

洪水発生時の金銭的被害に対する補償制度の提案

○中央大学 学生会員 及川 潤
中央大学 正会員 佐藤 尚次

1.はじめに

全国的に毎年のように集中豪雨により浸水被害が発生しているが、特に東京都内では狭い範囲内に人口や家屋が密集しており、一旦豪雨が発生すればその被害範囲は狭いとしても被害規模が大きくなってしまふ。そのために治水投資がなされており、これまでの投資において一定の効果を示している。今後は対策が必要な箇所がまだある一方で、経済状況によってはこれまで通りの治水投資が困難であると考えられる。また、環境への配慮や住民からの理解が得られるか、といったことにより、これまでのような対策ができるかどうかは難しい状況である。

治水投資関連の手法として、災害の発生頻度の低減を目的とするリスクコントロールと、災害によって生じるリスクを経済的に補填しようとするリスクファイナンスという手法が存在する¹⁾。今回はこのうちのリスクファイナンスについて考えていく。

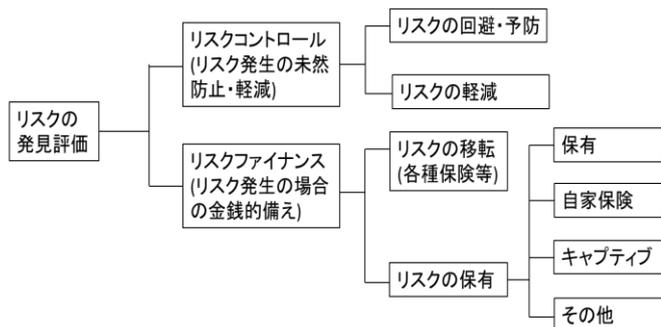


図-1 リスクマネジメントの手段

2.研究の目的

浸水による金銭的被害に対する補償制度は存在しているが、住宅総合保険の一部に水災害に対する補償がなされるものである。従って水害関連の被害に対する補償も火災保険の中に含まれ、水害と火災に対する保険は独立ではない。

洪水災害に対する金銭的補償制度が日本国内では不十分である。場所によっては過去に複数回被害が発生しているなど、ある程度被害が発生しやすい傾向をつかむことができている。それにもかかわらず、住宅街の浸水被害に対しては補償範囲が狭く限られているなどの理由で現存の住宅総合保険への加入率が少ないのが現状である。

こうした背景のもと、過去に発生した被害の記録を基に金銭的被害の金額がどの程度のものなのかを把握し、それを基に災害レベル(降雨量)に応じた適切な保険金支払額(保険料率)を設定することにする。

3.対象地域

金銭的被害として考えられるものは、家屋、家財道具、清掃費、事業所であれば営業停止による損失など様々な項目が考えられるが、個別の事情を考慮するのは難しく、家屋に限定して考える。このため、対象地域は住宅が密集し、過去の被害事例も多い東京都内とする。

4.洪水保険の海外での実施例

海外で行われている洪水保険の実施例としては米国にある全米洪水保険制度である。連邦保険局が運営し、民間保険会社が販売しているものであり、氾濫危険地区のほとんどが自治体単位で加入している。氾濫危険域の居住者が自ら金銭的被害に対してリスクを背負っているのに対し、日本では皆でリスクを共有し、金銭的被害も皆で負担するという考えのもとで住宅総合保険が運営されているが、加入率は高くはない。

5.洪水発生確率と金銭的被害の算出方法

東京都建設局が都内で過去に豪雨による家屋被害が発生した際に被害を受けた棟数、そのときの最大時間降雨量を公表している²⁾。これらを用いて時間雨量とそのときの浸水棟数からある一定の範囲内にある家屋全体のうちの被害戸数の被害割合を算出する。

これ以降の算出においては被害規模が床下浸水と床上浸水に分けて行う。なお、算出方法は国土交通省の治水経済調査マニュアル³⁾に基づく。

降雨規模別の累積被害金額 W は式(1)で示す構造信頼性理論式で表す。

$$W = \int_0^{\infty} F_R(s) f_s(s) C_f(s) ds \quad (1)$$

$$F_R(s) = \int_0^s f_R(r) dr \quad (2)$$

耐力 R と外力 S は独立と仮定する。 R と S の確率密度関数をそれぞれ $f_R(r)$ 、 $f_S(s)$ とし、図-2 のようになる。なお、 $R \geq 0$ 、 $S \geq 0$ とする。ここでの耐力 R とは過去に浸水被害が生じた際にある範囲内で全戸数に対してどの程度の割合で被害が生じたかを表す。

一方、外力 S は過去の年時間最大降雨量に対する確率密度関数を表す。これに降雨規模ごとの被害金額 $C_f(s)$ をかけて破壊時コストに相当する W を算出する。

まず、都内各地で発生した水害の中には河川氾濫によるもの、豪雨によって局所的に被害を受けるものに分けられる。これらについて床上浸水と床下浸水被害

それぞれが考える。

$f_R(r)$ の一例を示す。都内各地で発生した豪雨のうち、河川氾濫による被害を直接受けたケースについて考える。都内複数の河川流域について、河川の周囲にある地形的に低い土地の集まりを定め、この範囲内で過去に豪雨が発生した際にどのくらいの戸数が被害を受けたかを考える。全体で500戸ある場合に浸水被害を受けた戸数が100戸であればその割合は0.2となる。それぞれの被害を受けた際の最大時間降雨量とその割合との関係をグラフ上にプロットして耐力側の確率の累積密度関数を近似して示したものが図-3である。

また、地域ごとに降雨量特性が異なるため、観測所ごとに過去の年最大時間降雨記録を用いた確率分布系を考える。最大値の議論でよく用いられる Gumbel 分布に従うものとする。この確率密度関数を $f_s(s)$ とする。

$F_R(s)$ は床下浸水被害と床上浸水被害、河川氾濫か局所的豪雨かによって別な関数として考える。 $C_f(s)$ は床下浸水被害と床上浸水被害、地域ごとに別な関数として考える必要がある。

$C_f(s)$ は以下の式(3)で表すものとする。

$$C_f(s) = A \times B \times \alpha \quad (3)$$

A : 平均浸水面積(床下, 床上浸水ごと)

B : 1 m²あたりの土地評価額

α : 浸水規模別被害率

床下浸水の場合 0.032, 床上浸水の場合 0.092

都内 8 か所雨量観測所(図-10)の $f_s(s)$ を図-4 に示す。

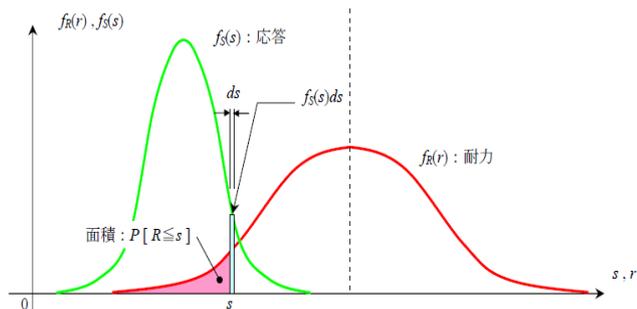


図-2 耐力 R と S 外力の関係

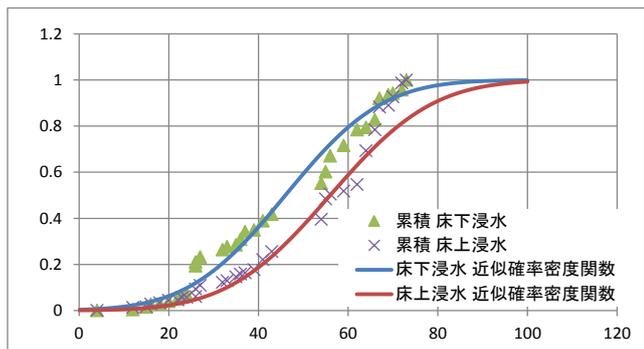


図-3 確率密度曲線
豊島観測所周辺の床下浸水被害の場合

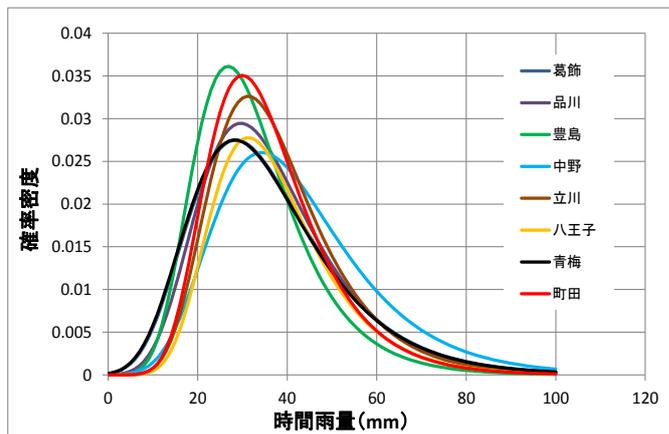


図-4

都内 8 ヶ所の年時間最大雨量 Gumbel 分布に従う確率密度関数

6.被害額算出の一例

都内 8 か所の観測所周辺の累積被害金額の期待値を算出する。

式(1)を用いる。 $f_s(s)$ は前述のとおり、Gumbel 分布に従う確率密度関数である。 $F_R(s)$ は図-3で示される耐力側の正規分布を仮定した累積分布関数、 $C_f(s)$ は浸水被害が生じたら浸水深に関係なく被害金額は同じものとして考える。

雨量観測所 8 ヶ所付近の土地評価額は表-1 に示すとおりである。

表-1 観測所付近の土地評価額

観測所	葛飾	品川	豊島	中野
土地評価額 単位:万円/m ²	35	60	50	50
観測所	立川	八王子	青梅	町田
土地評価額 単位:万円/m ²	30	25	20	25

1 戸 100 m²の家屋面積が被害を受けた場合の金銭的被害を考える。

床下, 床上浸水被害の場合の $C_f(s)$ を算出する。1 戸あたりの平均面積 $A = 100\text{m}^2$, B は表-1 に示す土地評価額のとおりであり, $\alpha = 0.032$ (床下浸水被害), $\alpha = 0.092$ (床上浸水被害)により求める。

豊島観測所付近での例を計算する。

床下浸水被害の場合

$$C_f(s) = 100\text{m}^2 \times 500000\text{円}/\text{m}^2 \times 0.032 = 1600000\text{円}$$

床上浸水被害の場合

$$C_f(s) = 100\text{m}^2 \times 500000\text{円}/\text{m}^2 \times 0.092 = 4600000\text{円}$$

都内 8 か所の $f_s(s)$ と床下, 床上浸水被害の $f_R(r)$ を一つのグラフ上に表したものが図-6である。

また, 被害金額の期待値を示したものが図-7(床下浸水被害), 図-8(床上浸水被害)である。8 ヶ所の観測所のうち, 豊島観測所付近での床上浸水被害と床下浸水被害の累積被害金額を重ねたものが図-9である。

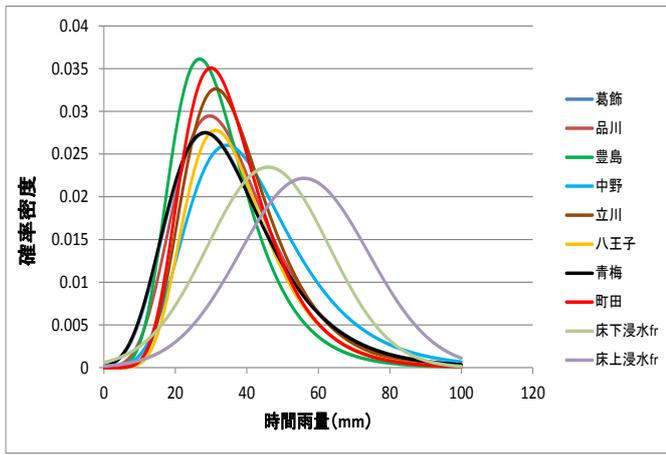


図-6 各観測所(周辺) 耐力と外力の確率密度関数

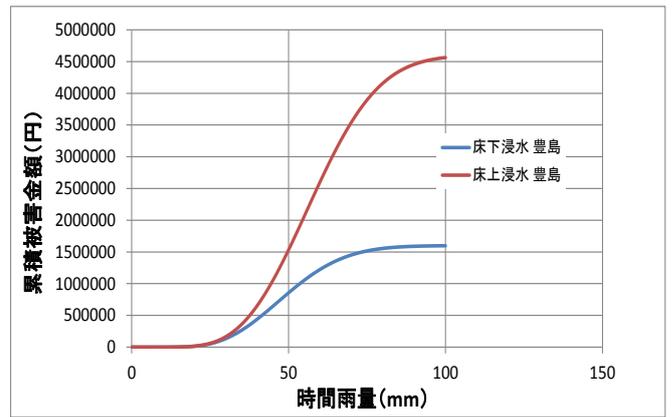


図-9

豊島での床下, 床上浸水被害累積被害金額(1戸 100㎡あたり)

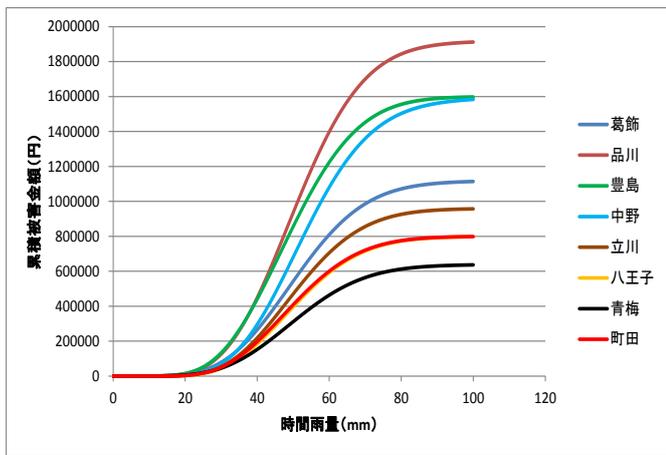


図-7

降雨量に応じた地区全体の被害金額総計(床下浸水被害)

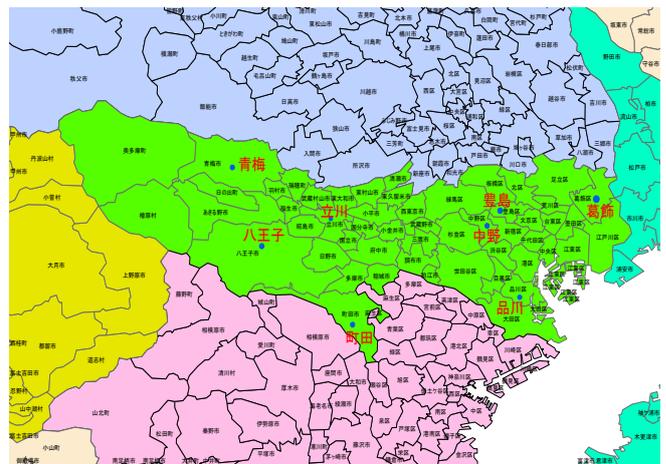


図-10 都内8ヶ所 雨量観測所

これらの地域で降雨量に応じた再現期間によって年間当たりの料率を算出する. 水水量 x が平均的にみて T 年に1度の割合で生じるとき, この T 年を再現期間という.

$$F_s(x) = \int_0^x f_s(x) dx \quad (4)$$

$$T = \frac{1}{1 - F_s(x)} \quad (5)$$

$f_s(x)$: 前述の Gumbel 分布の式

$F_s(x)$: 非超過確率

降雨規模と再現期間の関係を表したものが図-11 である.

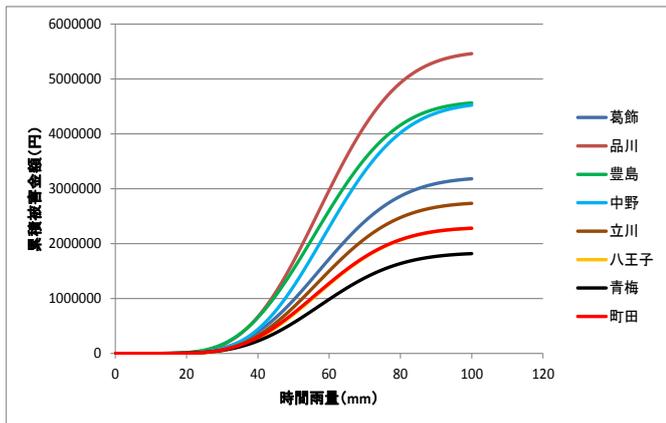


図-8

降雨量に応じた地区全体の被害金額総計(床上浸水被害)

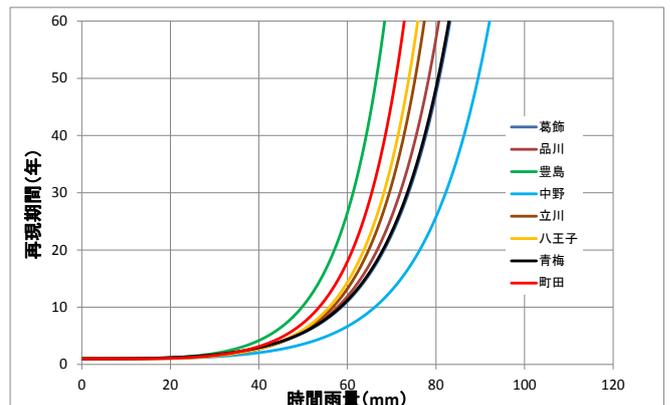


図-11 再現期間

豊島観測所付近で、ある時間雨量規模の下で被害が発生した場合の年間1戸(家屋面積 100 m²)あたりの累積被害額を図-9 から読み取り、その時間雨量規模での再現期間で割ることで年間の被害金額を算出できる。

例えば豊島の場合、図-11 より時間雨量 40mm に対応する再現期間が4年である。4年に1度、時間雨量 40mm の規模の降雨が発生し被害を及ぼすと考える。同様に時間雨量 60mm の場合、再現期間が26年であるので、26年に1度、時間雨量 60mm の規模の降雨が発生し被害を及ぼすと考える。

料率は1戸あたりの年間被害額を1戸あたりの家屋資産で割ったものであり、前者は前述の1戸あたりの年間被害金額である。後者は1戸あたりの平均面積と土地評価額の積として考える(式(3)において $\alpha = 1$)。

降雨規模ごとの1戸あたりの累積被害金額を降雨規模によって異なる再現期間で割ることで年間1戸あたりの料率を示したものが図-12 である。

降雨規模の違いや床上、床下浸水規模によって料率が0~0.008(1000円当たり8円、100000円当たり800円)と異なってくる。なお、現在の日本国内で既存の住宅総合保険に付随する水害保険は水害分の保険料率が1000円あたり0.20~0.35円(0.0002~0.00035)とされているので、10倍程度の差がある。このため、現状の制度では水害に対する保険制度の料率については検討する余地がある。

再現期間が短い降雨量の場合は、累積被害金額は床下浸水被害と床上浸水被害で差がないことが図-9 から読み取れる。時間雨量 25mm 程度をまでは料率は床上、床下浸水に差はないが、それを超えると床上浸水被害に対する料率のほうが大きくなり、ある降雨量を超えると再び料率が低くなる。図-12 で示す時間雨量によって異なる料率は床下浸水の場合が35mm、床上浸水の場合は40mm あたりでピークを示していて、これを上回ると図-11 で示す再現期間が急上昇することにより料率が0に向かって低下する。実際には被害が起こりうる確率が低いだけであり、料率のピーク値に対応する時間雨量を超える降雨が発生した場合の被害金額はさらに増大することが考えられる。

7.今後の課題

洪水保険制度に実際に加入するか否かは居住者個人の意思によるが、ある程度の降雨量規模までは行政、河川管理者等によって治水対策が行われている。想定とする規模の範囲内で被害が起これば管理者側に責任があり、それを上回れば居住者自ら金銭的被害を被った場合の補償制度を利用すると言った瑕疵担保責任ということについても考えられる。今後はこうしたことも踏まえて検討していく必要がある。

<参考文献>

- 1)高木朗義, 多々納裕一: 防災の経済分析, 第1章, 勁草書房, 2005
- 2)東京都建設局 過去の水害記録
- 3)国土交通省河川局: 治水経済マニュアル(案), 2005

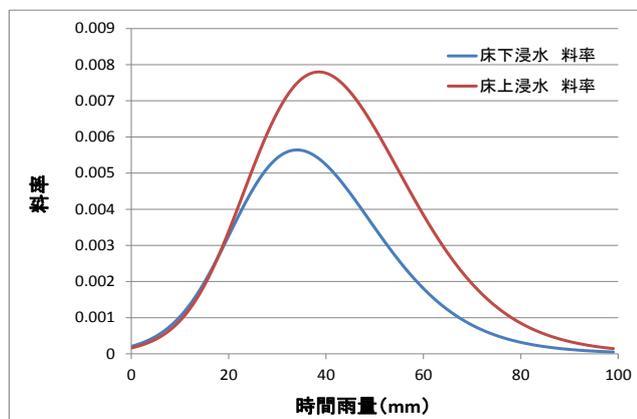


図-12 料率(豊島)