地球温暖化による雨量増加及び降雨波形の変化に対する針広混交複層林の洪水低減機能評価について

徳島大学　学生会員　○上田尚太朗　徳島大学大学院　正会員　田村隆雄
徳島大学大学院　正会員　武藤裕則

1．はじめに：森林には，洪水低減機能がある．しかし将来，荒廃林地の増加や，地球温暖化による豪雨増加の可能性がある．そこで，本研究では択伐型林業で針広混交複層林を維持している橋本林地(図1)を対象にし，森林施業が 21 世紀終盤の予測降雨に対しどれほど洪水低減機能を発揮するかを流出解析を行うことで検証する．

2．研究手法：本研究では地表面分離直列二段タンクモデル（図 2）を用いて流出解析を行う．解析に用いる雨量は地球温暖化予測情報第 9 巻 by 創生プログラム[1)]の現況予測(1981～99 年)と将来予測(2077～95 年）から年最大 24 時間雨量データを抽出し，2 年，及び 200 年確率雨量を推定，そして代表的な 4 降雨波形（前方・中央・後方集中型，歪度・尖度平均型）を選定することで求めた．図 3，図 4 に解析に用いる将来予測降雨を示す．なお，各降雨波形は林地の降雨遮断率を考慮している．以上のデータを用いて解析を行い，地中の飽和度，ピーク流出高，流出率を比較することで現況と将来の流出形態の変化を考察する．また，橋本林地の施業形態が将来変化することを想定し，森林施業を 60 年維持し，有効表層厚(γD/2)が 37.4%発達した「有効表層厚良化型」と，広葉樹を伐採し 60 年放置することで，有効表層厚(γD/2)が 33.4%，地表面粗度係数(N)が 27.1%悪化した「有効表層厚・地表面粗度係数悪化型」のモデルを用意し「現状」のモデルと比較することで相対的に評価する．

3．洪水低減機能の考察：

3.1 地中保水量の飽和度：本研究では貯留高が最大中間貯留高（γD/2：早い最大中間貯留高，h_1：遅い最大中間貯留高）に達した時を飽和したと仮定する．図 5，図 6 に飽和するまでの累積雨量と時間を降雨波形別で示す．これらを見ると，将来は現況と比べ表面流が出るまでの時間が早くなるが，累積雨量は多くなることが読みとれる．この結果は現況と比べ将来は，短期間に集中した降雨波形へと変化していることが原因だと考えられる．こういった降雨波形の遷移の中で良化型は悪化型と比べ，中間貯留高の飽和を現況予測では平均 4.25hr 遅延できていたのに対し，将来予測では平均 2.25hr と、現況から将来にかけ遅延できる時間が減少していた．以上のことから，将来，200 年確率雨量の場合、現況降雨ほどの飽和遅延能力は期待できないことが分かった．

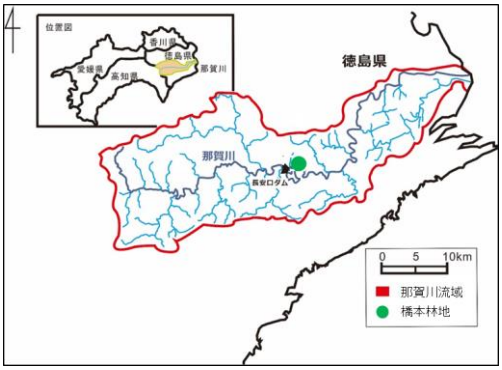


図 1　那賀川流域及び橋本林地の地点

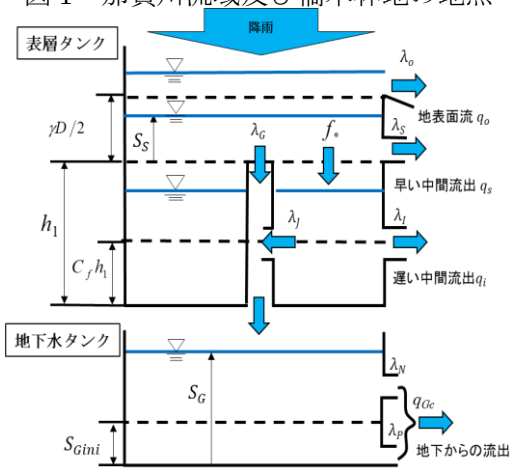


図 2　地表面分離直列二段タンクモデル

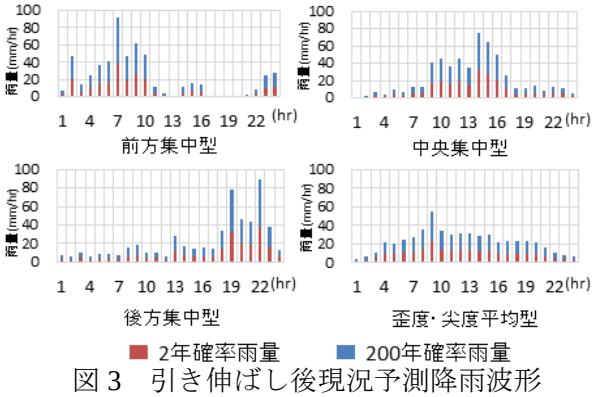


図 3　引き伸ばし後現況予測降雨波形

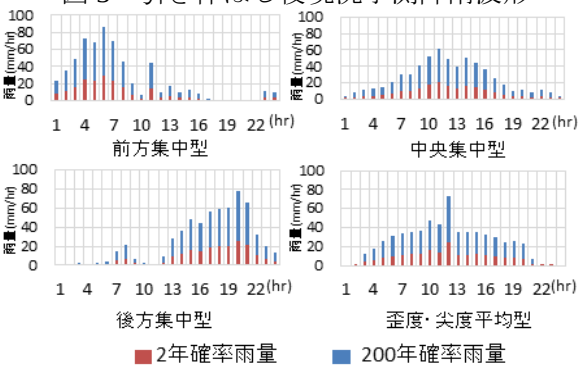


図 4　引き伸ばし後将来予測降雨波形

3.3 ピーク流出高：**図 7 に 2 年，及び 200 年確率**雨量の各降雨波形におけるピーク流出高を示す．2 年確率の現況と将来を比較すると，全ての森林状態において現状・良化型で減少傾向があったため，降雨として危険性は低くなっていくと推測できる． 200 年確率のグラフを見ると，森林施業による洪水低減がみられる中央・後方集中型に対し，前方集中型や歪度・尖度平均型は将来施業を行ってもピーク流出高が増加する結果となっていた．このように降雨波形によって特徴の差異があるのは確率雨量が将来増加傾向にあるからだけではなく，降雨波形の変化も 1 つの要因であると考えられる．また，2 年，及び 200 年確率のグラフの共通点として全降雨波形において悪化型が現況より大きくなることがあげられる．2 年確率においては約 2.4mm，200 年確率では約 21.0mm ピーク流出高が増加していたことから，森林放置は洪水低減機能を大幅に低下させることが分かった．これは**図 6 の悪化型が現状・良化型よりも土壌水が飽和するまでの時間が短く，より多くの表面流が流出していることが原因であると考えられる．**

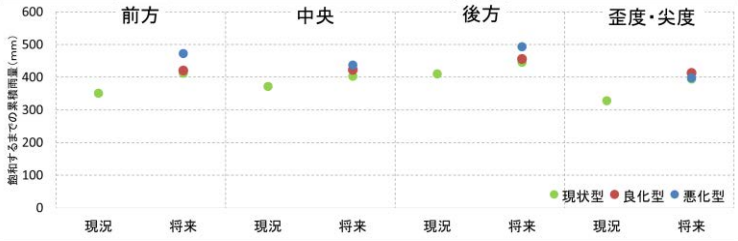


図 5　中間貯留高が飽和するまでの累積雨量(200 年確率)

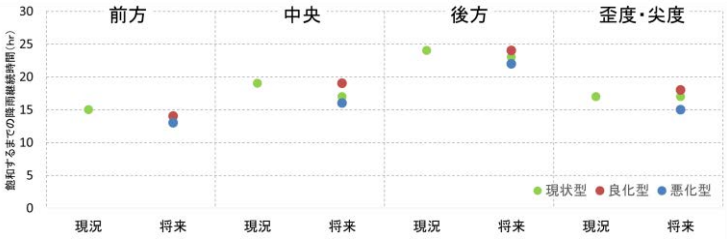
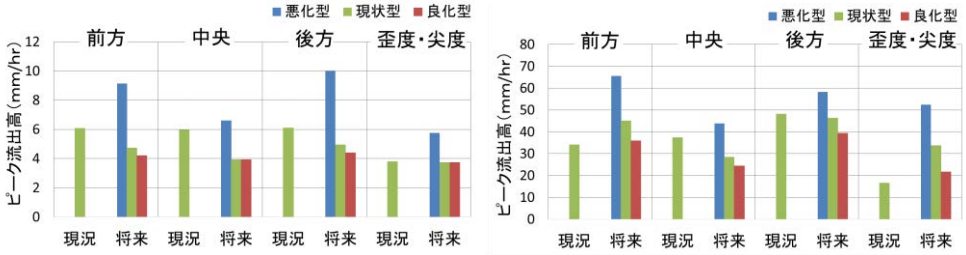
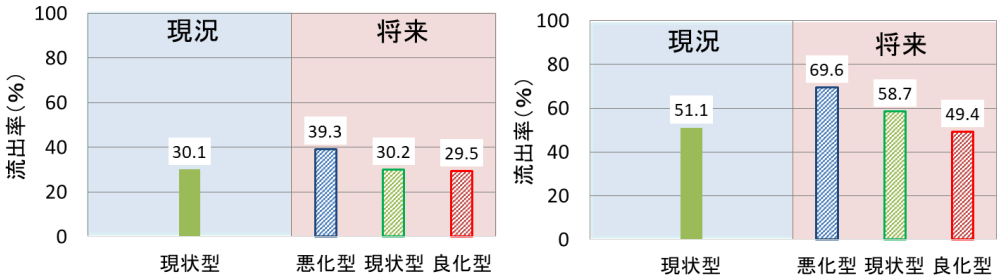


図 6　中間貯留高が飽和するまでの時間（200 年確率）



2 年確率　　200 年確率

図 7　各降雨型でのピーク流出高



2 年確率雨量　　200 年確率雨量

図 8　流出率の経時変化（後方集中型）

3.4 流出率：図 8 に 2 年，及び 200 年確率雨量の後方集中型における降雨直後の流出率を示しており，流出率は流出量を樹冠通過雨量で除することで求めた．2 年確率雨量を見ると現況・将来の現状型と良化型の間に大きな差は見られなく，現状型でも大いに洪水低減機能があることが確認できるが，悪化型は降雨直後に顕著に流出していることが読み取れる．これは，悪化型のみで表面流出していることが原因であると考えられる．また，200 年確率雨量での現状型は現況より将来で高く示されており，将来流出しやすい降雨へ遷移していくと評価できる．すべての降雨波形で求めた結果，将来の現状型は現況より将来の 6.3%流出率が上昇するが，悪化型と良化型の差は 17.4%あった．このことから，将来降雨は現況と比べ流出しやすい危険な降雨ではあるが，森林施業には保水機能上昇の効果があると評価できる．

4．まとめ：現況から将来にかけての流出解析を行うことで，将来では飽和までの時間が短く流出しやすいケースが増えることが確認できた．また様々な側面で評価を行うことにより，危険な降雨に遷移していく中でも森林施業の重要性が確認できる結果が得られたと考えられる．

5．参考文献 ：1）気象庁：地球温暖化予測情報　第 9 巻　IPCC の RCP8.5 シナリオを用いた非静力学地域気候モデルによる日本の気候変化予測