

公開説明会「河川流出モデル・基本高水の検証に関する学術的な評価」議事録

日時 平成23年9月28日（水）10時00分～12時30分

場所 日本学術会議 講堂

主催 日本学術会議 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

説明者

委員長

小池 俊雄（日本学術会議連携会員、東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻教授）

副委員長

椎葉 充晴（日本学術会議特任連携会員、京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻教授）

幹事

窪田 順平（日本学術会議特任連携会員、大学共同利用機関法人人間文化研究機構総合地球環境学研究所准教授）

立川 康人（日本学術会議特任連携会員、京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻准教授）

委員

小松 利光（日本学術会議連携会員、九州大学大学院工学研究院環境都市部門教授）

鬼頭 昭雄（日本学術会議特任連携会員、気象庁気象研究所気候研究部長）

田中丸 治哉（日本学術会議特任連携会員、神戸大学大学院農学研究科食料共生システム学専攻教授）

谷 誠（日本学術会議特任連携会員、京都大学大学院農学研究科森林水文学分野教授）

○司会（小松委員）

学術会議の公開説明会を始めさせていただきます。

本日は、お忙しい中、日本学術会議土木工学・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主催の公開説明会「河川流出モデル・基本高水の検証に関する学術的な評価」にお越しいただき、まことにありがとうございます。

まずはじめに、本日出席の委員より、簡単に自己紹介をさせていただきます。

○小池委員長

委員長を務めております東京大学大学院工学系研究科の小池でございます。河川水文学が専門でございます。よろしくお願いいたします。

○椎葉委員

副委員長をしております椎葉と言います。京都大学大学院工学研究科の社会基盤工学専攻に所属しております。河川水文学、水資源工学が専門でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

○窪田委員

幹事をしております窪田順平と申します。総合地球環境学研究所に所属しております。専門は森林水文学でございます。

○立川委員

同じく幹事を担当しております京都大学の立川でございます。水文学を専攻しております。どうぞよろしくお願いいたします。

○小松委員

分科会委員の九州大学の小松でございます。河川工学を専門にしております。本日は総合司会を務めさせていただきます。どうぞよろしくお願いいたします。

○鬼頭委員

委員の気象庁気象研究所の鬼頭でございます。専攻は気象学でございます。

○田中丸委員

田中丸と申します。神戸大学大学院農学研究科に所属しております。専門は水文学です。

○谷委員

委員の谷と申します。よろしくお願いいたします。専門は、京都大学大学院農学研究科の森林水文学分野におりまして、森林の水循環を専門といたしております。よろしくお願いいたします。

○司会（小松委員）

ありがとうございました。

それでは、本日の公開説明会の進め方につきましては、委員長と相談の結果、次のとおりとさせていただきます。まず今日のこの公開説明会、大きく3つに分けられます。最初に、回答について、小池俊雄委員長より説明をしていただきます。それから、その後、事前にたくさんの質問が寄せられておりますので、事前に寄せられた質問への回答を行います。最後に、1時間かけてフロアから質問をお受けしまして、回答させていただきたいと思います。

それで今日の説明会ですが、取材につきましては、カメラ撮りは冒頭部分のみとさせていただきます。それから、録音は禁止させていただきます。なお、質疑応答時の発言方法につきましては、質問のある方は、会場ステージ寄りに設置されていますスタンドマイクに整列していただいて、小池委員長の進行に従って、順に発言していただきます。質問は、日本学術会議の回答書「河川流出モデル・基本高水の検証に関する学術的な評価」の内容に関するもののみとし、それ以外の質問は受け付けられませんので、どうぞご了承をお願いいたします。

それから、資料の公表につきましては、資料は原則として公表することとし、公開説明会終了後、日本学術会議のホームページに掲載いたします。

それでは、議事次第に沿って、まずはじめに、小池委員長より回答の概要の説明を行います。

○小池委員長

スライド 1

9月1日に、今皆様のお手元にございます二百数十ページになります回答書を、学術会議で了承した上、国土交通省に手交いたしました。お手元のその分厚い資料の次に、パワーポイントのハンドアウトをご用意しておりますが、これに沿ってご説明申し上げたいと思います。

スライド 2

まずはじめに、策定の背景についてご説明します。国土交通省河川局長（当時）から日本学術会議の会長あてに、「河川流出モデル・基本高水の検証に関する学術的な評価について」と題する依頼がございました。国土交通省では、河川の長期的な整備の方針を決める河川基本方針というものをつくっておりますが、その中で、洪水の計画の基本となる値が基本高水でございます。平成17年度に策定されました利根川水系の河川整備基本方針の中で、飽和雨量などの定数に関する検証が不十分であったので、国土交通省はみずからデータを点検・整理し、現行の流出解析手法の問題点を整理して、新たな河川流出モデルを構築して、基本高水を検証するということでした。その検証に対して、学術的な観点から、予断なく、かつ客観的・中立的な立場から、日本学術会議に河川モデル及び基本高水の評価が依頼された次第です。本分科会委員は、関係学協会から推薦された水文学（河川水文学、森林水文学、気象学、河川工学）のメンバーから構成されており、委員の互選で、私が委員長を拝命することになりました。

スライド 3

スライド 4

この分科会の目的は大きく2つございまして、1つは、既存の河川流出モデルのいろいろな問題を整理して、新たに構築されるモデルを評価するというものでございます。もう一つは、モデルに入れるデータが正しいか、パラメータが適切に推定されているか、あるいは、基本高水が適切に推定されるかどうかを評価するというところでございます。

ただし、議論を始めましたところ、現行の手法に関しては、当初、科学的な追検証ができない状態にありました。手法に関する背景とか経緯の記録が残っていないという理由で、国土交通省に対してその説明を求めましたが、十分な回答が得られませんでした。また、洪水のハイドログラフという、洪水の流量をあらわす情報でございますが、それが一部途中で変更されました。しかし、その変更の理由も不明でございました。そういうことで、既存の河川流出モデル、計算モデルの課題を整理するということが実質上明確にできないという状態ではございましたので、私も3つの方針を立てました。

第一の方針として、貯留関数法を詳細に検討し、さらにその適用の妥当性を調べました。また、このモデルを動かすのに十分な利用可能なデータがあるかどうかを吟味し、その上で、新しいモデルをつくるときに、こういう方法でつくるべきだということを国土交通省に提示いたしました。この提示にそって新しいモデルが国土交通省によって構築され、提案されてきたわけです。第二の方針として、分科会で、評価軸をあらかじめ設定し、その評価軸に沿って新しいモデルを評価することにいたしました。第三は、評価においては、ほかのモデルを利用して新しいモデルの物理的意味合いを検討するとともに、新しいモデルとほかのモデルとの比較を行うことにしたということです。

また、議論を進める最初の段階で、関連する問題にかかわっておられる専門家の方々のご意見を伺いました。基本高水の決定に重要な流出解析法の専門家としては、東京大学のWang Lei准教授に依頼しましたが、健康上の理由で、残念ながら出席はかないませんでした。基本高水の決定に重要である雨量データの取り扱いに詳しい専門家としては、気象庁気象研究所の藤部さんにおいでいただきました。また、利根川の洪水に詳しい専門家として、関東学院大学の宮村先生と新潟大学の大熊先生に来ていただきました。流出モデルのご専門ではありませんが、利根川の洪水の計算をみずからやっておられる関先生においでいただき、ご意見を伺いました。頂いたご意見、あるいは、そのときに提出された問題を私どもはしっかり受けとめて、それにお答えするという形で議論を進めました。

スライド5

方針の1番目として、まず、貯留関数法の位置づけとその詳細を検討いたしました。一般に、流出解析は、雨が降って出てくるプロセスの物理機構を解明したり、洪水や渇水の予測をしたり、あるいは流域の環境や気候の変化に伴う水の流れ方の変化を予測するのに使われ、そのモデルは幾つかに分類することができます。まず時間の観点から見ますと、洪水などの短期の流出を求めるものから、渇水などの長期なものを求めるものに分かれ、また、応答関係のみを見るもの、概念的にまとめたもの、物理的な関係で表現したものに、分類されます。さらに、流域全体を一つのまとめたものとして扱うものと、流域のいろいろな特徴を分けて考える分布型のものに分類することもできます。今回使われております貯留関数法は、基本的に短期で、ある洪水というイベントをあらわすモデルでありまして、貯留量と流出量の関係と、その収支が合うという連続式を組み合わせた物理的な意味合いをもつモデルです。ただ、モデルの形態によっては、流出する領域と浸透する領域と分けるような、概念モデルとしての性質もあります。貯留関数は、もともとは集中型モデルでつくられましたが、それを組み合わせることによって、分布型モデルとしての表現もある程度可能になっております。

ただ、貯留関数法はさまざまなやり方で適用されております。特に今回は、流域を浸透するところを浸透しないところに分けるか、それとも一括で扱うかという点を議論しました。

スライド6

こういう検討を踏まえ、治水計画へ貯留関数法を適用できるかということをもとめました。洪水というめったに起きない現象を、予測することが治水計画に求められており、は、我が国の多数の流域で多くの利用実績を持っている貯留関数法を分布型の形式にして利用していくのが現実的であると判断いたしました。

その上で、この貯留関数法を適用するに当たって、5つの留意事項、あるいは推奨する点を提示しました。

まず、モデルがいろいろな条件に適用できることを頑健性といいます。これを保持するために、できるだけ簡潔なモデル構造とすることとしました。多くのパラメータを使えば、計算値を観測値に合わせることはできますが、そこで合わせたものがほかの場合に当てはまらないということになるからです。

第二に、モデルのキャリブレーションによってパラメータを推定する場合に観測データを用いますが、そのキャリブレーションに用いられていない観測データを使ってモデルの検証、評価を

行うこととしました。

第3は、今回の議論の1つの焦点でもあった飽和雨量というパラメータについて、現行の方法では、最後に残差を合わせるという形で推定されていました。しかし、これでは物理的意味が明確になりません。そこで、水収支、つまり降水量と流出量が釣り合う関係を使って、雨がどの程度流出過程に入るかを定めるモデル、これを有効降雨モデルといいます。これをあらかじめ定めてから流出計算を行うことを推奨いたしました。

第4は、ピーク流量に対するパラメータの感度分析をするということで、その感度分析の結果、既往最大の洪水である昭和22年のカスリーン台風の洪水ピーク流量の推定値にどれぐらい幅が出てくるのかということを示すということです。

最後は、サブ流域の構成についてです。利根川は日本で一番広い流域ですけれども、その中にいろいろな地質構造がございますので、水の循環の応答特性ができるだけ均一であるというよう形のサブ流域を構成して、観測データの利用可能性にも留意して、追検証可能な形にすることとします。

このうち第4は、結局、国土交通省はされませんでしたので、私ども分科会のほうで実施いたしました。

スライド7

さらに、利根川に貯留関数を長期に適用する妥当性の1つの要素として、森林の変化による河川流出への影響について、これまで得られております小試験流域における観測研究の知見を整理しております。地上植生が減ると直ちに蒸発散が減少し、流出量が増大しますが、土壌の変化がないと規模の大きい洪水ではその影響は小さいままです。森林には土壌層全体における雨水の貯留変動による保水力があり、大出水であっても、洪水波形を緩やかにする機能を持っています。一方、花崗岩のはげ山では、植生や土壌が存在せず、なおかつなかなか回復できなくなるので、はげ山になると洪水流出量が増大するということがわかっております。

里山の場合には、人間活動によって森林土壌が失われ、その結果洪水流出量は増大傾向がありますが、花崗岩以外の地質では貧弱な植生と下層土壌層は残されます。人が森林を伐採しなくなったり、あるいは使わなくなると、土壌層の厚さや保水力が長い年月をかけて回復してきます。しかし、こういうプロセスの保水力の回復は、まだ検出には至っていないということがこれまでの知見です。一方、花崗岩のはげ山は、緑化いたしますと、洪水流出量が低減するということは分かっております。このように、一般の里山と花崗岩のはげ山の緑化の違いを明確にしました。それから、流域には、宅地化など森林以外にさまざまな要因がありますし、森林管理の問題もあります。これらを総合的に考えて、流出モデルのパラメータの変化要因が、森林の影響なのか、ほかの要因なのかということを考える必要があります。

スライド8

次に方針2について、方針3も組み合わせて紹介いたします。国土交通省より提出された新しいモデルには、こういう5つの特徴がございました。まず、雨量データがきちっと精査されました。後で申しますが、分科会ではこれが正しいかどうかを確認いたしました。次に、地質によって4つの中流域に分類がされました。それぞれに対して、有効降雨モデル、貯留関数がつくられたわけですが、有効降雨モデルは、第四紀火山岩類では一次流出率のみを用いた折れ曲がり

がない直線、それ以外では飽和雨量を定めて、一次流出率と飽和したと考える後の流出率が定められていました。また、流域を浸透するところと流出するところに分けないで、一つの貯留関数で表現し、サブ流域の区分は公開とされました。なお、パラメータは貯留量—流出高の関係と観測流量への適合度をもって推定されていました。

分科会で設定した評価軸は、学術的な先端性を有しているか、実用技術としての成熟度・利用実績があるか、ということですが、これらにつきましては、先ほど貯留関数法の検討の中で議論しております、ほかに、基礎方程式や計算手法において誤りがないか、物理的意味合いが正しいか、異なる事例にあってもモデルの適用性が担保されているか（頑健性）、この3点をチェックいたしました。

スライド9

誤りがないかということにつきましては、雨量データをまずチェックいたしました。分科会で独自に雨量を算定して、それと国土交通省が出した雨量がどのくらいずれているかということで、近年のはほとんどずれておらず、昭和22年でも、2乗平均平方根誤差（RMSE）は平均で6mm以下でしたので、洪水算定に用いられている雨量に誤りがないことを確認いたしました。

次にモデルでございますが、新モデルにつきましては、基礎式、プログラムソースコードを確認し、これをシステム上で動かして動作確認したところ、国土交通省が計算した結果との差は非常に小さいことがわかりました。さらに、神戸大学が持っております貯留関数法で計算しても、差は非常に小さいということから、基礎方程式、数値計算手法において誤りがないことを確認いたしました。

先ほど追検証できないと申しましたが、現行モデルのプログラムソースコードが、5月の連休明けごろに、委員に提供されました。これは、これをこの目的だけに使うという誓約書を書いて、3名の委員がこれを見ました。プログラムソースコード、それから基礎方程式を確認し、さらに実行形式にいたしまして、動作確認、流量を計算したところ、国土交通省が以前計算した値との差も、差が非常に小さいことを確認いたしました。そこで、現行モデルも、基礎方程式、数値計算手法において誤りがないことを確認した次第です。

スライド10

次に、物理的意味合いについてですが、これまで大きな問題として指摘されてきた飽和雨量について、その物理的意味合いに注目しました。その物理的意味合いがちゃんと担保される形で飽和雨量が算定されていることが重要で、雨の総量と河川の流量の一致を確認しました。新モデルでは、第四紀火山岩類が主なサブ流域では、飽和雨量を設定せず、1つの流出率で掲載しており、そのほかのサブ流域では、飽和雨量を設定して、2つの流出率で計算しております。後者では、飽和に達した後の流出率、ここでは1.0が使われておりますが、つまり降った雨が全部出てくるという形ですけれども、それよりも小さくなる場合もあり得るということを理解しています。

次に、飽和雨量の感度分析を行いました。飽和雨量がどれだけ変化すると、ピーク流量がどれだけ変わるかという問題で、これも大きな論点として、関専門家よりご指摘のあったことでございます。実は私どもも、このメカニズムは当初よくわかっておりませんでした。が、検討の結果、降雨パターンが、図のa)とd)のように、シャープな、短時間にまとまって多くの雨が降る場合におきましては、この飽和雨量の設定の仕方ではピーク流量が非常に大きく変わるということが

わかり、逆に、図のb)やc)のように、降雨パターンがだらだら型の場合には、飽和雨量をかなり変えてもピーク流量はあまり変わらないという結果を得ました。そして、それを昭和22年のケースにも適用してみました。そうしますと、昭和22年のケースというのは、いわゆるだらだら型でございまして、飽和雨量を変えて大きく変わるのは、最初の立ち上がりのところが部分であって、ピーク流量はあまり変わらないという結果となりました。つまり、昭和22年の場合には、飽和雨量の感度が小さいということがわかり、かつ、そのメカニズムも私どもは理解いたしました。これは、これまで水文学の中ではあまりはっきりしていなかったことで、この分科会の検討の中で明らかになったことでございます。

次に、飽和雨量の値の特性について調べました。京都大学のモデルや東京大学のモデルは、飽和雨量が変わる理由である土の中の水分量を直接計算することができます。そこで、京大モデルを使って、現行モデルの飽和雨量と流域全体の水のたまっている量、平均貯留高の関係を見ますと、関係が明確でないということがわかりました。ところが、新モデル——新モデルというのは、先ほど言いましたように、水の収支が合うという形で飽和雨量を算定しているわけでございますが、東大モデルを使って、新モデルの飽和雨量と各サブ流域ごとの降雨直前の土壌水分を比較すると、おおむね右下がりの傾向があることがわかり、土壌水分が増えると飽和雨量は下がるという物理的な意味合いをあらわしています。ただし、昭和33年とか34年の洪水の場合は、この値が左下に偏っておりまして、これは雨量の算定の仕方が国土交通省の場合と東大のモデルの場合では違っていますので、これが原因かもしれません、原因ははっきりとはまだわかっておりません。ただ、いずれにしても、右下がりの傾向はあり、飽和雨量というパラメータの物理的な意味合いがある程度確認されました。

スライド12

二山洪水、つまり降雨が二山になったときには貯留関数が使えないという問題提起がございましたので、その検討を行いました。神戸大学の長短期流出両用モデルは表層の貯留能を計算することができますので、39のサブ流域の浸透能を計算したところ、昭和22年のケースでは図のように浸透能がずっと低減しておりますので、この間に浸透能の回復があったということは認められませんでした。ということは、そのまま貯留関数を適用できるという結果を得ました。

東大モデルも、同様に表層の浸透を計算することができます。第四紀火山岩類のサブ流域では、図のように降雨の合い間に土壌水分が下がり、浸透能が回復するということがありますが、第四紀火山岩類以外のところでは降雨の合い間でも土壌水分が一定であり、浸透能の回復は認められませんでした。先ほども申しましたが、第四紀火山岩類では飽和雨量の考え方を当てはめず1本の直線で表現しており、こういう浸透能の変化に適用できるわけでございますが、そのほかのところでは浸透能の回復がないので、飽和雨量を設定した有効降雨モデルを含む貯留関数が適用可能であるということを確認した次第です。

スライド13

次に、河道域の拡大と河道貯留の効果を見てみました。これは、雨量から計算して推定される洪水流量が2万1,000 m^3/s とか2万2,000 m^3/s となるのに対して、当時流れたであろう洪水流量が1万7,000 m^3/s であるのか、このギャップを考えるためでございます。一部の河道で河道域の拡大と河道貯留の検討をいたしましたところ、そのピーク流量が低下するの

に加えて、時間遅れも生じ、その結果、ほかの川と合流した後の八斗島のピーク流量も低減しました。このように、大規模氾濫とまではいかなくても、河道域の拡大と河道貯留によって、八斗島での実績流量が、雨量から計算産された洪水流量よりも低くなる可能性を示唆いたしました。

貯留関数の2つのモデルパラメータの感度分析につきましては、これらを少し変えただけで結果が非常に大きく変わることを確認しました。その上で、同じパラメータ値を使って、このパラメータの同定に用いなかった昭和33年、34年に適用したところ、再現性は非常によいという結果となり、新モデルの頑健性が確認された次第です。ただし、私たちが確認できるのは、1万 m^3/s の洪水のみでして、昭和22年、2万 m^3/s を超えるというような洪水に対して、用可能であるかどうかの直接の確認はできておりません。これはデータの制約上できないと判断いたしました。

次に、別途キャリブレーションされた、京大モデル、東大モデルをパラメータを変えることなく、昭和33年、34年、57年、平成10年について、それぞれ6月1日から10月31日まで5カ月間連続で走らせて、いずれも適合性がよいことを確認いたしました。こういうものについては、特定のところだけをごらんになってご意見があるかと思いますが、私どもは全体を見て適合性がよいと判断いたしました。

スライド15

昭和22年の洪水の流量の推定の幅につきましては、このときは観測流量がありませんので、逆算で飽和雨量を求めることができません。そこで、昭和33年、34年、57年、平成10年の飽和雨量を平均値から変化させたときに、どれぐらいピーク流量が変わるかということを算定し、算定幅を推定しました。京大モデル、東大モデルの場合にも、さまざまな条件で変化させたときに、ここに示すし幅があるということを確認したわけでございます。

最後に、洪水時の森林の保水力と流出モデルのパラメータの経年変化を検討しております。先ほども申しましたが、利根川の場合の里山では、おおむね森林の蓄積は増加し、保水力は増加しているものと考えられます。ただし、洪水のピークにかかわる土壌層全体の厚さの増加には長い年月が必要ということも理解しております。一方、土地の利用の変化もありますし、河道改修の影響などもあります。いろいろな要素が影響しております。そのようなことが考えられる中で、新モデルも、京大モデルも、東大モデルも、どのモデルにおいてもパラメータの値を変化させずに33年から平成10年までほとんど同じように再現ができたことを考え合わせて、パラメータの経年変化は検出されないということが理解されました。ただし、今後、森林の管理のあり方によっては、モデルパラメータの変化に留意が必要な場合もあるということを認識しております。

次に、利根川の場合は、総合確率法を使って200年の確率洪水流量というのを出力しておりますが、それにつきまして検討いたしましたところ、200年超過確率洪水流量を算定する手法として、この総合確率法は妥当であると判断しました。これは、この後、質問にお答えする形で、椎葉委員からより詳しく説明していただきます。

スライド16

なお、貯留関数法のところでは、推定幅を検討しましたが、この総合確率法は洪水のピークの超過確率を算定するときに、降雨規模以外の諸量の不確かさを推定する必要があるわけですが、降雨の規模の不確かさが大きいので、この幅は考えないこととしました。

基本高水の降雨算定においては、既往洪水の解析、確率降雨から流出モデルを用いる方法、総合確率法、氾濫のもどしや雨量から流量を計算してそれを統計的に扱うものと、いろいろな方法がありますが、これを総合的に検討することが必要ということ指摘した上で、こういう方法が広く理解されるように河川管理者は努力する必要があると指摘しております。

スライド 17

結論でございますが、今説明してまいりました検討を踏まえ、国土交通省の新モデルによって計算された八斗島地点における既往最大洪水流量の推定値は2万1,100 m³/sの-0.2%~+4.5%、それから、200年超過確率の推定値は2万2,200 m³/sであるのが妥当といたしました。

スライド 18

冒頭に追検証ができないということを申しましたが、それを直すために、技術文書をきちっと作り、レビューする体制をつくること、それから、データに関して、修正等も含めた経緯を記した文書を整備することが必要であるという留意事項を提示しました。

ここまでが回答でございますが、そのあとに附帯意見を3点つけました。

スライド 19

1つは、このたびの評価で、実際に洪水が起こったとき、それが自然に流下したら2万2,000なり2万1,000という量が流れたであろうということがわかりました。ところが、実際には、さまざまな影響で、1万7,000 m³が推定とされておりまして、そこに大きなギャップがあるわけで、これを今後の河川計画、管理の中でどのように理解し、治水をどうやって実現していくかということの慎重な検討を要請いたしました。

それから、気候の変化によって起こり得るリスクを徹底的に吟味し、それを河川計画、管理に反映することを指摘しております。

、この間、さまざまなデータ取得方法や数値モデル、あるいは理論や理解が進んでいることを踏まえ、こういう近年の学術の成果を効果的に取り込んだ、合理的な河川計画手法を確立し、それを広く国民の皆さんで共有して、合意形成を図るための計画論を形成することを、最後に要請いたしました。

以上が回答の概要でございます。

○司会（小松委員）

どうもありがとうございました。

ただいまの回答の概要説明についてのご質問は、また後ほどお受けしたいと思います。ここでは、次に進めさせていただきます。

回答に対する質問、意見を前もってお受けしております。非常にたくさんのご質問をいただきました。また、多岐にわたる内容でしたので、それを11の論点にまとめさせていただきました。それぞれの論点について、分科会のほうから説明をさせていただきます。

まず最初に、論点番号1の雨量の算定手法の妥当性について、小池委員長からお願いします。

○小池委員長

スライド 2

雨量の算定に、広い利根川の中で観測点の密度の影響とか、あるいは気候変化の影響とかとい

うのはどうなっているんだというご質問がございました。気候変化の影響は、後ほど論点10で鬼頭委員から説明いただきます。

雨量の算定に関しましては、分科会がみずから、ティーセン分割という方法と、流域を全部500mのグリッドに切って推計する方法との比較を行って、ほぼ一致するということを理解した上で、昭和33年、34年、57年、平成10年の時間雨量データを用いて、サブ流域ごとの平均雨量を算定して適用しました。昭和22年については、時間雨量データの観測地点数非常に少なかったので、日雨量データを近傍の時間雨量データを参照して時間分解して、500mのグリッドで計算をいたしました。差の大きなサブ流域も一部見られましたが、RMSEは10mmを超えることはなく、平均6mm以下ということでございましたので、雨量は妥当であると判断した次第でございます。

○椎葉委員

それでは、論点2ですが、新モデル以外にどのような方法があるか、新モデルが最適と言えるかということですが、新モデル以外にも、貯留関数法にもいろんなタイプがありますが、タンクモデル、WEB-DHMなど、ここに書いてあるものがあります。これ以外にもあります。

このように非常に多くの流出モデルがこれまでに提案されており、また、次々と開発されていて、すべてのモデルを今のこの時間の断面で集めて比較して、どのモデルが最適かというのを判断していくのは困難であります。

そういう中で、治水計画においては、生起頻度が高くない、まれにしか起こらないような極端な現象でありますので、そういう流域の応答を予測する必要がありますので、我が国でこれまで多数の流域で適用実績を持っていて信頼性がある貯留関数法を用いて、ある程度分布型のモデル形式にして利用していくというのは現実的な方法であると考えています。新モデルはこのようなモデルであり、水収支を合わせてからパラメータを決めることができる構造にするなど、パラメータの同定から判定になるように工夫が加えられました。

以上です。

○立川委員

テーマの3番目です。新モデルの特徴、それから、現行モデルと新モデルは一体どう違うのかという質問をいただいています。

まず質問にお答えします前に、再度、現行モデルと新モデルがどのようなものであったのかということを簡単に振り返ってご説明申し上げます。

まず現行モデルといいますのは、ここにお示しますように、いわゆる木村の貯留関数法です。このモデルの特徴は、1つのサブ流域を、流出域と、浸透域の2つに区別するというのが大きな特徴になります。そうしますと、流出域への降水は、損失することなく流出する、浸透域に降った雨は、 Rsa と呼ばれる値のパラメータ、降り始めからの積算の降水量がこの Rsa を超えるまでは流出は起こらず、これを超えた後で流出する、このような構造になります。そうしま

すと、連続式は、流出域の貯留、それから、浸透域の貯留、これらの2つの貯留量を扱う連続式、それから、それぞれの貯留関係式、最後に、このサブ流域からの流出は、流出域と浸透域からの流出にそれぞれの面積を掛けて総流出量を計算する、そのような構造になっております。

一方、新モデルのほうですが、こちらも同様に、一般に貯留関数法と呼ばれています。こちらの今回使いましたモデルは、流出域と浸透域というように区分するということをしません。1つのサブ流域を1つの貯留量であらわす、このような構造です。ただし、非常に工夫されているところは、有効降雨の推定が大事ですので、流れのモデルと有効降雨のモデルとをはっきりと分離させるというモデルになっています。そうしますと、有効降雨のモデル、それから、連続式、貯留の関係式、最後に流出高に面積を掛けて基底流量を足して流出量を計算する、このような計算法になっています。

今申し上げました2つのモデルを箇条書きにまとめますと、現行モデルは、小流域ごとに流出域と浸透域の2つの貯留量を考え、この流域分割と組み合わせた形で有効降雨を考えることになります。それでは、このモデルのパラメータをどう扱うかというところが、ご質問いただいたところの一つになるわけですが、図解法というものをを用いてパラメータを決定するというのが従来やられてきた方法です。この方法を用いますと、現行モデルではパラメータを決定するときのモデルの構造と、実際にその得られたパラメータを用いて再現・予測計算するときのモデルの構造とで違う構造をとるという不合理な点があります。

新モデルのほうは、このように小流域ごとに1つの貯留量を考えます。有効降雨モデルと流れを扱うモデルとを分離しますので、有効降雨モデルの選択には幾つかのオプションがあります。ここでは飽和雨量、一次流出率という有効降雨モデルを使っているわけですが、ここにいろいろな有効降雨モデルを導入することができます。それから、パラメータ決定ですが、非常に大事なことは、総有効降雨量と総流出高がまず合致するようにして、有効降雨の推定誤差がパラメータ値の決定に影響を及ぼさないようにするということが非常に大事になります。ここでは有効降雨モデルを使って、しっかりと水収支が合うようにした上で、貯留関数モデルのパラメータを決めるということを推奨しています。

以上を踏まえて、質問にお答えします。論点3番のところで、10番の(3)のご質問と16番の(3)のご質問、あわせてお答えします。質問いただいた内容は、新モデルではどうしてKの値が半分になるのか、半分になるかというよりも、どうして小さくなるのかというようなご質問と承りました。それから、新モデルはR s aが現行モデルよりも大きいのに、どうして同じようなピーク流量が計算されるのかというご質問をいただきました。

この図は昭和33年洪水に対する観測流量を青線で示しています。横軸に時間をとっておりまして、縦軸に流量をとっています。現行モデルで計算した結果は、このように赤の線になっています。それから、新モデルで計算した結果は緑の線となっています。ピーク流量を見ますと、現行モデル、新モデルとも、おおむね観測流量をよく説明しているということがわかります。ただ、この図を見ていただきますと、この赤線の現行モデルの計算結果は、観測流量と新モデルによる計算流量を覆うような形になっていまして、現行モデルによる計算流量は非常にボリュームが

大きいということが見てとれると思います。

回答でござりますが、現行モデルはピーク流量を再現はしているのですが、観測流量、新モデルによる計算結果よりも総流量が大きいということがわかります。これは、現行モデルの R_{sa} を小さくしないと収支的に合わないで、まずそれが理由になっています。もしも現行モデルの R_{sa} を200mmとかにしますと、おそらく現行モデルがどのようにパラメータを同定されたのかというのはわからないのですが、ピーク流量はもっと下がるということになります。それから、 K の値といいますのは、 K の値は一般に小さくなればなるほど貯留の効果は小さくなりますので、ぱっと立ち上がってすっとおりるというハイドログラフになります。 K の値は現行モデルのほうが大きくて、そのためにこのような包含するようなハイドログラフになっています。したがって、現行モデルと新モデルとで計算した流量の違いがこのような形として現れるのはパラメータの値から説明が付き、この違いはハイドログラフの形を見ればもう一目瞭然ということで、ご理解いただけるのではないかと思います。

ほかに幾つか新モデルの特徴、現行モデルとの違いに関して、16番の1、2、4番で幾つかパラメータの設定に関する質問をいただきました。ちょっと読み上げます。第9回分科会資料2の谷・窪田委員の論考によれば、中古生層の神流川以外は飽和雨量を設定せずに F_1 を0.7とするとよいと言われているが、どうしてこういうものを採用しないのかというご質問をいただきました。回答といたしましては、有効降雨のパラメータの設定にはかなり幅があるということです。一例として、谷・窪田委員はこのような値を挙げられてございます。ここでの新モデルは、地質区分に従って、第四紀火山岩類の吾妻川流域では R_{sa} を無限大としていて、 f_1 を0.4としています。それ以外では f_1 を0.4から0.6、 R_{sa} を90mmから180mmとしています。

それから、もう一つ質問をいただきました。第6回分科会別添資料2によれば250mm以上の降雨でも、神流川流域を除くとこれこれという質問をいただきました。これは国土交通省で準備されたデータに関するご質問ですが、このような値になるということもあると考えます。一般に総降雨量が大きくなるほど流出率が大きくなるということに注意することが大事です。そのため、平均を求めるとということにはそれほど大きな意味があるとは考えません。

それから、もう一つ質問をいただきました。現行モデルの k 、 p を新モデルで用いると1万6,000 m^3/s になるとの見解があるがどうかということですが、先ほどお示しいたしましたように、新モデルと現行モデルはモデルの構造がまず異なります。それから、パラメータの決め方も異なっています。したがって、こうした考えは有効ではありませんので、実施はしませんでした。

以上でございます。

○小池委員長

論点4につきまして、東大モデル、あるいは京大モデルに関するご質問を多くいただきました。それに関してまとめてお答えをしたいと思います。それは、なぜこういう東大モデルと京大のモ

デルを使ったかということと、その適合度に関する考え方でございます。

まず最初に、これらのモデルを使った目的を申し上げます。先ほどの分類でもございましたが、貯留関数法で使われている「飽和雨量」が大きくなるか小さくなるかというのは、洪水というイベントがある前に、どれだけ流域が乾燥していたか、あるいはずっと長雨が続いて湿っていたかということに依存します。ところが、貯留関数法のようなイベント型モデルでは、それが表現できません。先ほどご説明したように、有効降雨モデルを収支が合うように設定して初めてできるわけです。ところが、東大モデルとか京大モデルはそれを長期間にわたって計算することができます。東大のモデルですと、100年ぐらいにわたっても持続的に計算できます。そういうことで、飽和雨量というパラメータが表現している物理量は何なんだろうかということを得るために使ったわけです。連続時間モデルの特徴をここにまとめております。

こういうことを使って、先ほどお見せしましたように、土壌水分の算定値と水収支から求めた新モデルの飽和雨量は、物理的な関連性がある程度明らかになりました。

スライド 11

次に、モデルの適合度をどう見るかということでございますが、このスライドには入れませんが、皆さんの回答書の中の180ページ、181ページ、182ページをごらんいただきますと、先ほど言いましたように、京大モデルも東大モデルも5カ月間連続に計算しております。こういう長期のモデルがどれくらい適合しているかということを示す科学的な客観的な指標として、Nashの係数というのが考えられています。要するに、大きいときと小さいときと、そのばらつきを考慮して、うまく適合できているかどうかという指標でございまして、それが1ですと完全に合っているということですが、0.7以上でモデルの再現性が高いとされています。

昭和33年の場合には、流量データに欠測がありまして、モデルは計算していますけれども、相手となる流量データがございませんでしたので、この年のNashの係数は計算しておりませんが、昭和34、昭和57年、平成10年について、0.8を超える値になっておりまして、昭和34年から平成10年まで、一貫して適合度がよいというふうに判断できます。それが東大モデルの適合度でございまして、こういう指標を使って客観的に判断すると、流出形態に関する経年的変化は見られないというのが科学的な見方であると私どもは考えています。

森林が流出に与える影響を数値モデルで評価する可能性ということですが、植生モデルを組み込んだモデルはもうでき上がっておりまして、その影響も評価いたしました。しかし、土壌の発達と流出の関係を示すモデルは、残念ながら、私どもも開発できておりませんし、国際的に見てもまだ開発されていません。これは非常に大きな、そして重要な課題であると思いますが、植生と土壌が相互に関連しながら変化していく様相を組み込んだ形で、影響の評価ができないのが現状です。

○谷委員

それでは、森林の保水力ということについてご説明申し上げますが、まず申し上げたいのは、こういうことについては、世界的に森林科学のほうで研究が行われてまいりまして、日本でも森林総合研究所や東大、あるいは京大で長く研究をしております。それで、保水力を検証するため

には、利根川流域というのは全く広すぎまして、雨のデータから流出のデータまで小さい領域できちっとはかることが必要でございます。これは科学的に国際的に認められていることでございまして、私どもの京都大学では、滋賀県の花崗岩にある桐生試験地などで測っております。上のほうのグラフを見ていただきますと、1年間通してモデルによる計算結果が観測結果と大体合っています。これはものすごくよく合っているんですね。これぐらいに合わせられる。しかし、これをひとつひとつの洪水で詳しく見ますと、ちょっとずれているじゃないかということも言えます。これはやむを得ないです。毎回毎回の洪水をすべて合わすということは、野外の自然現象に対して無理なのです。それをひとつずつとらえて議論することは、科学的ではありません。これよりもずっと、大きな流域では都市化とかも進んでおり、宅地化ということがございまして、そういうところで、森林の効果を検証するというようなことはできるはずがありません。そういうことをまづもって申し上げたいと思います。

それから、土壌層厚がどのぐらいなんだというご質問がございました。森林が大きくなりますと、葉が落ちてきまして、それが腐ってきてという分解過程がございまして。しかし、保水力を問題にする場合には、落葉層だけではなく土壌全体が重要で、日本のような地震の多い変動帯では、木が根を張って豪雨で流されないように土壌を支えていることに基きます。また、小雨の年の乾燥に対して木が枯れてしまうことがないように、土壌水が木の生育を支えています。木が支えることによって土壌があるという、支えあいがあるわけです。土壌全体が川の流出を安定化させているというのは、そういう意味です。したがって、表面付近の落ち葉の層から基岩に近い層まで、その全体が保水力として意味を持つということでございます。確かに落葉層があった場合にはない場合よりも、流出が緩やかになりやすい、表面流が出にくい、そういうことはございますが、そのことはあくまでも一部であるということでございます。土壌層の厚さはいくらかというご質問に対しては、したがって、50cmから2mあるいは3mというように捉えています。地質によって違いはありますが、そのような厚さです。

それから、中小規模の洪水解析から洪水を予測することについてですが、もし表面の落葉層付近が洪水を流すのだとしますと、出水の規模が大きくなればなるほど表面流は出るわけですから、それだけ早く流れるものが増えてきます。しかし、まさに昭和22年のカスリーン台風のような大規模な豪雨では、モデルで予測できるよりさらにものすごい大きな洪水流出になる。しかし、実際は、予測できる範囲にとどまる場合が多いです。なぜそうなのかと申しますと、土壌全体が非常に大きな雨のときでも水を貯留してくれているからです。そういうことが、例えば、この間の紀州の台風12号の異常な豪雨の場合でも、スギその他の木が土壌を支えているからこそ、表層崩壊は部分的で済んでいるというふうに、私は考えております。

それから、土壌の発達の経年変化はどのくらいなのかというご質問でございますが、なかなかこれは難しい問題です。まず、花崗岩の場合ですが、一度はげ山になっております。人間が強度に利用したからなのです。これに対しては、国交省あるいは農林水産省林野庁が斜面に階段を切り客土をして、その土が滑り落ちないように木を植えてという緑化工事を延々とやって難儀を重ねて緑化してきました。また石油が使えるようになって、木が使われなくなり、ようやく何とか

緑化が成功して土が斜面をおおったのです。ところが、先ほども小池先生からございましたように、他の花崗岩以外の山では、里山として何とか森林の利用が続けられてきました。森林も土壌もやせてはいましたが利用できたわけです。森林土壌が立派にあったとはいえなかったがやせた土壌は存在していました。これが原生林の土壌状態に回復していくには、これは100年は短いのです。つまり、今ここにあります図では、山崩れで崩壊して基岩の表面が出てしまったような場合、周りの森林から土が落ちてきて、初めのうちはそういう落ちてきた土を木が支えて何とか厚くなってゆくことを示しています。ある程度厚くなりますと、厚さの増加がものすごくゆっくりになる。なぜゆっくりになるかということ、風化の速度が年間1ミリとか、それ以下ですので、風化でできた土粒子を土壌化するという全体のプロセスには時間がかかるということでございます。このあたりをご理解いただきたいと考えております。

それから、先ほども申しましたが、利根川流域にはいろんな場所がございます。スライドで示しました航空写真は、渋川付近の同じ場所の昭和22年と現在とを対比させています。流域には山ばかりあるわけではありません。平地ですと、当時は農地であったのですが、現在は宅地になっております。山のほうでも、ゴルフ場が下のほうに見えますが、いろいろ変わっております。こうした保水力低下があるのに、全部森林がゆっくりした土壌変化による保水力の増加で支えるということは無理です。そういうことをぜひご理解いただきたいと思います。

○立川委員

続きまして、論点6の規模の異なる洪水でのモデル検証と適用の可能性ということで、これは多くのご質問をいただきました。1つ番号が抜けておりまして、質問番号9の(1)(2)から、16の(1)(2)(3)、それから(5)についてもあわせてお答えします。(5)が抜けていますので、追加いただければと思います。

まず異なる洪水に対するモデルパラメータの決定ですが、その前に、 k 、 p に対する質問をいただいておりますので、この感度分析の結果を再度お示しします。これは回答の中の参考資料の中にも掲載されているものですが、左と右と、それぞれ昭和33年9月洪水、34年8月洪水で、 k と p を変えるとどれぐらい計算結果が違ってくるのかということを表したものです。これを見ますと、 k の値が小さいほど貯留効果が小さくなりますので、ピーク流量が大きくなる。それから、 p の値が小さいほど非線形性が大きくなりますので、非常にピーク流量が大きくなるというように、 k 、 p の値によって計算結果が大きく動くということがわかります。その上でこの図を見ます。これは33年9月洪水、34年8月洪水の再現計算結果です。この洪水を用いて求めた k 、 p は用いていません。比較的新しい近年の昭和53年から平成19年の洪水を用いて k 、 p を決めておいて、その中で一番大きい洪水で k 、 p を決めたというわけですが、それを使って33年、34年洪水の再現計算してみると、このように非常によく一致いたします。これは、このようにして決めた k 、 p がtransferableである、頑健性があるということの1つの証左であると考えています。

もう一つ、非常に大事な質問をいただきました。ほかの1万トンクラスの洪水を推定する場合

はいいかもしれないが、規模の違う洪水の推定はどうなるのかという質問をいただきました質問では第8回の別添資料というふうにいただいておりますが、第9回の別添資料であると思います。この資料は国土交通省で、中規模洪水で k 、 p を推定して、それを用いて大洪水に設定したとき、どのようなピーク流量になるかということを試算された結果です。この結果を見ますと、中規模洪水で計算したときの k 、 p を使うと、少し洪水流量を過大に評価するという傾向が見えます。

これについての考察ですが、まず物理的な考察からしますと、洪水規模が大きくなるにつれて地表面流が発生するような大洪水の場合は、理論的には p の値は大体0.6のあたりに収束していきます。複数洪水で得られたパラメータをよく見て、このような物理的な考察を踏まえた上で、最大洪水に適合するパラメータを見たときに、奥利根、烏川、神流川流域では概ねそのような値になっていますので、こういう考え方は妥当であると考えております。

もう一つ加えて多くの質問をいただきました。異なる規模の洪水に対するモデルパラメータの頑健性はどう考えるのか。既存のデータを用いて構築した流出モデルやパラメータの値が、異なる規模の洪水、特にこれまで経験していないような洪水の信頼性をあわせて予測するということは、これは極めて重要な課題です。しかし、冒頭に委員長からもございましたように、データはありません。これは非常に大事な課題ですが、国際的にも未解決の問題です。

1つの方法として、洪水流出現象をできるだけ物理的な原理のもとに構築した流出モデルによる計算結果を参考とするということが考えられます。そのために今回は、東京大学、京都大学の分布型流出モデルを用いて計算しました。それから、こうした物理分布型モデルや他の構造の流出モデル、複数のモデルによる推定結果、こういうことを合わせて考えることが、経験していないような現象を考える上で非常に重要であると考えます。したがって、今回はこのような理論的な考察も踏まえて、複数のモデルで分析した結果、このような結論を得たということです。

また、新たな洪水データを得るたびに、従来の流出モデルやパラメータの値が適切であるかということを確認することは、非常に重要な仕事であると考えます。

以上でございます。

○田中丸委員

続きまして、論点7、河道貯留について説明させていただきます。非常にたくさんのご質問をいただいている項目ですが、最初のスライドで質問の内容を取りまとめさせていただきました。

一番上が、国土交通省からの依頼の本質というのは、カスリーン台風時の最大流量に基づく基本高水流量と実測ピーク流量との乖離を説明することと思われるけれども、学術会議はそれに回答していないのではないかというご質問ですが、これについては、次の論点8とあわせて、以降のスライドで説明させていただきます。

次に、上記乖離の原因として、さまざまな推定誤差も考えられるが、河道貯留の可能性が一番大きいと考えているのかというご質問ですが、これはご指摘のとおり、さまざまな誤差要因があるわけですが、回答書にあるとおり、乖離の原因は、河道貯留ないし河道近傍の氾濫の可能性が一番大きいと考えております。

次に、上記乖離を説明するためには、計算例で示された河道近傍の氾濫区間がほかにもあるはずだが、それはどこかというご質問ですが、これは以降のスライドで説明いたします。

計算モデルの河道はいつの時点のものか、現況河道でカスリーン台風時の最大流量はいくらだと判断するかというご質問です。計算モデルの河道は、現況の河道でございます。これは論点8でも述べますけれども、氾濫を含む流域全体の計算は行っておりません。

それから、貯留関数法で織り込み済みの河道貯留と、分科会が附帯意見でいうところの河道貯留はどこが違うか。これについては、以降のスライドで説明いたします。

最後に、国交省は上流に大規模氾濫があったというが、学術会議はそれをどのように評価するか。これについては、氾濫に関して、国土交通省と大熊参考人のご意見、見解に食い違いがありまして、これらの見解の正否を判断する材料が現時点でございません。これについては、論点11でも論じられます。

分科会では、烏川・碓氷川合流点と烏川・鐺川合流点の河道断面を対象にして、現行モデルでは河道Kと言われる箇所ですけれども、ここを取り上げて、河道貯留ないし河道氾濫の影響をシミュレーションしております。なぜここだったのかということですが、これは第1回の分科会で国土交通省から出された現行モデルの河道のうち、Laという名称がついていた箇所の河道断面形を非常に単純に私のほうで書きかえたものです。これが現況の河道断面で、今築堤中とお聞きしていますけれども、多分、現時点でもそんなに大きくは変わっておりません。昭和33年までの洪水は、基本的にこれで計算していたわけですが、昭和22年の洪水に関してのみは、当時の現行モデルのレポートでは、計画断面と呼ばれる断面が想定されていました。見てのとおり、計画堤防高がこちらの現況堤防高よりも5mほど高く、大きな差を持っています。この解釈ですけれども、下を書いてありますが、貯留関数の河道定数というのは、現況断面について基本的に定めます。基本高水の計算に当たっては、現況断面で流せるか否かに関係なく、その河道定数で河道計算を実施するのが一般的、普通と考えられます。ですので、現況堤防高では昭和22年洪水の最大流量は流せない、これは明白ですが、上の計画堤防高に関しては、このような築堤の計画があると考えるよりは、基本高水流量を流すことができる断面を想定したものと解釈できます。ですので、両者の堤防の差から見て、この箇所は非常に氾濫の可能性が高い場所と判断しまして、ここを検討対象といたしました。

これは烏川水系の地図ですけれども、これが烏川、これは神流川で、これが鐺川ですが、対象となった区間はこれで、今見ている図面は、国土交通省がおつくりになっている、この地域の氾濫想定区域図、100年確率の洪水が起きたときにこういう氾濫が起きるよという想定図ですが、ここを見ますと、非常に深い水深がおおむね幅500mぐらい連なっています。先ほどの河道断面からも氾濫が想定されたところですので、そこで、ここに幅500mの河道拡大が生じるものとして流出計算を行って、その影響のシミュレーションを行ったというわけです。

先ほどはここだけを示してみましたが、こちら側に氾濫域を想定して拡大している。もともと河道貯留はここで考えているのに、河道貯留がどういう意味を持つかという質問があったわけですが、ここで作った貯留関数と、この部分を含めて計算する貯留関数というのは、レポ

ートのほうにも記載がありますが、貯留関数の形態が途中で変わります。ですので、この部分を入れたことで、新たな貯留関数がこのシミュレーション用に想定されているという違いがございます。そして、非常に大きい流量が流れるときは、両者が一体となって氾濫しながら流れるという想定でやりますと、これは冒頭の委員長の説明にもあったわけですが、赤いラインが河道域拡大なしの流量であり、ここに高い堤防が想定されているような計算になろうかと思います。このスタイルで計算しますと、青い×印のようになりまして、流量が下がることもさることながら、ピークの遅れが生じるということがわかっています。それがどう影響するかというと、すぐ直下流で、鑓川からの合流を考慮した次の岩鼻地点というところの流量ですが、合流前は300トン台の減少しかなかったのですが、合流後は800トン台の減少が起きるということがわかっています。このように、時間遅れが影響して、2つの河川の合計したもの、合流後の流量というのが結構大きく下がるケースがある。そのことは、八斗島地点で見ても500トン台の減少、すなわち、ここだけ見ると300トンしか減少していませんが、下流側でもっと大きな減少が時間遅れに伴って生じ得るということです。

分科会のシミュレーションの意味ですけれども、これはあくまで河道域拡大の影響を見た感度分析に過ぎないわけですが、広範囲の氾濫によってピークカット分をすべてため込むというような氾濫を考えなくても、河道域における貯留と流下に伴うピーク遅れ、あるいはピーク低減だけで、下流における流量減少が生じるということ、これを指摘している。下がった分全部取って、一旦すべてため込むということでもなく、遅れが生じることで流量は下がり得るという指摘です。

先ほど河道断面の比較で、5mも計画堤防高が高い箇所がありました。同じような箇所がほかに烏川上流、鑓川下流、利根川のこういうところ、それから利根川の八斗島の直上流、ここにもあります。となってくると、ほかにそういう氾濫が考えられる箇所があるかということ、理屈の上ではこれらの箇所が考えられます。

では、そこでどうして計算しないのだということですが、これらの河道区間で氾濫に伴う河道域拡大を想定すると、多分、各支川の流量減少というのを同じように計算していくことが可能だと思います。ただ、私の考えですが、仮に流量を再現できたとしても、これは氾濫現象を再現したということにはなりません。再現には溢水・破堤箇所の特定というのが不可欠で、そうでないと、多分、同じような流量減少を示すものとして複数の計算結果が出ると思います。ここを氾濫させても流量は下がるし、別の箇所を氾濫させても同じぐらいの流量を下げることはできるということになりますので、あくまでこういう情報が必要だと考えております。

続きまして、論点8です。最大流量の推定値と実際の流量について、これに違いがあるのはどうかということで、先ほどの論点7と非常に密接な関係があるところですが、これも最初に質問の内容だけまとめております。

基本高水と実際の流量に「大きな差があることを確認した」、そうした事実を「河川計画、管理の上でどう用いるか、慎重な検討を要する」と附帯意見にあるわけですが、それはどういう意味か。計算された洪水流量は現実と全く乖離しているという意味ではないのかというご指摘です。

けれども、その慎重な検討の趣旨というのは、次のスライドで説明をさせていただきます。

基本高水が非現実的ということであれば、これは根本的に見直す、河川整備基本方針として、例えば既往最大洪水を採用すべき、こういう提言が必要なのではないかというご指摘ですけれども、次のスライドで述べますとおり、基本高水の定義からすれば、今回推定された流量が非現実的だと、ここは考えていないのですが、基本方針と河川整備計画においては慎重な検討を要するというのが、第1点の趣旨でございます。

それから、国交省からの依頼の本質は、カスリーン台風時のということで、先ほどの論点7の冒頭の質問と同じものですが、これについては、流量についても十分な説明が望ましいとは考えます。ただ、国交省の依頼の本質は、あくまで流出モデルと基本高水の検証でありますので、日本学術会議として、これには回答していると解釈しております。

最後に、 $2万1,100\text{ m}^3/\text{s}$ という計算流量の正当性はあると考えるか。実際の流量との乖離の原因を説明できたかと考えるか。これは日本学術会議の回答のとおり、正当性はあると考えております。ただ、回答では、乖離の原因についても検討はしていますが、それは完全なものと考えておりません。

関連の資料ですが、まず基本高水の定義です。『河川工学』という室田先生らの教科書から抜粋したのですが、河川の基準点を通過する洪水で、まったく貯留施設による調整を受けず、自然状態のまま流下する（あるいは、流下するものとする）洪水を基本高水といい、これを治水計画の基本とする。

一方、計画高水というのがありますが、これは貯留調整された後、現実にその地点を通過する洪水を計画高水といい、河道設計はこの計画高水流量によって行う。これは人間がつくった一つの約束事ということになります。

分科会は、基本高水の定義に沿って、昭和22年洪水の推定流量を「全く貯留施設による調節を受けず、自然のまま流下するものとする洪水」、これは氾濫による貯留も含みますが、そういうものがない状態で流下してきた洪水として検証を行いました。氾濫の影響があったと考えられる実測流量、 $1万7,000\text{ m}^3/\text{s}$ と言われていますが、これとの乖離については、烏川を対象として氾濫に伴う河道域拡大の効果を指摘するにとどめています。その理由は以下のとおりです。

①、氾濫の状況については、国土交通省と大熊孝参考人の見解が異なっています。氾濫の影響を流域全体で検証するには、データが少なすぎると判断しています。これは論点11でも述べられます。また、②、氾濫箇所を仮定すれば、流量低下の説明は可能と予想されます。先ほど述べたとおりですが、それで実測流量が再現できたとしても、溢水箇所・破堤箇所を正確に把握しているわけではないので、やはり氾濫現象を再現したとは言えない。先ほど述べたとおりです。こうした2つの理由から、こうした指摘にとどめているということです。

最後に、附帯意見の「推定値を現実の河川計画、管理の上でどう用いるか、慎重な検討を要請する」については、基本方針の中には、基本高水の設定と、貯留や河道への配分を考えた流量配分の問題、すなわち、計画高水のことは含まれます。それと河川整備計画、当面20～30年間の河道の計画ですが、この段階でこれについては検討されるべきものと考えております。

以上でございます。

○椎葉委員

総合確率法について幾つかご質問いただいておりますので、まず最初に総合確率法の一般的に総降雨量と降雨の時間空間パターン、洪水ピーク流量との関係を説明しておきたいと思います。

この左上に降雨総量とピーク流量との同時確率密度関数を書いております。ここに等値線を書いてありますが、ここが同時確率密度関数の値を書いているものです。横軸の下にその周辺分布、雨の分布をとっております。縦軸の左側にピーク流量の周辺分布を書いております。雨のほうの確率に着目する場合、総降雨量が R_T を超えるこの斜線を引いている部分が、例えば T を200として、200年に1回ということであれば、200分の1ということになりますが、大事なことは、この境目になっている R_T という値が確率200分の1で発生するのではなくて、ここを超える確率が200分の1ということであります。いろんな方法がありますが、この200年に1回の、総降雨量がこの値を超える R_T という値に着目して、この時点でこの縦軸に、この観測された×印のデータの降雨分布の場合に、その降雨分布で総降雨量が R_T になったときの洪水ピーク流量がどうなるかというのを仮に計算しますと、そうすると、こういう四角の値です。この中のどこを考えるかというので、いろいろ考え方はあると思いますが、例えば、真ん中の辺をとって決めた値をとったとします。これを1つの計画外力とすることも考えられるわけですが、この場合、分布がどうなっているかと言いますと、ちょうどきっかりと総降雨量が R_T である場合は、この線の上でピーク流量がどんなふうに分布しているかを見ると、こんな分布と。この積分値がちょうど R_T の、きっかりとこの値をとるときの確率密度関数の値 $f(R_T)$ ということになります。こういうふうにきっかりと R_T の値になるという確率は、厳密に言いますとゼロですから、しかし、その R_T 以上のときにどうかということを、そういうふうにし少し積分して見る必要がありますが、その場合で見ると、こっち側に R_T から無限大まで積分した値があるんですね。ここは図を示していますが、この全体の面積が T 分の1ということになります。この全体がここへくるわけですね。

雨の確率分布から求めて流量へ変換するという考え方のほかに、洪水ピーク流量そのものがどのくらいの確率で、ある値がどのくらいの確率で超えるかという、例えば、この T を200とすると、200分の1で超えるという値のところ Q_p としますと、ここだと。こっちのほうから基本高水を決めるという考え方もあるわけですね。総合確率法というのは、そういう考え方に基づいてやる方法であります。

この図、同時確率密度関数がわかっているれば、その周辺部の積分をすればいいわけですが、データとしては、例えばこの×印があるようなところがわかっているというわけですね。それで基本的な仮定を置きまして、総降雨量の分布と降雨の時間空間パターンは独立であると仮定すると、今から言うような方法で計算することができます。この上の部分を計算する。

まずこの降雨パターンが発生する確率が P_i とする、これは場合分けですから、この場合に分けて、その場合に洪水ピーク流量が、例えば、この線の上にある確率はどうかということ、交

わっているここをおろして、ここを超える、この値よりこっちになる確率をここで計算する。だから、まず場合分けの確率と条件がつく確率を掛けて足せば、このこの線より上にある確率が求まる、こういうわけですね。こういうふうに考えて計算しようという方法で、総合確率法というのはそういう方法であります。

ちょっと説明を省いてしまいましたが、こういうふうに雨の空間分布と洪水ピーク流量の間は1対1には決まらないんですが、もしもいつも同じような降り方をするというのであれば、この関係が細くなって、雨を決めたら洪水ピーク流量が決まるという関係になります。ですから、これは1対1ですが、ここを超える確率がT分の1であれば、ここを超える確率がT分の1ということですので、このT分の1とこのT分の1は、この場合には1対1になりますから、ここで決める値から1倍ですね。こういうふうな、この図のようになっていると、総降雨量から決める Q_a の値とこの Q_T の値は、このような図だと、 Q_a のほうが少し大きい、こういうような関係であります。

ご質問の中身、流量確率は雨量確率の2分の1にならないかということがございましたが、ならないわけですね。降雨の分布がいつも同じだということになれば、その場合、2分の1ではなくて、1倍、T分の1で同じなわけですね。ですから、降雨の時空間分布の影響が小さければ、流量確率は雨量確率に等しくなります。そうでなければ、決まった関係はない。類似の値になると思われますが、理論的に決まった関係はありません。

それから、総合確率法を妥当とする理由は何かということですが、利根川流域では流出特性が流域の中で大きく異なっています。降雨の空間分布の影響が大きいと予想され、また、解析結果でも予想が裏づけられました。他の流域でもこういう方法を推奨するかというご質問がありましたが、ほかの流域でも降雨の時空間分布の影響が大きい場合は、総合確率法による解析が推奨されます。

それから、他の算定方法がより妥当と考えられる場合というのはどういう場合かということですが、総雨量と降雨の時空間分布が独立であるという仮定に疑いがある場合は、洪水ピーク流量を求めた後、その洪水ピーク流量の確率分布を求めるのがよい。これは洪水ピーク流量そのものを解析するということですね。その場合は、計算量の中ぐらいになります。観測された洪水ピーク流量だけを分析しますから、それぐらい。それから、降雨の時空間分布による違いが小さい場合は、総雨量の超過確率をまず求めて総雨量を決めてから洪水ピーク流量を求めればいいわけですね。この場合は、計算量が非常に小さくなるという利点があります。

それから、時空間分布の確率は等確率としてよいか。それから、幾何平均のほうがよくないかという話がありましたが、先ほどのこの式のように、場合分けする場合、ある降雨パターンがこのくらいの頻度で起こるとか、そういうような解析ができて、その降雨パターンごとに総降雨量の確率分布が調べられるというような場合は、そういうふうにするのが適切であると思われま。しかし、そうでもなくて、降雨の数がそんなにたくさんない場合は、基本的な仮定として等確率で起こるというふうに、サンプルのことですから、普通に平均するのがよろしいと思っています。

それから、幾何平均をとったほうがいいのではないかというお話がありましたが、例えば、対

数正規分布すると、それは賭けたものを対数をとると、もとの平均値がそのまま出ますから、そういう場合、母数の分布の平均値を推定するという場合ではそういうことですが、これは、この値は超過確率ですから、求めようとしているものが雨量そのものの平均を求めようとしているのではなくて、この超過確率をこの場合分けの確率と掛けて足しているわけで、ここは理論ですから、平均値を推定しようとしているところではありませんので、この式はこのままというふうに考えております。わざわざ幾何平均をとる積極的な理論的な根拠はないと考えております。

○鬼頭委員

論点10は、気候変動関連についてのご質問です。平成10年以降の降雨・洪水量はどうかというご質問がありました。回答書では、平成10年洪水を1つの例として示しておりますけれども、実際のモデルの計算としましては、雨量データとして、昭和元年から平成19年までの82年間で、かつ、八斗島地点上流域の流域平均3日雨量が100mmを超えた68事例のデータが使われています。平成10年以降で、平成19年には、実際平成10年降雨を超える、この期間で第2位の降雨が観測されています。ちなみに、第1位は昭和22年になります。このように、雨量と流量が1対1対応しないのは、雨がどのような空間パターン、あるいは時間的にどのような形で降るかということに関係するわけで、それで、先ほどご説明があったような総合確率法という考えも出てきているわけであります。

ちなみに、アメダスで見た日本の大雨の発生回数の変化を下の図に示しました。左下が日降水量200mm以上、右の下が日降水量400mm以上、どれぐらい起こったかということを示しています。何となく右肩上がり、つまり増加傾向にあるように見えますけれども、これは統計的に有意検定してみますと、有意なトレンドではありません。これは1つには、年々変動が大きいということ、それから、この場合、アメダスのデータを使っておりますので、観測期間が短いため、このような形になります。

もう少し長いデータを使いますとどうかということです。気象庁では観測データの均質性が長期間継続している51地点を選びまして、そこの中から日降水量100mm以上の雨の日数をカウントいたしました。この図がそうですが、このように100年という長い期間をとってみますと、日降水量100mm以上の大雨の日数は、長期的に有意に増加しているということがわかります。

もう一つのご質問として、将来予測はどうかということがございます。1つの研究例になりますが、今世紀末には台風1個当たりでもたらされる降水量が、日本としてですけれども、20～40%増加するという結果がございます。ただし、これは1つのモデルの結果ですし、21世紀末に現在のような温室効果ガスの排出が続くとした場合のシナリオの結果でもあって、これらから、現在の科学の水準としては、この20～40というような数字に対しての確実性の幅を見積もる手法はまだ研究途上であります。

しかし、これらの温暖化による大雨の増加を考慮いたしますと、現時点の雨量データのみを使った基本高水を推定したわけですが、その推定値に関しては過小評価している可能性が高いとい

うふうに私は考えております。

○小池委員長

スライド30

最後の論点は、学術会議の役割、それと河川行政についていろいろご意見をいただいております。いろんなご質問、ご意見を要約させていただきまして、日本学術会議で何を検討したかということを明らかにし、こういう既往最大洪水流量の推定値と実際の推定値の差、これは先ほど田中丸委員からも話がありましたが、それについて、どういう見解を持っているか、それから、附帯意見を言いつばなしで、それを今後どのように実現していくのかということもございまして、そういうことについて述べたいと思います。

まず、今申し上げてきましたように、日本学術会議で検討したのは、新モデルの開発方法を推奨しました。それから、プログラムを確認し、動作をチェックし、基礎方程式、数値計算手法を確認しました。新モデルの物理的意味合いを検討し、さらに、そのモデルの頑健性をチェックし、その中にある不確定性を数値的に評価しました。そして、先にお示しした結論を得たわけです。

3月末の専門家ヒアリングで、利根川の洪水についての研究の造詣の深い大熊孝先生においでいただき、カスリン台風の時に上流域で大規模氾濫はないと明確に主張されました。一方、国土交通省からは、これだけ氾濫しているというデータが示されたわけですが、私どもは確かなデータがない中では、この氾濫の議論は無理と判断いたしました。そこで、河道貯留によるピーク遅れとピークの減少を調べ、差が生まれるメカニズムを理解したにとどまっております。ですから、これは先ほど田中丸委員から話もありましたように、完全ではありません。可能性の指摘のみにとどめております。

附帯意見を政策に反映することに対して、どういうふうに私どもは責任を持つことができるかというようなことですが、水管理・国土保全局の関局長から、回答書を受けて今後の河川行政の新たな展開に活かしていきたいという発言があり、これは議事録に掲載されております。日本学術会議の21期は今月末で終了いたしますので、分科会としての活動も今月末で終わります。その後は、行政としては、先ほど田中丸委員ご指摘あったように、基本方針とか整備計画の中でそれは実現されるわけですが、私どもは一研究者として、さまざまな機会を通じてその実現に努力していきたいと思っております。

スライド31

こういう検討が他の流域へ適用可能かという議論がございしますが、この「新たな流出モデルを用いた流出計算の実施」という技術文書が作成され、私どもがレビューをして日本学術会議のホームページから公開されました。これは、この分科会の1つの成果と私どもは思っております。こういうものが、今後、さまざまな流域で検討に用いられることを期待したいと思います。

実を申し上げますと、1つおわびをしなければいけないのですが、ここの表にございますように、質問あるいはご意見は20ございました。ところが、この質問、ご意見の文書の16ページ、21番というのをごらんください。21番のところに、先に小生他5名の連名による質問をお出しして、それに答えてくださいという、この分だけのご意見がございました。その日付を検索し、確かに5名の連名の意見書がありましたので、実はそれにお答えしました。が、実際は、同じ日

付で別に4名の連名のご質問が届いており、この方の内容がそれであるということを、実はこの会の直前になってわかりました。慌ててこの21番というのを追加したわけでございます。これまでの学術会議での報告は、9月20日の最新の分科会にて、それまでに頂いた質問を議論し、23日に電話会議を開いて、2時間半かけて内容を吟味し、さらに25日の電話会議にて、ただ今ご説明したものを議論した上、分科会として回答させて頂いたものでございます。ただ、この21番につきましては、そういう時間がございましたので、委員長見解ということでお答えさせていただきたいと思っております。

質問が21件ございますが、質問1と11は、カスリーン台風の最大があったとき、どれぐらい流れるかということで、これは本分科会の結論と同じでございます。質問の一部、2から6、18から20は、裁判関係のご質問でございましたので、これは日本学術会議としては、この鑑定を請け負っているわけではございませんので、お答えすることができません。

その以外について、質問7から9は、最大洪水流量の推定値と実際の流量の差についてですが、これは今論点8とか論点11、田中丸委員や私のほうから申し上げたものでございます。

質問10、これは非常に大事なことでございまして、ちょっと字が間違っておりますが、既往最大の洪水の流量や流出のメカニズムについては、解明がすべてできているのかということでございますが、科学的に私どもが得られるデータで説明することができる部分のみにとどめております。先ほど申し上げたとおりです。1つは、モデルの適合度の検討から流出形態に関する経年的な変化は見られないと判断しておりますが、土壌の保水力の経年変化及び、その流域の変化など、さまざまな要因があり、河道改修等も行われている中で、先ほど谷委員からお話があったように、それを定量的に見積もることは困難と考えております。

モデルの頑健性は確認しました。先ほど申し上げたとおりですが、1万トン程度のチェックで2万トンクラスのもののがほんとうに適用できるかどうか。これは立川委員からお話がありましたように、これはまだ明確に確認できておりません。

河道貯留、河道周辺域の氾濫の効果も検討しましたが、今申し上げましたように、それから、田中丸委員からありましたように、そういう、どれだけ河道幅が広がったかというようなデータがない限りにおいて、ある程度の算定をすることはできても、それがほんとうに定量的に起こっているかということを見積もることはできないと考えております。ですから、私どもは、こういうメカニズムが働いた可能性があるということにとどめております。それは質問12も同じことでございます。

質問13につきましては、そのとおりです。

質問14から15に関しまして、これも重要な点でございますが、先ほど田中丸委員からお話がありましたが、この実際の推定流量につきましては、それが国土交通省からの依頼の趣旨ではございませんでしたので、これはこういう推定したということを国土交通省から報告を受け、それを了承したのみでございます。

そのほか、安芸皎一先生、富永正義さんの算定につきましては、3月に開催いたしました専門家のヒアリングで、大熊孝先生から非常に詳しくご説明をいただき、資料もいただいております。

が、これは今私どもがやりましたように、降雨と流出の関係から得られる推定値ではなく、数理的な推定、要するに、どこかの水位がどれぐらいであったからどれくらい流れたであろうということから得られたもので、判断根拠は違います。

スライド34

それから、質問16、17は、堤防の河川改修がない場合でカスリーン台風が再来したときに、2万1,000トンぐらいにならないのではないかとありますが、全く同じ状態であれば、おそらく実際に流れると推定される1万7,000トンであったと思います。ただし、先ほど田中丸委員からありましたように、基本高水というのは、河川の基準点を通過する洪水で、全く貯留施設の調整を受けない場合の流量ということを推定することになっておりますので、基本高水に必要な情報として、過去の最大が2万1,100というのは役に立つ情報であると思います。

最後は、私どものう要請は、2万1,100という基本高水の採用に消極的であると理解できるのかというご質問ですが、これは非常に重要な点でございまして、先ほど来言っておりますが、大熊孝先生が、実現できない治水計画は意味がないとおっしゃいました。それから、大熊先生は1万7,000とお考えですが、確率や降雨パターンなどの妥当なモデルで基本高水が2万2,000と計算されるならば、それは尊重し、治水計画は超過洪水対策などを含めて別途考えることとしなければいけないというご意見をいただいております。私どももこれに賛成でございまして、そういうことを踏まえたものが今回の結論でございまして、これらを総合的に判断して基本高水を定めて、その上で、実現できる治水計画を立てるべく私どもは提言したわけでございます。

以上が質問の答えでございまして、非常に多岐の質問でございましたので、超過いたしました。司会にご迷惑をお掛けして大変申しわけございませんでした。

○司会（小松委員）

予定の時間を大幅に超過しておりますが、これまで寄せられましたほんとうに多種多様な質問に対して、分科会から真摯に、かつ一生懸命答えさせていただいたということで、ご容赦をお願いしたいと思います。

長時間にわたりますが、もう休憩なしで、次の質疑応答に移りたいと思います。

最初に私のほうから申し上げましたように、質問のある方は、会場ステージ寄りに設置されているスタンドマイクに整列していただいて、小池委員長の進行に従って、順に発言していただきたいと思います。また、質問は、日本学術会議の回答書の内容に関するもののみとさせていただきます。どうぞよろしくご了承のほどお願いいたします。

○小池委員長

司会の小松先生、私どもの報告が長引きましたので、大変申しわけありませんが、15分から20分ほど会の延長をお認めいただけますでしょうか。

○司会（小松委員）

わかりました。よろしくお願いいたします。

○小池委員長

これから、今の私どもの概要の説明、それから、事前にいただいた質問に対するお答えを踏まえて、皆様からのご意見やさらなるご質問をお受けしたいと思います。お一方が長時間にわたって議論されますと、多くの方々の意見をお聞きすることができませんので、ご意見、ご質問のある方は、挙手をいただきまして、先ほど15分から20分と申し上げたのは、3～4名の方にはまずご質問、ご意見をいただき、それで、私ども委員がお答えし、さらにもう1ラウンドやる。2ラウンドそういうことをやらせていただきたいと思いますので、これから15分ぐらいの2ラウンドでご質問、ご意見を承り、委員のほうからお答えするということにしたいと思います。

それでは、ご質問、ご意見のある方は、前列2番目にありますマイクのところにおいていただき、お名前等をお教えいただいた上で、ご質問を。今、お三方お立ちですが、では、今の4名までの方を第1ラウンドでお願いいたします。いや、4名まで、あとは第2ラウンドでお願いいたします。よろしいですか。では、ご順番にどうぞ。質問、ご意見は、手短によろしくお願いいたします。

○《質問者1》

今、一生懸命聞いていたんですけど、逆に、どうも理解できないんですよ。このモデルを使って、2万1,000トンになったということなんですけど、その前提として、このモデルは、1万トンの洪水では検証したんだけど、それ以上大きな洪水では十分検証できていない。といいますか、はっきりと適当かどうかの確認にはなっていないということを言われておいて、ということは、モデルに対して実はクエスチョンマークです、ということをはっきりとおっしゃっているんですね。どうして、またそれを使って2万1,000トンだというのが論理的に言えるかどうか。その前提としては、1万7,000トンというのが、これは実際に観測されたデータに基づいて出された数字なんですかね。それを、じゃ、全く信用していないんだろうか。その2点。

○小池委員長

わかりました。モデルの適用可能性でございますが、これは立川委員と小池のほうでお答えしたいと思います。それから、1万7,000トンを信用していないかということですね。それは小池のほうでお話ししたいと思います。

2番目、お願いいたします。どうぞ、2番目、お願いいたします。

○《質問者2》

主に大きく2点についてご質問したいと思います。やはりこの1万7,000トンと2万1,000トンのこの差ですね。

まず1万7,000という数字は、先ほどちょっと触れられましたが、大熊先生言われたように、実際にはこれは1万5,000トン程度なんですよ。それを今回先ほどのスライド

で否定されましたよね。その理由は何かということです。水理的って、水量的に求めるべきものであって、これは雨と流量との関係で求めるものではありません。実際の、これはあくまで1万7,000は推定値でありまして、推定値がおかしいんですよ。上流3地点の観測流下を求めたんですが、その求め方がおかしくて、大きな1万7,000トンになっているんで、これはほんとうは1万5,000トンになるんです。そのところの吟味が何もされていないということ、それが第1点です。

それから、この1万7,000トンと2万1,100トンの違い、これを氾濫ということになっているけれども、これについて田中丸委員から詳しい説明をされたわけですが。それはありましたけれど、しかし、さらに踏み込んで、実際に氾濫がどこにあったか、どれだけあったという、そういうデータを学術会議みずからそれを集めて、なぜそれを検証しなかったかということです。データがないからできませんということは、あきらめてしまっているわけですね。結局、2万1,100トン、1万7,000——これは実際1万5,000ですけども、その問題はちょっと置いても、その差、4,000トンの差は結局説明しないまま終わってしまっている。これは学術会議が検討したことにならないのではないか。この基本高水の基本的な検証にかかわることですから、一番大事なところが抜けてしまったということです。

3点目は……。

○委員長

3点ですか。2点じゃなくて、3点ですね。

○《質問者2》

ごめんなさい、もう1点。これは森林の保水力、森林の成長による保水力の向上、これについて谷委員が非常に否定的な見解を述べられていました。先ほど、この森林の保水力が向上するのに100年ぐらいかかるんだと。それから、それだけの土壌の深さは50cmから2mであるという、そういう数字を言われて、そんなに簡単に保水の向上が出てくるものではないよという、そういう否定的な見解を示されましたけれども、その根拠データは何かということですね。常識に反していますよ。戦後、森林が成長して山の保水力が向上していることは、明らかに事実ですよ。そのことを否定する材料は何もないまま、もう最初から決めつけて、100年かかるんだということで、その100年の根拠は何かということです。それについて明確にお答えいただきたいと思います。

以上です。

○小池委員長

どうもありがとうございます。

3人目の方、どうぞ、お願いいたします。

○《質問者 3》

今の方のと重なりますけれども、貯留関数法においての検証というのは、基本的にどういうことを意味しているのかということが全くわからなくなってしまうんですね。要するに、貯留関数法の検証をするときには、流出モデルをつくります。その流出モデルに従って、おのおののデータを入れていて、適合性を見るわけですね。現在、22年の問題で言うならば、1万5,000トンという数字があるわけです。あるいは政治的に解決された数字の1万7,000トンというのでもいいですよ。そういう数字があるわけです。いずれにしても、1万5,000トンなり、1万7,000トンなり、流出モデルを組んだ結果として、その数字が出てこなければ、そのモデルというのは全く信頼ができないということになると思います。その流出モデルの組み方として、河道の中で、あるいはどの程度もともと流出がされたのか、それから、河道の中でどの程度氾濫したのか、あるいは、今の場合は関係ないですけども、外部貯留されたのかとか、そういうものもすべて流出モデルの中に組み込まれていなければおかしいわけですよ。そうすると、基本高水を求めるときには、一切の氾濫はなかったということの考え方であるというのは、それは1つの考え方としてわかります。しかしながら、もう一方で、1万7,000トン、あるいは1万5,000トンを再現できていないということは大変な問題だと思いますけれども、これは科学的に見ていかがですか。それは、1万5,000トンないし1万7,000トンの範囲におさまるといふ計算をしようと思えば、幾らでもできるわけですよ。有効雨量の見積もり方というので全然変わってくるわけですね。その辺の検討をつぶさにされていないということはどういうことですか。要するに、科学性がないと思います。

○小池委員長

ご質問の趣旨は、流出関数の組み方で、1万7,000とか1万5,000が再現できていないのはおかしいということですね。これは田中丸委員、よろしいですか。

それから、先ほど二人目の方のご質問を振るのを忘れておりましたが、1万5,000トンと1万7,000トン、実際に流れたであろうという数値の検証をちゃんとしていないのはいかがなものかということで、これは田中丸委員と私のほうからご報告したいと思います。

それから、これは先ほど私ども回答しましたが、2万1,100トンと1万7,000トンの差についてのご質問がございましたので、2番目に、これは繰り返しになるかもしれませんが、田中丸先生、お願いいたします。

森林の保水力について、谷委員のほうから否定的な見方があったということでございますが、これは森林水文学、谷先生、窪田委員、お二方に来ていただいておりますので、お二方からご回答いただきたいと思います。

では、最後の方、どうぞお願いいたします。

○《質問者 4》

私の質問は、質問ナンバー1の総合確率法についての質問なんです。今日のお答えは、流量確

率は雨量確率の2分の1ではないとおっしゃっていますね。この辺につきまして、非常に説明が納得いかないということなんです。分科会が出した結論では、流量が一定の場合の雨量確率というものを議論していきまして、その際に、流量確率とは雨量確率と同じであるという前提で推計法で求めるという説明をしているわけですね。これにつきましては、実際のところ、先ほどの説明もあったように、降雨の時空分布の変換がある場合は、雨量確率と流量確率が同じだというふうにするのはまずいというお話ですね。そういう意味であれば、やっぱり国土交通省の関東地方整備がやったように、一定流量における雨量確率の平均値を議論する方法で十分だと思っていますね。その場合に、たびたび言っていますように、平均値の超過確率が0.5であると。すなわち、平均値は2回に一度発生するんだという考え方を否定しているわけですね。これは何遍言ってもわかってもらえない。実は、国交省の河川砂防技術基準で調査編というやつで、確率の計算式ということで、完全に、例えば、平均値の超過確率というのは0.5だということを説明しているんですよね。皆さん、これ、ごらんになっていますか？

ということで、1つ提案があります。先ほどの説明の13ページの論点9の説明で、雨量が一定の場合の条件確率もしくは周辺確率、これを一度計算していただけないか。これが一番いいと思いますよ。それをもって積和法で計算するのなら積和法で計算する、単に平均値の超過確率が0.5であるということ considering 計算するということをするれば、きちっと答えが出ると思います。私の計算では、利根川の治水安全度200分の1、流量確率200分の1でもいいですけど、これのピーク流量は、ざっと1万8,300ぐらいというふうに推定しています。質問というよりもお願いします。一定雨量におけるピーク流量の挙動を見て、総合確率法での計算を一度し直してもらいたい。関東地整に依頼してもらっても結構なんですけど、それをやっていただきたいと思います。

以上です。

○小池委員長

総合確率法のことで、根源的なところは2分の1の部分でと、雨量一定時におけるピーク流量のいろんなばらつきの確率的評価ということのご提案で、これは椎葉先生。

それでは、もう1ラウンド、人数は限られてもぜひ行いたいと思いますので、まず最初の方のご質問で、モデルの限界適用について、立川委員、お願いいたします。

○立川委員

質問ありがとうございます。

先ほど示しましたように、ピーク流量が大体1万トンぐらいの洪水でパラメータを決めて、それを他の、同規模の洪水の再現に用いると非常に高い再現性が得られるということで、これはパラメータ値の頑健性の証左であることを申し上げました。

もう一つ、それでは、そのパラメータの値がピーク流量2万トンクラスに用いられるのかということを再度ご質問いただいたわけですが、これについては、基本的にはそのモデルで外挿する

ことになります。そのため、1つのモデルを用いるのではなく、物理的な背景を持つモデルとして、東大の分布型モデル、それから、当方の京大の分布型モデルを用いました。あわせて、ほかの構造を有するモデルとして、神戸大学のモデルでも同じく計算をしています。そうしますと、やはりこの結論のような値になってまいります。複数のモデルでこのような結果が得られるということに対して、この結果を否定する材料がありません。

3番目の《質問者3》様の3番目の質問だったかと思いますが、1万5,000トン、あるいは1万7,000を出すようにパラメータを幾らでも決めれるじゃないかというふうにおっしゃいましたが、データを吟味してパラメータの値を決めている中で、どうしてもそのような計算結果が出てこないわけです。したがって、現状、はっきりとしたデータがない以上は、降雨・流出関係から見る限りにおいて、今出しておる答えとしては妥当であるというふうに考えています。

○小池委員長

私、今、立川委員が説明された後半のことが多分大きいのだと思っております。物理的意味合いを表現できるモデル、要するに、水が増えたら非線形どのように変わるかというような特性を有するモデルで計算しても、同じような結果が出てました。そこで、2万1,100という数字を、幅を持たせて正しいと結論づけた背景でございます。

それから、次の質問に移らせていただきたいのですが、1万7,000のことですけれども、これは1番目と3番目のご質問に対して、モデルのほうをどう変えるかということについては、今、立川委員からお話のあったところでございますが、2番目の方からご指摘のあった1万5,000あるいは1万7,000、これの検証をしていない理由はなぜかということについて、まず私のほうから申し上げます。本分科会の検討は、基本高水の洪水流出モデルの不確かさ、特に、もともとは依頼の文書にもありましたが、その中に飽和雨量の不確かさというのがございまして、こういうものをきちっと検証する必要があるということで、主に水文学のメンバーがこの分科会の委員として担当しました。ですから、1万5,000、1万7,000につきましては、私どもが直接検証したものではありませんということは、先ほども申し上げたとおりでございます。

1万7,000あるいは1万5,000と、2万1,000なり2万2,000の差について、田中丸委員、先ほどご説明いただいておりますが、今のご質問を受けて何かご意見がございましたらどうぞ。

○田中丸委員

内容的には、先ほどスライドで説明したとおりで、繰り返しになってしまうので、もういたしませんけれども、重要なご指摘として、もしそういう氾濫があったとしたら、それは先ほどの回答で、データがないからということを理由に挙げていたわけですが、《質問者2》さんからのご指摘では、それがどこにあったか、要するに、調査を自ら行い、データを集めて検討すべきであ

っということでもあります。理屈の上では、そういう面も確かにあろうかと思います。

ただ、もともと学術会議のほうに依頼が来ている項目が、流量がそのまま流れたとされる基本高水の値を検証する、あるいは、学術会議で検証のために自ら計算するというのが、非常に限られた時間の中で設定されていたので、まずそれをやらないことにはどうしようもありませんので、それをやりつつ、並行して烏川の氾濫等の計算も同時にやってきたわけです。ですので、その制約の中で、実際、利根川全域のそういう氾濫箇所があったか自分でくまなく歩いて調査したかといったら、それはされていないわけですが、そこまで至っていないということはお認めせざるを得ないということです。

それで、先ほどのスライドの中にもありましたが、なぜやらなかったかということで、やったらやっただ、できた可能性はあるが、いろいろ答えが出ることが予想されて、あえてやらなかったと申し上げました。例えば、烏川一つとっても、私どもの岩鼻地点の計算流量は、昭和22年の流観結果と実は非常によく合っています。回答資料の中にもそのハイドログラフが出ていますが、私はその結果を見て、問題とした河道Kの箇所の氾濫だけ、幅500m、距離8kmぐらいですから、それほど大きな面積ではありませんが、そこを考えるだけでも、岩鼻地点の観測結果と計算値が合致した訳です。逆に言うと、河道断面だけ見ると、烏川・碓氷川合流点よりも上流側にも氾濫が予想される箇所もあるし、それから、碓氷川のほうにも氾濫可能性がある箇所があるし、いろんな箇所が氾濫する箇所があって、それを全部寄せ集めていくと、自分で計算していて、観測値よりも計算流量が下がる可能性もあると私は思いました。ということであれば、こういうことは科学者は絶対やってはいけないことですが、1万7,000とか1万5,000という流量にしようとするのであれば、ここを氾濫させる、あそこを氾濫させるというシミュレーションをやれば、一見それらしい答えが出てしまうような恐れを感じました。ただ、それは、やはり先ほどのスライドでも申し上げたように、溢水箇所、破堤箇所、それから氾濫域、あるいは氾濫痕跡、そういうデータが十分集められて、そこで、実際には多分、2次元不定流解析だと思いますけど、そういうことをやって、初めて本当のことが言えるということなので、それができない状況では、むしろあえてやらなかった。時間的にできなかったということも、正直あります。していないというのが実態でございます。

以上です。

○小池委員長

続きまして、森林の保水力、谷委員、窪田委員、お願いいたします。

○谷委員

森林の保水力を否定するということは全くございません。森林が土壌全体を支えているからこそ、川の流出は、洪水量は、今流れる程度になっておるわけです。それで、はげ山と申しますのは、基岩表面が出ておるわけで土壌がなく、表面流が出るわけです。その場合には、洪水が大きくなってまいります。それで、利根川流域には花崗岩のはげ山になったところはほとんどありま

せん。そうではなくて、木がほとんど失われて、土壌が残ったところがあったのです。そのような場合、例えば、森林水文学では、伐採をしたときに、流出がどう変わるのかというデータはあるのです。それは蒸発散が減りますので、その分、洪水量がやや増えます。洪水に限らず流量全体が増えてくるのです。そういうことはわかっておりますが、土壌がだんだんに変化したことについてのフォローをすることはむずかしいのです。ただし、50年継続した観測はないわけではありません。例えば、森林総合研究所では、戦争中に松が枯れて、その後現在まで徐々に広葉樹が大きくなったデータを持っておられます。しかし、こうした期間では土壌の保水力増加は小さく、あらためて検討する課題ではないという感覚があったんですね。それはすでに私の解説資料でご説明しましたように、みなさんの疑問を真摯に受けとめるべきで、本当に保水力の増加が検出できないのかどうか、今後研究してまいらなければなりません。保水力が全然変わっていないかと思うのかと追及されますと、私どもは答えすることができません。それについては、これから勉強させていただきます。

したがって、先ほどの繰り返しになりますが、土壌が保水効果を持つからこそ、洪水量はこんなもので、もしなければものすごく大きくなります。しかし、元々存在している土壌の上に木が生えているのではないんです。木があつてこそ、土壌がそのまま急な斜面の上に張りついておられるのです。だから、はげ山のように木のない場合は土壌が成立できないわけです。そのあたりの理屈について、森林水文学でこれまで営々と研究してまいりました結果から、森林の保水力についてご説明しておるわけございまして、保水力は非常に大きいということをご理解いただきたいというふうに、切にお願いいたします。

○窪田委員

谷先生のご説明でおよそ尽くされていると思いますけれども、2つございます。

1点は、長期間にわたる土壌の形成過程における流出の変化というのは、確かにあまりきちんと観測された例がございません。それが利根川という大流域のところで、しかも土地利用がさまざまに変わっている中で、ほんとうに検出できるかと言いますと、私どもの感覚からするとなかなか難しいというのが正直なところです。

もう一つは、はげ山からの回復の過程、東京大学の愛知の演習林が長期間そうしたデータを持っております。こういう中で、私、実際調べたことがございますけれども、蒸発量の変化としては、かなり確実に出てまいります。ただし、その流出特性の変化という形ではなかなか出てこない。ある研究者は、流出特性の変化として出るという言い方もしておりますし、蒸発量の変化として出ているだけだと主張する方もおられまして、その辺は、私どもとしてもきちんとしたものがありません。おっしゃられるように、簡単に森林がよくなったからということイコール土壌がよくなったということでは必ずしもございませんので、その辺は私どもとしても十分検討しておりますつもりでございますので、ご理解いただければと思います。

以上でございます。

○小池委員長

それでは、総合確率法について、椎葉先生。

○椎葉委員

少し確認しておきますが、総合確率法で、ある対象地点のピーク流量がある値を超えるという確率を計算するときに、こういうふうに総降雨量が小さくても降雨分布の形態によっては、そのピーク流量を超えることもあるわけですね。大きくても、こっちのほうへいくと、これはピーク流量が小さいような降雨分布の場合ですね。こういうものがあって、このすべてを足し合わせて確率を求めているわけです。これが基本的な総合確率法の考え方で、降雨分布のいろんな違いがあって、ある特定の流量を超える確率を求めましょうということですね。

今少しおっしゃいました方法は、ある雨のところをとって、その雨の上でそのピーク流量がどんな分布をするかというようなことを調べて考えるということですが、ここで真ん中から上をとると、確かに総降雨量が R_T のときの確率は、これより上は2分の1なわけですね。2分の1というところをずっととっていくと、例えば、雨がもう少し大きくなって、途中でのその2分の1というのは、同じところではないわけですね。総降雨量が大きいところでも2分の1というのをとって、ずっとその2分の1のところだけをとっていくと、こういうところ辺の確率を足し合わせるというような感じでしょうか。そうしますと、確かに、例えば200分の1の2分の1は400分の1ということになるわけですが、ここの途中でピーク流量をそうやっていくと、ある値を超えるところを積分したことになりませんので、特定の降雨強度のところのみに着目すると、確かにその兵権を超える確率は2分の1ですが、ちょうどその雨をとる確率は非常に小さいわけですから、ある幅をとって、例えば、大きい R_T より超える範囲でどうかというふうに考えていくのが妥当であると思っております。

○《質問者4》

それは、条件つき確率の話と周辺確率を分けてもらわないと困るんですよ。

○椎葉委員

ええ、これは周辺確率ですね。おっしゃるとおり、その周辺確率を計算して決めようというのが、この総合確率法です。

○《質問者4》

だから、周辺確率の場合は、相手の変数は平均値なんですよ。

○椎葉委員

いや、そうではありませんね。ここをとるときは、雨はいろんな値。

○《質問者4》

期待値ですもん。積和で求めているのは期待値ですから。

○椎葉委員

いやいや、同時確率密度関数を求めるときは、同時確率密度関数で、この $f(Q, p)$ を求める式というのは書いておけばよかったですけど、 $f(R, Q, p)$ で、 R に関して積分して、 Q, p だけを変数として残ったものが周辺。

○《質問者4》

だから……。

○小池委員長

すいません。これをやり出すと全体の議論が止まりますので、担当委員からの応答を回答ということでお受け頂きたいと思います。

もう1ラウンドやりたいと思います。あとお二方のご意見を伺いたいと思います。では、そのお二方どうぞ。

○《質問者5》

4点ございますが、2点は確認的な質問です。

ピーク流量の計算として、計算流量と実績流量が4,000トンないし5,000トン違いがあるということですが、これについて、分科会では氾濫の議論は不可能だと。そのかわりに、分科会では河道貯留で説明できる可能性があるという程度の説明に終わっていると思いますが、この理解でよろしいでしょうか。そうすると、計算流量の2万1,000トンという数字は、事実面からは全く裏づけがなされていないという理解となりますが、それでよろしいでしょうか。これが1点です。

それから、これももう議論が出ているところでございますが、回答の文書では最初に出ていますが、中規模洪水で得られたデータの大規模洪水への適用が可能かどうか確認はできないと明言しております。しかし、それでもなお分科会としては、最終的に中規模洪水で得たデータをもとにして2万1,000トンを計算したという理解でよろしいでしょうか。

3点目ですが、利根川での降雨の最終流出率についてでございますが、データによりますと、1つは谷先生の論文、それから、国交省の降雨データ、流出データがございますが、これを見ましても、降雨300mm程度では最終流出率が1.0に近づくという資料は全く見かけないのではないかと。今回の議論でも1に近づくんだというお話がありましたけれども、そういうデータは見当たらないのではないかとという質問です。

4番目です。谷・窪田先生の論考にヒントを得まして、新モデルに基づきまして、神流川以外で最終流出率を0.7として計算をいたしました。そうしましたら、1万6,000トン台になっ

たんですが、私は素人ですけれども、分科会の議論の中では、谷先生や窪田先生のご指摘のように、飽和雨量を設けなくて最終流出率を0.7ぐらいにするのが実態に合っているのではないかと思いますけれども、その計算をやりましたら1万6,000トン台になったんですが、いかがでしょうか。

以上です。

○小池委員長

1番目と2番目は、分科会の考え方でございますので、私のほうからお答えいたします。

それから、300mmぐらいまで見たけれども、飽和流出率が1になるのが見当たらないというのですが、これは田中丸委員でよろしいですか。見当たらなかったということですが。

○田中丸委員

あれですか。この例で。

○小池委員長

飽和流出率の例でお願いします。そういうことでの質問だと理解しました。

それから、4番目は、谷先生、窪田先生が提案されたように、飽和雨量を設定しないで、0.7の流出率を使って1本でやると、22年のピークが1万6,000であったという結果が出ているけれど、それに対する見解、これは立川委員、よろしいですか。

では、次の方、最後の方、どうぞお願いいたします。

○《質問者6》

ちょっと腰が痛いので、座ったまま質問させていただきます。

○委員長

どうぞ。

○《質問者6》

私は今までの質問者と全く違ひまして、本件に関して全くの素人でございます。ですから、今日の先生方の学術的な科学的なご説明も、実はあんまりよく理解できません。理解できないままに、しかし、一人の国民として素朴な疑問を今度の結論に対して持ちましたので、そういう面での質問をさせていただきたいと思います。質問番号の3にかかわることでございます。

今回、国交省から日本学術会議に対する質問の趣旨は、八ツ場ダムの上水の必要性、これを検証するための基本高水の妥当性をチェックされたんだと思いますが、その結果、いろいろありますけれども、基本高水2万2,000m³/secは妥当だと判断された。つまり、八ツ場ダムは必要だと判断されたんだと思います。それだけではなくて、2万2,000m³/secが妥当であれば、

ハツ場だけでは全く足りないで、利根川上流のカスリーン台風並みの台風が来たときの治水政策としては、ハツ場ダム並みの大きなダムをあと5つないしそれ以上、ハツ場ダムの基本高水に対する寄与率が600なのか1,176なのかよくわかりませんが、いずれにしても、ハツ場ダムだけでは全く足りない。あのレベルのダムを5つ以上つくらなければ治水政策が完結しないということになるように素人としては思いますが、それに対するコメントをしていただければありがたいと思います。

以上です。

○小池委員長

どうもありがとうございました。

これは最後の河川行政と日本学術会議のやったことと関連しますので、私のほうからお答えしたいと思います。

まず、最初の方からお話のありました、2万1,000ということと、私どもの推定と、実際に流れた、数理的に求められる1万5,000なり、あるいは1万7,000というものの差があるということは、私どもの推定が全く事実面として位置づけられていないというご指摘でございます。私どもは、河道貯留とか、いろいろなメカニズムは検討いたしましたが、そういう効果は含めないで流れた、要するに、現況河道の状態で流れたとすると、雨から解析したところ、新しいモデルでも、それから、私どもが持っております東京大学とか京都大学のモデルでも同じような値が出た。物理的に算定した結果も同じような値が出たということから、そういう論理をもって、この2万1,000というものが正しいということを結論づけたということでございます。ですから、それが全く意味づけられていないわけではなくて、そういうものに対してギャップを引き起こすようなものはどんなメカニズムがあるかを検討し、そのメカニズムの存在を確認したということが、私どもがやったことでございます。

○《質問者5》

すいません、事実面からの確認、裏づけがないということでよろしいですか。計算の討議は私にはわかりませんが、事実面からの裏づけが検証がなされていないという理解でよろしいですか。

○委員長

はい。今申し上げたとおりでございます。メカニズムの理解から、これが妥当であると判断しただけです。

それから、一般論として確認できていないのではないかとございしますが、私どもは、実際のデータがあつて、そして、それを解析して、合理的に判断できる場合は判断いたします。判断できない場合には、私どもが理論的に考えたモデルとか、あるいは理論そのもので判断できるものについて判断いたします。それ以上の判断は、私ども研究者はできません。これが研究面での私どものアウトプットの限界でありまして、私たちが責任を持って出せる値、これは先ほど

の1番目のものに関係いたしますが、これまでの水文学にかかわる学問的な蓄積の上で妥当と判断するモデルと、それから、国土交通省がつくったモデルを相互に比較して、同じような値が出てきており、物理的にも支持される面があることから、正しいと判断したということでございます。

それから、300mmぐらいまで見たけれども、飽和流出率の1.0が見当たらないということでございますが、田中丸委員、どうぞ。

○田中丸委員

見当たらないというのは、この回答書、分厚いものですが、41ページから42ページにかけて、国土交通省から提出された複数の河川について、総雨量、総直接流出関係というのを、これは私のほうで作図したのですが、これについて、飽和流出率1にはならないのではないかというご指摘と解釈してよろしいでしょうか。

○《質問者5》

はい、そうです。データは全部見たつもりです。それで割りましたけれども、0.7にもならなかったと。ですから、谷委員の論考の図面がありましたけど、あの線に入っている。1にならないんです。1に近づかないんです。

○田中丸委員

どういう計算をされて……。

○《質問者5》

回答の中にもあるじゃないですか。0.65になるかもしれないという、回答にも入っています。

○窪田委員

それは総流出率ということで、トータルの雨量に対する流出量の割合でよろしいですか。

○《質問者5》

そうですね。

○小池委員長

わかりました。そうすると、答えが出ます。

○田中丸委員

飽和雨量に至るまでの一次流出率というのがあります。この図はむしろ飽和雨量がかなり大きいという指摘が委員からあったぐらいですが、200ないし大きいものでは300弱ですね。こ

こまでは非常に低い流出率になっています。0.4とか0.3ぐらいのものもあります。

○小池委員長

よろしいですか。今お話しになったのは、総流出率で、流出形態が途中で変わるというのは貯留関数で、それを表現しているのが有効降雨モデルなんですね。ですから、飽和雨量よりも大きいところのみを見て、それが1.0になる。それよりも低いところは、ぐっと小さいんです。ですから、今、後半一番目の方が言われたのは、その平均をとっておられますので、1より必ず小さくなります。よろしいでしょうか。

それでは、新モデルで0.7でやったら1万6,000という数字が出たということですが、立川委員、どうでしょうか。

○立川委員

質問、まずありがとうございます。

どのようなモデルを用いて、どのようなパラメータを設定して計算されたのかというのが、十分理解してごさいませんので、私自身がやったことではないことについてコメントのしようがないのですが。

○《質問者5》

それは恐縮ですけど、全部新モデルに、もう極力そのとおりやる。

○立川委員

極力そのようにやって、だから……。

○《質問者5》

データをそのまま入れて、私がやったわけではないんですけど、専門家に頼んだんですけど、それは全部同じにやりました。そうでなければ意味がないです。

○立川委員

そうしますと、その違いと言いますのは、一次流出率のところが違っているというようなことになりますでしょうか。

○《質問者5》

いや、ですから、谷さんのおっしゃっているような形で、神流川を除いて、奥利根と、それから、烏川も0.7にしたんですよ。吾妻川はもともと無限大だから、それはそのままです。ですから、これは、私は素人ですからしょうがないけど、一番素直な見方だと思います。それで、そういうふうにしたんです。

○立川委員

少なくとも新モデルで決められましたパラメータは、実際にそのときの総降雨量、それから、直接流出率というのを求めて、有効降雨のモデルのパラメータを同定した結果、あのような結果がなされてございます。したがって、もちろん、有効降雨のパラメータを変えたら、あるいはそのような結果になるのかもしれませんが、少なくとも新モデルでやった結果がおかしいということには、私はならないというふうに考えています。

○小池委員長

今の問題は、有効降雨モデルを入れてパラメータを決めています。ですから、有効降雨モデルが違うモデルを今お使いになっていますので、それでパラメータを決め直さないと合わないと思われる。

○《質問者5》

こちらのやり方で、2万2,000の先生方のやったとおりやっても、2万1,000から500ぐらいしか変わらないから、私は再現ができたというふうに結果的には判断して、同じやり方でやってもらって……。

○小池委員長

いや、ですから、そこが間違っておりまして、有効降雨モデルを折れ線でなくて、1本でやっておられますので、その1本でやった有効降雨モデルを用いて、国土交通省が矢田町に、昭和55年ぐらいからの十何洪水を用いてパラメータをキャリブレーションし直さないといけないと思います。同じ新モデルのパラメータでやると、おそらく水収支が合わなくなります。ですから、そのやり方は間違いだと思います。

○谷委員

私の解説資料でも、降雨規模の大きいほうは、物理的に申しますと1に近づくと考えています。その1に近づいていく降雨を飽和雨量といいますか、その値がそれぞれ地質で変わってくるわけです。しかし、同じ地質でもばらつきが出ます。ばらつきというのは、雨が降る前の土壌水分の状態が変わってまいりまして、ばらついてくるわけなんですけれども、それがいろいろばらついているものを、どう線を引いてくかというのは、ある程度恣意ができると言ったらまた誤解が出るかもしれませんが、どういうふうに飽和雨量の値を決めるかは難しいということではございます。

その飽和雨量を決めた後に、今、小池先生が言われましたように、観測のある出水で合うように k や p を決めて、それで観測できなかった大きな出水を予測することになります。そのときに、森林の話とも関係するんですけれども、同じ流出メカニズムが中小から大規模まで当てはまるとしてご説明をしているわけです。ということは、表面流がどんどん大きい出水で出てきて、どん

どん大きくなるというふうにはならない。その理由は森林が土壌を支えているからですというご説明をいたしました。したがって、何となく大規模出水は予測できないということとは違っておまして、科学的に見て判断できるメカニズムの中で、中小から大規模まで延長された場合にこうなるだろうと予測しているわけです。《質問者5》さんが言われるように、飽和雨量の決め方が変わってきたとしますと、それはそれで、 k や p の値も同じ値を使うのではなく、飽和雨量の変化に対応して観測のある出水であらためて決めるようにしなければ、大規模出水の予測ができないということだと思います。

○《質問者5》

ありがとうございます。

○小池委員長

後半2番目の方がお話しになったことは、私ども、この分科会のメンバーとしてというのと、一河川の研究者としてという立場で、大きく私自身もいろいろ考えるところがありました。まず私どもがやりましたのは、あくまでも基本高水を算定する手法であるとか、その算定値の妥当性を評価するということが依頼でございましたので、それをやりました。八ツ場ダム必要性は一切判断しておりません。必要だとも、不必要だとも判断しておりません。ですから、最初のご質問については、私どもがやったことと私どもがやっていないことを明確に申し上げたいと思います。

2番目のご質問は、もしもこれが2万1,000、2万2,000という数字が妥当だとすると、八ツ場ダムのようなものが5つも6つも必要になるというご指摘で、私どもは、最後に申し上げましたが、こういう計画、こういう2万1,000とか2万2,000の物理的妥当性であるとか、あるいは頑健性を吟味したモデルで推定した値を今持ち得たわけでございます。今まではここに疑義があるということでございましたが、私どもが今の科学のレベルで検討したときに、降雨・流出のプロセスから検討したときに、これぐらい流れるというのが私どもの結論でございます。

そうしますと、大熊専門家のお話を、私、引用させていただきましたが、実現性のない治水計画はあり得ないということは、私どもの心にも強くしみておまして、では、それをどう実現するような施策に持っていくのが必要であるかということを、私どもは回答書の中で提言させていただいた次第でございます。この分科会は9月30日で終了いたしますので、最後、付言させて頂きましたように、今後は河川の研究者、あるいは森林水文学の研究者等の立場で、こういうものの実現について、私どもも努力していくというふうに思っております。

私どもがやりましたのは、予断なく、私どもが持ちうる科学的な検討の中で、降水から流出のプロセスを明らかにして、そして、そこで答えうる回答をいたしました。もちろん、何度も申し上げますが、すべてが明らかになり、すべてが解明できたわけではございません。私どもが持ちうる科学、あるいは、我々が利用できるデータの中でのみ答えを出したわけございまして、水文学、森林水文学、河川工学は、まだまだこういう問題に対して完全であるとは言えません。ですから、

私どものこれからの仕事は、そういうことを明らかにしていくことですが、同時に、こういう現在の科学力、現在使えるデータの中で導き出した予断のない結果というものを、国民の皆様にもうまく受けとめていただきたいと思います。

大変長時間になりまして申しわけありません。総合司会のほうへお返しいたします。

○司会（小松委員）

長時間にわたりご清聴いただき、まことにありがとうございました。司会の不手際で、時間を大幅に超過しております。おわび申し上げます。ただ、限られた時間でしたけれども、この基本高水について、皆様方のご理解が少しでも進む方向に役立ったということであれば、我々一同、これにまさる喜びはありません。今日は長時間、ほんとうにありがとうございました。これにて終了したいと思います。（拍手）

—— 了 ——

（注）会場の質問者の氏名、所属等に関する記述は、本議事録から削除しています。また、質問者の発言部分については、質問者本人の確認を得ていません。