮した減災対策の評価方法に関する研究、河川技術論文集、第15巻、pp.49-54、2009。
- 4) 平川了治、館健一郎、武富一秀、安田浩保、金木誠、飯田進史、五十嵐孝浩、谷岡康：リアルタイム氾濫解析システムの構築とその活用の方向性について、河川技術論文集、第9巻、2003。
- 5) 滋賀県：設計便覧(案)河川編、2001。
- 6) 寶馨、高棹琢磨：水文頻度解析における確率分布モデルの評価基準、土木学会論文集、393/II-9、pp.151-160、1998。
- 7) 中島秀雄：図説河川堤防、技報堂出版、pp.85、2004。
- 8) 村本嘉雄：洪水時における河川堤防の安全性と水防技術の評価に関する研究、自然災害特別研究所研究成果、No.A-61-5、1996。
- 9) 栗城穰、末次忠司、海野仁、田中義人、小林裕明：氾濫シミュレーション・マニュアル(案)、土木研究所資料、第3400号、1996。
- 10) 佐藤智、今村文彦、首藤伸夫：洪水氾濫の数値計算および家屋被害について—8610号台風による吉田川の場合—、第33回水理講演会論文集、pp.331-336、1989。
- 11) 瀧健太郎、北村裕二、中島智史、上坂昇治、山崎邦夫、松田哲裕、鶴飼絵美：破堤氾濫の危険度評価と減災対策に関する一考察、河川技術論文集、第17巻、pp.407-412、2011。
- 12) 建設省都市局長・河川局長通達：都市計画法による市街化区域および市街化調整区域の区域区分と治水事業との調整措置等に関する方針について、建設省都計発第1号・建設省河都発第1号、1970。
- 13) 建設省事務次官通達：風水害による建築物の災害防止について、建設省住発第42号、1959。