

農地被害の洪水氾濫シミュレーションによる推定

京都大学 正会員 ○小林 健一郎
 京都大学 フェロー 宝 馨

1. はじめに

洪水氾濫とそれによる被害の問題を考える際に物理則に基づき計算された浸水深を取り扱うのみでは不十分である。浸水深の大きさと人的・物的被害が必ずしも比例するわけではないからである。こうした点に留意し、直接的被害そのものについて考えるため本稿では洪水・内水氾濫による作物（米等価）の被害とその損害額をシミュレーションにより大まかに算定することを試みた。従来あまり考慮されてこなかった湛水継続時間も推定できる氾濫モデルを構築し、浸水深・浸水時間と作物被害率の関係表を用いて作物被害率を推定し、単位面積あたりの作物収量と単位重さあたりの作物小売価格を利用して損害額を大まかに推定した。対象地域は滋賀県日野川流域（207.1 km²）と流域内部の竜王町とした。

2. 計算の流れ

(1) 想定する降雨入力条件：滋賀県により日野川流域の50年、100年、150年確率日雨量は、それぞれ204.8 mm, 228.7 mm, 242.9 mmと推定されている。全雨量がこれらの値に相当し4つの異なる時間分布を考慮した12パタンの降雨波形を降雨流出計算の入力とする。図1（上）に150年確率日雨量に相当する場合の降雨波形4パターン（パターン9～12）を示す。図中にあるように、パターン9は矩形（一定強度）の降雨波形（ピーク降雨強度：11.0 mm/hr）でパターン10, 11, 12は中央にピークをもつ降雨波形でそれぞれピーク降雨強度が20.2, 40.5, 81.0 mm/hrである。50, 100年確率日雨量についても同様な降雨パターン（パターン1～8）を設定した。

(2) 流出解析：日野川ダムによる洪水調節を考慮できる分布型降雨流出モデルを構築した。日野川ダムは流入量が洪水流量160 m³/sを超えた場合に、それを超す余剰流量をダム貯水池に貯留するように放流量を調節する。これを計算モデルに組み込んだ。分布型降雨流出モデルでは斜面流、河道流ともにkinematic wave法

により解析する。表層土壌の貯留効果も考慮している¹⁾。

(3) 氾濫・排水解析：氾濫計算対象地域（図2参照、14.4 km²）の河道（水路）網の水位・流量は一次元不定流解析で追跡する。排水についても考慮するため、小河川網もモデル化している。分布型モデルにより得られた日野川、惣四郎川、祖父川、善光寺川の流量ハイドログラフが計算対象地域の一次元不定流計算の上流端境界条件となる。各河道内の水深と河道の側岸の高さを比較し、河道内水深が側岸の高さを超えた場合に越流が生じる。越流量は本間公式により計算する。氾濫地での溢水あるいは雨水の挙動は2次元の浅水流れ方程式により解析する。堤内地から各河道への排水流量も越流公式により計算する。これにより雨水や越流水が河川により排水される状況が再現できる。作物被害を考える場合、浸水深に加えて湛水時間が重要になる。

(4) 作物被害の空間分布推定：作物被害率と浸水深、湛水時間の関係²⁾から、12降雨波形それぞれについて氾濫解析範囲での作物被害率の空間分布を計算する。本稿では作物をすべて米とし計算する。農林水産省統計（平成20年産水稻の作付面積及び予想収穫量）³⁾、米穀の流通・価格・需給情報によるコメの小売価格⁴⁾を参考に、予想被害額を大まかに推定する。

2. 結果と考察

図1（下）に分布型降雨流出モデルにより150年確率4パタンの降雨波形（同図上）を用いて計算した日野川と法教寺川合流部（図2参照）での日野川河道流量を示す。図からわかるようにピーク降雨強度が高いほど、ピーク洪水流量が高くなる。この日野川本川の流量ハイドログラフ、および惣四郎川、祖父川、善光寺川の流量ハイドログラフを上流端境界条件として、外水・内水氾濫計算を行い、米（等価）被害率を推定した結果を図2に示す。図2（上）はパターン9について、図2（下）はパターン12についての米被害率である。なお、この計算では中小河川ネットワークにより排水されな

キーワード 降雨流出, 洪水氾濫, 排水, 作物被害, 被害額

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五カ庄 京都大学生存基盤科学研究ユニット TEL 0774-38-4133

い地域の湛水時間を特に一週間以上と仮定しており、それらの地域では作物被害率が 0.7 (70%) 以上になっている。標高が低い地域では浸水深が大きくなるため作物被害率が高くなっている。また、パタン 9 とパタン 12 の比較により、総降雨量が同じでも、降雨の時間分布により被害の広がりが大きく異なることがわかる。こうして算定された作物被害率を基に、作物被害額を試算した(表 1)。再現期間が 50 年以上であれば、降雨の総量よりも降雨波形に被害額が依存することが判る。50 年確率以上でピークが明瞭でない降雨の場合、被害額は 2 億円程度、大きなピークを持つ降雨波形の場合、3.5 億円以上になることが推算できた。

3. おわりに

降雨・流出・氾濫・排水・被害という一連の過程を計算する枠組みが概ね完成できた。今後はさらに詳細なデータを利用して厳密な解析を行い、実被害額データなどと比較することによりモデルのさらなる精緻化に努める。

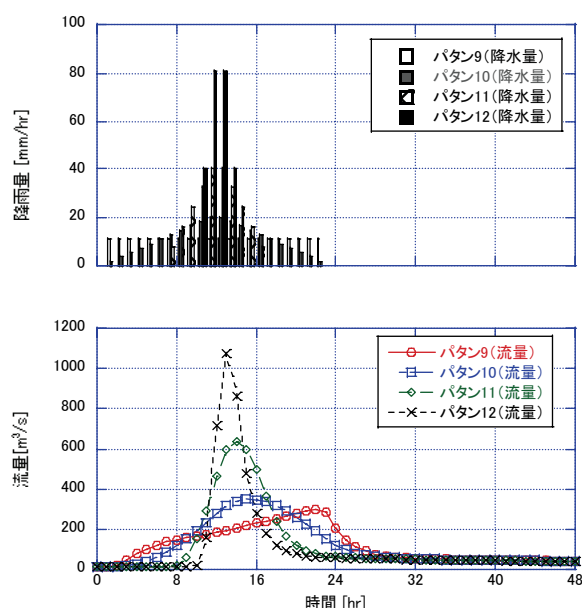


図 1 入力降雨波形 (150 年確率日雨量 (242.9mm))
(上) と日野川・法教寺川合流部での計算流量 (下)

表 1 推定した作物被害額 (億円)

再現期間	パタン 1, 5, 9	パタン 2, 6, 10	パタン 3, 7, 11	パタン 4, 8, 12
50 年	1.97	2.28	2.88	3.56
100 年	2.09	2.44	3.04	3.71
150 年	2.18	2.51	3.12	3.75

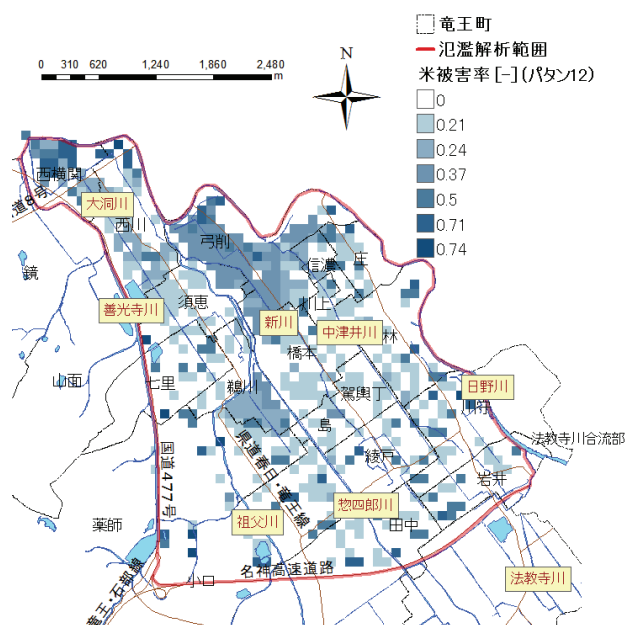
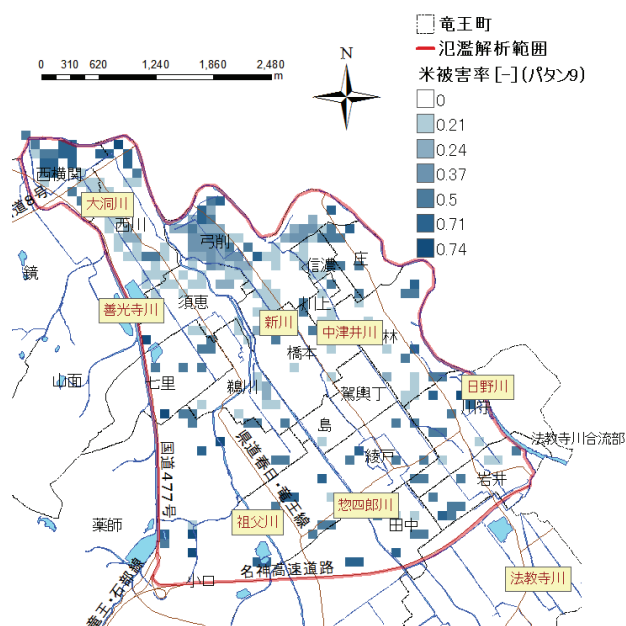


図 2 洪水氾濫による米 (等価) 被害率の分布 (上: パタン 9, 下: パタン 12)

参考文献

- 1) 小林健一郎・寶 馨: 雨域の移動が流域の降雨流出・洪水氾濫過程に及ぼす影響, 土木学会水工学論文集, 第 53 巻, pp. 841-846, 2009
- 2) 建設省河川砂防技術基準 (案) 同解説・調査編, 山海堂, pp.544-545, 1997
- 3) 農林水産省統計 (平成 20 年産水稻の作付面積及び予想収穫量)
<http://www.maff.go.jp/i/tokei/>, 2008
- 4) 米穀の流通・価格・需給情報, 2008,
<http://www.komenet.jp/komedata/kakaku/2004/data14.html>