

土木工学・建築学委員会
河川流出モデル・基本高水評価検討等分科会
(第 21 期・第 10 回)

議事録

日時：平成 23 年 6 月 13 日（月）10:00～12:00

場所：日本学術会議 6 階 6-C (1-2) 会議室

参加委員：池田、鬼頭、窪田、小池、小松、椎葉、寶、立川、田中丸、谷、守田（五十音順）

参考人（国土交通省等）：関、小池、泊、山田、柿崎、藤田、田中

議題：

0. 定足数確認

事務局より、10 名の委員の出席があり、定足数が満たされていることが報告された。

1. 前回議事録確認

第 4 回（3/29）議事録（案）について、委員の氏名が削除されておらず回収することとなった。第 4 回（3/29）講演録（案）については最終版以前のものであることが分かり、回収することとなった。これらの内容は次回分科会で確認することとなった。前回議事録はまだ確認が済んでいないため、次回に確認することが報告された。また、検討すべき内容がまだ残されているため、分科会を 1 回増やして次週開催することが委員長から説明された。

2. 分科会より国土交通省への要請とその回答（資料 4、5）

委員長より総合確率法に関する国土交通省への要請内容（資料 4）について説明がなされた。

国土交通省：分科会からの要請に対して、1）総合確率法の開発、提案等に関わる研究論文、技術資料は見当たらないこと、2）総合確率法による試算は、新たな流出計算モデルを用いて昭和 55 年の工事実施基本計画改定時と同様の計算を行ったものの一環であること、3）雨量観測所のデータがある大正 15 年～平成 19 年に、仮に、昭和 55 年の工事実施基本計画改定時の資料に記載されている大正 14 年以前の洪水を加えて求めた確率降雨量等について回答がなされた。

3. 検証・評価結果の報告

3.1 水エネルギー収支分布型水循環モデル（WEB-DHM）、長期再解析日本高解像度ダウ

ンスケーリング (JP10)、観測雨量を用いた貯留関数モデルの評価 (資料 6)

委員長より、第 9 回分科会資料 8 の図 9 の 3、4 枚目に誤りがあり、今回の資料 6 では修正して図 12 として示していることが説明された。次に、WEB-DHM による解析結果をもとに、洪水期間中の浸入能・保留能の回復について分析結果が示された。サブ流域 No.13-24 の吾妻川流域では第 4 紀火山岩類であることを考慮して透水係数、土層厚さを大きく設定していること、その結果、降雨に対して土壌水分が比較的鋭敏に反応し、Rsa を設定するような有効降雨モデルの適用は有効ではないこと、一方で、第 4 紀火山岩類以外の流域では土壌水分が飽和付近に達すると、降雨強度が変化しても土壌水分は短時間では変化しないこと、これは洪水期間中では降雨強度が弱くなったり、無降雨となる時間があったりしたとしても浸入能・保留能の回復は見込めないことを表わしていることが示された。

次に、森林が土壌水分に及ぼす影響について分析結果が説明された。前回分科会で分科会委員から指摘のあった S33.9 洪水と H10.9 洪水の違いは森林の効果が表れているのか、という問いに回答するために、異なる LAI の値を設定した流出計算を実施し、その結果、LAI の異なる値を設定しても大洪水のハイドログラフにはほとんど影響しないこと、植生の違いは遮断貯留の違いとなって現れ表層 5cm の土壌水分量への影響は小さいこと、植生の違いは洪水後の流量低減時の遮断の影響として現れることが示された。また、S34 年 8 月洪水と H10 年 9 月洪水の計算値と観測値の違いの傾向は、森林の影響ではなく、降雨の推定誤差など様々な要因が関連しているものと考えられることが説明された。

[質問・コメント]

委員：森林の影響は、土壌水分などの洪水の初期条件に影響して、洪水ハイドログラフ全体を小さくするのであり、洪水一般に影響しないわけではなく、大洪水に対する影響が小さいと理解している。

委員長：その通りである。資料 6 の図 4、図 6 における計算値と観測値の違いが、森林の影響ではないことが理解いただけたと思う。

3.2 昭和 22 年洪水直前の乾湿状態に関する検討 (資料 7)

第 9 回資料 4 ではサブ流域 No.1 から 39 のすべてで、対象降雨については浸入能の回復が見られなかったことが、分科会委員より改めて報告された。次に、洪水初期の乾湿状態を推定するために、API (先行降雨指数) を用いた検討結果が示された。その結果、昭和 22 年 9 月の乾湿状態は既往 4 洪水と大きく異なるとは考えられないことが説明された。

3.3 有効降雨パラメータの違いによる昭和 22 年 9 月洪水ピーク流量の推定幅について (資料 8)

昭和 22 年 9 月洪水のピーク流量の推定幅を検討するために、既往 4 洪水で推定された R0、Rsa を設定した場合の昭和 22 年 9 月洪水のピーク流量の幅について、分科会委員より検討結果が示された。平均的な R0、Rsa を設定した場合のピーク流量との違いは-0.3%か

ら 3.0%であり、 R_{sa} の感度が低い部分での変化であるため、ピーク流量の推定幅は小さいことが説明された。

[質問・コメント]

委員長： K, p については頑健性（ロバストネス）が確認され、基底流量についても感度は極めて小さいことが確認された。そこで、状態量に関連するパラメータである初期雨量、飽和雨量によるピーク流量の違いを考え、既往 4 洪水の初期雨量、飽和雨量を設定した場合の違いを見た。分科会委員による昭和 22 年洪水直前の乾湿状態に関する検討の分析結果を合わせ見ると、昭和 22 年 9 月洪水の初期乾湿状態は既往 4 洪水の範囲内と考えられ、ピーク流量の推定幅として妥当なもとと考えられる。

委員： R_{sa} の最適推定値に対する誤差は非対称であり、小さい流量側では誤差が大きく、大きい流量側では小さいということか。

委員長：その通りである。

委員： R_{sa} に対するピーク流量の感度は、降雨の時間的な分布に影響を受ける。長期間降雨が継続する場合では降雨の前半部分に R_{sa} の影響が吸収されて感度が洪水ピークに及ばないので、そのことか図 1 の左側のような洪水ピークへの感度が小さくなる結果を生むのだと思う。

委員：集中する降雨では R_{sa} の感度は、資料 8 図 1 の右側のような誤差が大きく、昭和 22 年 9 月洪水のように降雨期間が長い大洪水の場合は図 1 の左側のように相対的に誤差が小さいということか。

委員長、委員：その通りである。

委員：図 1 の横軸は R_{sa} ではなく ΔR_{sa} とすべきである。

委員：ご指摘の通りである。修正する。

3.4 を用いて森林の保水力とその時間的な変化について（資料 9）

森林の保水力とその時間的な変化について谷委員より説明がなされた。雨水が直接洪水になるのではなく、土壌水がところてんのように押し出されてくる事実から、洪水流の主体は土壌内を流れる水であって、地表面や落葉層の流れは一部を占めるに過ぎないことが水文学の研究で明らかになってきたこと、洪水に占めるその地表面流の割合の抑制こそが森林の保水力の大きいことの根拠となること、戦後から現在まで森林は成長し保水力は増加の方向に進んでいると考えられるが、洪水ピーク流量に関わる土壌層全体の厚さが増加するには年月が短すぎることで、一方で保水力を逆に減少させるような森林開発などの変化もあり、保水力のこの期間の変動は微妙であることが説明された。今後は、人工林の間伐遅れや伐採後の植林放棄・鹿害による成林困難など、土壌侵食・表土層崩壊増加によって土壌の保水力が低下し洪水ピークは増大する要因が多いため、河川の治水計画と流域森林計画の協調の重要性が述べられた。

[質問・コメント]

委員：この30年ほどの間に斜面流出機構の研究が進み、浸入能や保水能といったホートン流的な考え方から、地下水を主体にした飽和地表流的な考え方によって変わった。この最近の流出機構の理解に立てば、有効降雨パラメータや浸入能や保水能の考え方も異なってくるのではないかな。

委員：米国や日本の観測研究によって流出メカニズムは明らかになってきていて、それが洪水を予測する流出モデルに反映されなければならないが、パイプ状の水みちの存在など、流出機構がきわめて不均質であるため、人工林と原生林との流出の違いなどを説明できる水準までには至っていない。試験地レベルでの観測と流域レベルでのモデル予測ではギャップがあるため、その間を埋めるための努力を今後とも継続する必要がある。

委員：土壌中の雨水がところてんのように押し出されるというのは、降雨強度が低い場合だけではないのか。時間雨量130ミリが2時間続いた奄美大島の豪雨では山の斜面から表層流のような形で流出が発生したことが報告されているが。

委員：ハイドログラフのボリュームは都市化された場合は表面流が主体になるが、森林地帯では、大出水の場合に表面流の割合が増加してもなお、土壌から押し出されて流出する水が流出の重要な要素を占める。

3.5 総合確率法（資料5、第8回分科会資料11の35～38頁、第9回分科会資料12の7～11頁）

委員長：総合確率法に対する意見を聞きたい。また、非毎年資料を用いた場合の3日流域平均雨量の超過確率分布について意見を聞きたい。

委員：従来の手法では、たとえば年最大3日雨量が従う確率分布を調べた後、降雨の時間分布を設定し、流出計算を介して洪水ピーク流量を求める。このとき、大きな洪水ピーク流量を与える降雨の時間分布事象を選択しがちであり、想定した再現期間のピーク流量より大きめの値が算定される可能性がある。一方で総合確率法はすべての降雨パターンを考えてピーク流量を算定するため、従来法より合理的であると考えられる。総合確率法は降雨の時空間パターンがそれぞれ独立であるという仮定を前提としているが、妥当性はある。

委員長：従来法と総合確率法を詳しく記述し、比較した上で、利根川流域で総合確率法を選択する理由を明確に記述してもらいたい。その場合、それぞれ適用して超過確率に対する雨量とピーク流量とを比較することを国土交通省にお願いしたい。これは、河川管理者としての治水計画の整理と理解していただき、その結果を受けて、分科会で議論する。また、非毎年確率分布関数の設定に当たって、使用するデータの違いや適合性の評価による関数の選択、パラメータの決定等、明らかにしてもらいたい。

委員：総合確率法を用いた場合の「任意の Q_p 」に対する R の値は水平軸方向にどこまで広がるのか。また、 Q_p と R の関係を各降雨パターンについて考えるとき図のような線形の関係式を使うのか、それとも非線形か。

国土交通省： R の値の範囲は降雨データによる。関係式は非線形である。

委員：対象とする降雨パターンは多数（例示では 31 個）あり様々な時空間パターンが含まれていると考えられるので、それぞれの降雨に対する年超過確率を何らかの平均操作をして対応するピーク流量の年超過確率とするのはよいと考える。平均の取り方として算術平均が素直な考え方で分かりやすいと言えるが、個人的にはもう少し考えてみたい。また、 $F(Q_p)$ の関数形はどう求めているのか。 Q_p を細かくとって各点を繋いでいるのか。

国土交通省： $F(Q_p)$ の各点の計算値を直線で繋いで求めている。

委員：総合確率法に対する文献が見つからないという回答では、現行モデルの説明資料がないということから生じてきた問題と同じことを繰り返す。

委員長：検討する資料がないため、しっかりとした技術文書を作成することを国土交通省にお願いしている。

委員：非毎年資料に対する確率分布の当てはめをしっかりとやる必要がある。次に、降雨量の確率分布をピーク流量の確率分布に変換することが大事である。また、第 9 回分科会資料 12 の 9 頁の 2 番目の式では、非毎年資料と毎年資料との間の年超過確率の関係式として近似式を用いているが、それらの間には理論的な関係式があるので、それを用いる必要がある。

委員：誰がやっても同じ結果が得られるような、手順が明らかな技術文書が重要である。結果だけでなく、結果に至る途中経過で得られる資料や図も出してほしい。

4. 回答骨子 3：検証・評価

委員長より、回答骨子 3 について、3.3 の第 8 項目の森林の保水力について文書を修正したこと、3.3 の第 7 項目目の昭和 22 年 9 月洪水の洪水流量とその推定幅に関する記述を加えたことが説明された。次に 4 節について、第 1 項目については、国土交通省にて 200 年確率流量の推定値とその推定幅について計算すること、次に昭和 22 年既往最大洪水について、推定値とその推定幅について計算することが要請された。

[質問・コメント]

委員：3.3 最終行の文章を「・・・のパラメータが変化する・・・」と修正したほうがよい。

委員：4 節 2 項目目の「流れた流量は上流での氾濫等により」を「流れた最大（ピーク）流量は上流での氾濫等の影響により」と直してはどうか。4 節 3 項目目の「これらの大雨の変化は、河川計画において根拠としてきた定常確率過程の前提が揺らいでいることを示している」については、定常確率過程が必ずしも成立していないと言い切れない面もある（利根川のような大きな流域全体の大雨が増えてきているとも言えない）ので、表現を考えてほしい。

委員：4 節 3 項目目の修正「熱帯低気圧（台風）の強度の増大」と修正した方がよい。4 節については国土交通省への回答と、その過程で分科会の検討で明らかになったことを分けて書いてはどうか。

委員長：4 節の第 2 から 4 項目は、新たに 5 節を作ってそこで記述することにする。

委員：4 節第 3 項目の最終の文章を「・・・のあり方を検討することを要請する」と修正したほうがよい。

5. その他

委員長：意見書を 3 件頂いている。今回の分科会でご理解いただけたと思う。54 流域分割図の開示勧告については本分科会の範囲外であることを理解いただきたい。

配付資料（資料 1：第 4 回議事録（案）、資料 2：第 4 回講演録（案）、資料 3：前回（6 月 8 日議事録（案）は次回分科会で確認する。）

資料 4：国土交通省への要請

資料 5：2011 年 6 月 10 日要請に対する回答

資料 6：水エネルギー収支分布型水循環モデル（WEB・DHM）、長期再解析日本高解像度ダウンスケーリング（JP10）、観測雨量を用いた貯留関数モデルの評価

資料 7：昭和 22 年洪水直前の乾湿状態に関する検討

資料 8：有効降雨パラメータの違いによる昭和 22 年 9 月洪水ピーク流量の推定幅について

資料 9：森林の保水力とその変化について（補足説明）

資料 10：回答骨子 3（案）

参考資料（意見書）：

ピーク流量 24000m³/s の年超過確率

検証で得られた事実に基づく結論を（意見書）

訴訟報告と「54 流域分割図」開示勧告の要望