

日本学術会議  
河川流出モデル・基本高水評価等分科会  
(第4回) 講演録

日時：平成23年3月29日(火) 15:00~18:00

場所：日本学術会議2階 大会議室

## 関参考人

ただいまご紹介にあずかりました関良基と申します。

私は森林政策学（林政学）が専門で、流出解析の専門家ではありませんが、事情があつて利根川の流出解析に関わってきましたので、ここに参考人として呼んでいただきました。林学には森林水文学の分野があり、私自身の流出解析に関する知識は大学の時に森林水文学の授業でやった程度ですが、私がこの間やってきたことをご報告させていただきます。

森林水文学分野の方々からは林政学分野に対して非常に多くの注文があり、いろいろ言われることは実にもっともなことが多いです。今回は、林政学の立場から森林水文学の分野に対して検討してきたことを報告させていただきます。

そもそも何故、私がこの問題に関わるようになったのかという経緯を若干説明いたしますと、治水有識者会議というのが前原元国交大臣の時に開かれておりました。その第4回会議で、鈴木雅一先生が、「利根川の八斗島上流の 54 のサブ流域で飽和雨量が全て 48mm、一次流出率全て 0.5 で統一されているはおかしい。」という報告をされました。ちょっと印刷が不鮮明で申し訳ありませんが、54（サブ流域）全て 48 という数字が並んでおりまして、「この一次流出率、飽和雨量は、鈴木が知る禿げ山の裸地斜面の流出より大きい出水をもたらす。一般性を持つ定数ではないと思われる。」と報告されました。そしてこのようなパラメータを用いると過大な流量が推定されている可能性もあるということも報告されました。「本当に 48mm で流出計算ができるのか検証して欲しい。」ということをおっしゃられました。私は専門ではありませんが、マニュアルにしたがってやれば誰にもできるので、48mm で本当に計算できるかどうかやってみますということと、私が弁護団に頼まれて意見書を作成しました。その意見書が、参考資料として添付されております意見書「森林の機能を無視した国土交通省による基本高水計算の誤謬」と、意見書 2「利根川の基本高水流量毎秒 22,000m<sup>3</sup> の計算モデルの虚構」です。以上がこの問題に関わることになった経緯です。

1947 年（昭和 22 年）カスリーン台風直後に米軍が撮影した利根川上流域、榛名湖周辺の写真と、グーグルアースから借用した現在の写真とを比べました。国土交通省は利根川上流域の森林面積は一定でほとんど変わっておりませんが、森林の中身は全く違います。カスリーン台風直後は定義的には森林ですが、灌木がある程度で、樹冠では覆われていません。一方、現在は樹冠で完全に閉鎖されている状況で、森林蓄積量は全く変わっております。というわけで、森林の面積は変わらなくても、この二つの状況を同じ流出解析パラメータで表すのは考えにくいわけですが。土壌がどの程度、発達するかに関しては議論が大きいところですが、例えば樹冠遮断量ひとつとっても違いますし、土砂がどれだけ流出するかということも全然違ってきます。同じ雨が降ったとして、同じ流量になるとは考えにくいわけですが。

国土交通省は、昭和 33 年の流出計算に当てはまったモデルを用いて、河川整備基本方針を定めています。昭和 33 年の時の計算モデルが、近年の森林状況による実績の洪水流量においても再現性があるとして、昭和 57 年洪水、平成 10 年洪水にもあてはまっていますよというグラフを作ってきたわけです。これはおかしいと思いました。森林状況の違うモデルで計算して、このようなグラフは書けないだろうと思いました。私も実際にやってみました。前にも国土交通省から説明ありましたが、54 流域の流域分割図が公開されていないので、旧建設省が昭和 44 年につくっていた 23 分割図と現在の 54 分割図がどの部分がどこにあてはまるのかというのを見て、54 分割図のパラメータを平均して 23 分割に当てはめて計算しました。昭和 33 年の洪水では、国土交通省が提示してきた 48mm のモデルで計算したら、少しのずれはありましたが確かに合致して、48mm で計算できたというのが確認できたわけです。しかし、昭和 57 年を検証してみたところ、昭和 57 年の洪水を 48mm で計算すると 12,000m<sup>3</sup>/sec になって、実際に流れたのは 8,192m<sup>3</sup>/sec なので、非常に大きな差が出てきました。この差が本当に森林による保水力によるものかどうかわかりません。

ちなみに昭和 33 年から昭和 57 年までにダムが上流で三つできていますので、ダムのピークカットができてきて、ダムのピークカットが無いとすると、ダム戻し流量 9,102m<sup>3</sup>/sec ぐらいになります。ちなみに、本来ダムが無かった場合の流量に計算モデルが合わないといけないはずなんです。ダムが建設されて、ダムの分だけ実績流量は下がっている。昭和 57 年の場合だいたい 10% ぐらいダムがカットしているんですけど、国土交通省の計算では、ダムで 10% ぐらい下がった値に流出計算モデルがあってしまっているのです。これはおかしいです。本当はダム無し流量に合わせて流出計算しなければならないのですが、ダム有りに合わせて流出計算してしまっています。

ついで平成 10 年ですけど、やっぱり 48mm だと 12,506m<sup>3</sup>/sec、実際に流れたのは 9,222m<sup>3</sup>/sec、ダムカットを戻した場合の流量は 9,958m<sup>3</sup>/sec となり、最近で一番大きかった洪水となります。このように、48mm だと全く合わない。100mm 以上にするとだんだんあってくるわけで、100mm 以上にしないと合わないということを裁判所に対して意見を提出させて頂きました。

このことから分かるように流出解析のパラメータというのは、やはり森林状態の変化に応じて変化するだろうと考えます。国交省が基本高水を決定する基準となっている洪水は、上流域の森林が非常に悪化していた時期のものである場合が多いのですが、上流の森林状態もその後改善していますので、流出計算モデルのパラメータも変化していくものと思われれます。

しかし、残念ながらこの点に関して、十分な研究蓄積がないようですので、ぜひこの点に関しては専門家の方々に今後とも究明していただきたいと、非専門家の立場として要望いたします。

ついで、細かな点に移るんですけど、具体的にぜひ日本学術会議に検討していただきたい点を指摘させていただきます。

第 1 回の日本学術会議の基本高水検討分科会で配布された資料で、飽和雨量が 48mm から 125mm に変更した場合、カスリーン台風の再現計算は 3%減少するとなっています。国交省の配付資料では、飽和雨量 48mm は  $21,079\text{m}^3/\text{sec}$ 、飽和雨量 125mm にすると  $21,359\text{m}^3/\text{sec}$  と約 3%が減少するとあったんですけど、その第 1 回の会議で、まず驚いたのが、裁判所に対して、国交省が提出してきた資料には、第四期火山岩層ということは一言も書いてありませんでした。54 流域全て飽和雨量 48mm と書いてあって、鈴木雅一氏がそれはおかしいだろうと意見を述べたのですが、もし第四期火山岩層は飽和状態に達しないということは飽和雨量無限大ですから、54 流域の分割表を更に第四期火山岩層とそれ以外に分けて、前者を飽和雨量無限大、後者を 48mm と書いて出すべきところ、書いてありませんでした。なので、私自身は第四期火山岩層を考慮した計算をしておりませんでした。そこで非常に驚いて、第一回会議後、第四期火山岩層が飽和状態に達しないのであれば、そのようにして計算してみました。そうすると、第四期火山岩層を考慮した場合、飽和雨量 48mm で  $21,097\text{m}^3/\text{sec}$ 、飽和雨量 125mm にすると  $19,250\text{m}^3/\text{sec}$  になって約 9%減少しましたので、3%というのは私の検討からするとおかしい。3%のわけがない、ということになります。これはやはり中立的な立場の第三者が検証しなければならないと思いますので、ぜひ日本学術会議として、国交省の説明を鵜呑みにすることなく、ちゃんと検討していただきたいと思います。もっとも昨日出てきた新しい計算モデルの資料によれば、第四期火山岩層で飽和雨量無限大という仮定が消えましたので、またここで前提が変わっているので、もしかしたらこのままこの問題はうやむやになってしまうかもしれないのですけれど、私の計算結果ではこうなります。

次に、第四期火山岩層という計算の前提を導入してきた経緯が、国交省の説明からは分かりません。一番初めに国交省が貯留関数法で計算したのが昭和 44 年の報告書ですが、その報告書では第四期火山岩層ということは一言も書いてありません。飽和雨量を全て 48mm で計算して求めているのですが、そのときに求めた基本高水が  $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  です。昭和 44 年、 $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  と求めた計算で、私が計算しても、第四期火山を考慮しないと  $25,700\text{m}^3/\text{sec}$  以上になりまして、 $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  に近い値になります。つまり昭和 44 年の時点では、第四期火山は透水性が高いので、飽和雨量が高くなるということは考慮しないで計算して、 $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  を求めたのだらうと思われまます。

そのときは、第四期火山岩層を考慮せずに昭和 33 年、34 年洪水を計算すると、比較的よく当てはまるということでした。火山岩層の仮定抜きに飽和雨量 48mm で計算して、ちゃんとこの二つの洪水を再現計算できているわけです。その後、第四期火山岩層の計算条件を考慮して計算するようになり、 $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  から  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  まで恐らく下がったのではないかと思います。と申しますのも、第四期火山岩層を考慮せずに計算した値と考慮した場合で、ちょうどカスリーン台風でピーク流量が 18%ぐらい下がるという結果を私も得ました。18%というのはちょうど  $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  が  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  になる下がり

方と同じです。昭和 55 年に  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  という計算をしたということになっています。その資料がないそうなので定かではありませんが、恐らく、透水性の高い土壌ということを考慮した結果、 $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  が  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  に下がったのかなと判断しました。

ところがひとつ問題がでてきて、第四期火山岩層の計算条件を導入すると、昭和 33 年と 34 年の洪水は再現できなくなります。こっちも 15~18% ぐらいピーク流量が下がってしまうんですね。だから、この火山岩層の条件を導入すると、合っていたはずのこの数字がさらに 16% とか 18% とか下がってしまいますので合わなくなります。

ここで辻褄があわないところが出てくるのです。これは昭和 44 年の報告です。手書きの味がある報告書で、読んでおまして、非常に信頼できるというか、このころは技術者もすごく誠実にちゃんと計算しているなというのが、わかる報告書です。第四期火山岩層を考慮していない昭和 44 年の報告書では、昭和 33 年洪水では、 $9,730\text{m}^3/\text{sec}$  の実績流量に対してモデルでは計算流量  $9,460\text{m}^3/\text{sec}$  となり、このモデルでカスリーン台風を再現計算すると  $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  になるというのが旧建設省のその時点での結論です。こちらは平成 17 年の河川整備基本方針を定めた時に出てきた資料ですけれども、この時は第四期火山岩層を考慮しているはずですが、やっぱりピタリとあいません。こっちでピタリとあって、こっちでもピタリと合うのはおかしいので、辻褄があいません。これがどうしてなのだろうということは私もわかりません。

ちなみに平成 17 年の時にはカスリーンの再現計算では  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  となっていますので、どこかでおかしい点があるものと思われれます。ぜひ、この点留意していただきたいと思います。

そもそも  $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  ということは、多分このあと大熊先生からもお話があると思うんですけど、流れた形跡から見てあり得ない数字です。 $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  もありえないと思われれます。大熊先生からこのあとお話があると思いますが、八斗島の上流にあふれる場所がほとんどないので、 $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  も  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  もあり得ないと思われれます。としますと、貯留関数法でカスリーン洪水をちゃんと計算できないのではないかと考えるのが適切なのではないかと思います。何故、カスリーン洪水をちゃんと計算できないということをいろいろ考えてみたんですけど、そもそも貯留関数法は、二山型ピーク洪水の正しい計算ができないのではないかと私は思います。1947 年（昭和 22 年）のカスリーン台風は最初、大雨が降って、そのあと、ピークが去った後、小降りになってその後、二山目の雨がくるという二山型ピーク洪水なのですが、高橋裕先生の河川工学の教科書を見ると、このような記述があります。「貯留関数法による流出解析は、単一洪水の場合は比較的簡単であるが、ピークが複数の場合には容易ではなく、氾濫する現象にまで適用するのは無理な場合がある」というふうに書かれていまして、ピークが複数の場合には計算するのが容易ではない。何故、計算するのが容易ではないのだろうと思いますと、貯留関数法の仮定は

飽和雨量に達する前は、降雨のうち一次流出率の係数の部分が河川に流出して、1 マイナスの  $f$  の残りの部分は土壤中に浸透していくと考えます。飽和雨量に達した後は、流出係数は1 になって全ての降雨が河川に流出するという二段階モデルなわけです。この二段階モデルは、単一ピーク洪水の場合はこれで合うと思われませんが、二山ピーク洪水になると、一山目の雨の時に飽和雨量に達してしまうと二山目が来た時には全ての雨が河川に流出すると計算されます。しかし、物理的に考えてみると、一山目の雨が降ったあと小康状態になると、また浸透域が復活してくるはずだと思います。雨がずっと上から降ってきていると、連続的に降った雨が河川に流出してくるよう計算されますけれども、一度、小康状態になったときに、浸透する方が、雨が上から来る部分よりも上回ると思われますので、再びこの浸透域が復活してきて、二山目の雨が来るときには、また流出係数が下がっているはずであると考えられます。このように考えますと二山ピーク洪水はうまく計算できないと私は考えます。

これは昭和 33 年と昭和 34 年洪水のケースですが、昭和 33 年洪水は一山洪水、昭和 34 年洪水は二山洪水で、昭和 33 年洪水で当てはまった飽和雨量で昭和 34 年洪水を計算すると合わなくなってきました。カスリーン洪水というのは、この昭和 34 年洪水をもっと大きくした、これを 1.5 倍～2 倍ぐらいにした大きな雨なわけです。なので、二山型洪水でさらに大きいカスリーン洪水の場合、やっぱりあわなくなってくるだろうと思います。34 年洪水では、飽和状態に達した後は全部流出するように計算されますが、実際は浸透域が復活してくるので、実際にはそんなには流出していないと私は考えました。これもぜひ検討してほしいと思います。このように貯留関数法ではカスリーン洪水をちゃんと計算することはできないのではないかと思います。

カスリーン洪水を再現計算するという非常に問題があることは指摘してきたとおりですが、総合確率法についても検証方法、注意点を私なりに考えてみましたので、何点か指摘させていただきます。国土交通省が用いている総合確率法で 200 年に 1 度確率で  $21,200\text{m}^3/\text{sec}$ 、50 年に 1 度になると  $16,166\text{m}^3/\text{sec}$  と計算されています。過去 50 年の最大流量を見ると、平成 10 年洪水がダム戻し流量で  $9,958\text{m}^3/\text{sec}$  となっており、これが過去 50 年最大洪水です。50 年の最大洪水が  $9,958\text{m}^3/\text{sec}$  で 50 年に 1 度確率の総合確率法が  $16,166\text{m}^3/\text{sec}$  というのは、いくら何でも離れすぎていて、これは計算のほうを疑わなければならないと思います。1.6 倍ということはありません。

では、どういうふうになれば改善できるのだろうかと考えてみましたら、まずは降雨の引き延ばし率は 2 倍以下に抑えるのがいいであろうと思われま。それから、国交省の新しいモデルでもやっているように、近年の洪水を加えていただきたい。今までの総合確率法の計算では、データもはっきりしていない時代の流量を基にやっていたので、近年の確かなデータを基に再計算すれば大分変わっていくだろうと思われま。

それから、過去のデータで観測所が少なく信憑性に疑問のあるものはなるべ

く使わない。一番問題のあるのが実はカスリーン洪水時のもので、13箇所しか観測所がありません。終戦直後で観測所が十分に機能していなかった時期で欠測が多く、十分に機能しているのが13箇所のうちさらに半分くらいです。したがって、そもそも雨量データがおかしいから計算そのものが成り立たない可能性もあると思います。昭和33年、34年も、飽和雨量が48mmというようにおかしい値が出てくるのも、やっぱり山岳部の観測所の数が少ないからではないかと思います。これは田中丸委員から何度も指摘があったことです。今は気象庁とか群馬県とかをあわせると観測所は150以上にもなりますけれども、昭和33年、34年は観測所の数が少ないので、もしかしたら48mmという値が出るのも雨量データが不備なためにそうなってしまっているだけかもしれません。過去の不確かなデータなるべく使わないで、最近の確実なデータを用いて検討してもらいたいと思います。

また確率論がこれでいいのかという意見が小池委員長はじめ何人かの意見がでていましたが、確率論の専門家を交えて検討する必要があるのではないかと思います。

最後に、小池委員長並びに各委員の発言にありましたように、貯留関数法で本当に正しい計算できるのかというのが、私のような素人から見ると非常に疑問です。特に先ほども申しましたように、飽和雨量以降では降雨が一切地下に浸透しないで、全部河川にでるというのは非現実的だと思います。ですから、例えばタンクモデルとか分布型モデルとか、降雨が土壌中をどのように移動するのかを示せるモデルを用いて、貯留関数法との比較検討をしていただきたいと思います。ぜひ、日本学術会議の方々に、最新の学問的知見を反映させた、より精度の高い流出解析を行っていただきたいと要望いたします。以上です。ご静聴ありがとうございました。

以上

## 宮村参考人

宮村です。

ご紹介するのは、そんなたいした珍しいことではありませんけども、今から270年くらい前の寛保2年の大洪水という洪水がありまして、利根川の洪水を考えると、この洪水は、大変興味深い対象だと思います。いくつかの点で興味深いのですが、比較的古い割にはですね、痕跡が色々なところによく残っているということです。

やや変わったことから紹介しますと、関東の利根川のなかで特徴的な氷川神社というものがあります。氷川神社では、この記録が非常にたくさん残ってまして、これを追いかけていくと、時系列の水位の変化、洪水の到達時間まで推測ができるようなことがあります。

氷川神社というのは、非常に特徴的なネットワークを持ってまして、何年の洪水よりどのくらい早くこの水位に到達したとか、何年前の洪水より流速が速いとかですね、というようなことを次々伝えて歩く、という特徴があって、これは洪水の話をするとき、関東では氷川神社というのがめぐる対象の重要な部分になります。

寛保2年の洪水についてはですね、今の八斗島の近く、これは現在ですと群馬県の太田市になりますけれども、小流寺というお寺があって、このお寺自体は新田とか足利のもとになるといわれています。源義国を奉った神社で、もともと利根川の上流地帯の豪族の拠点地だったと思います。その小流寺というお寺の住職が洪水の後、すぐに自分のところのお寺のところに痕跡を記録しまして、それから、利根川の周りを見聞して歩いたんですね。それが、「寛保洪水記録」という文書になって残っております。で、この洪水記は、大変おもしろい聞き込みをやっておりました。自分で見たこと、直接聞いたこと、ということ、それから、噂のこと、それから、その後の評判のこと、というのを区別しまして、それをそれぞれ、「これは直接私が見た」とかですね、「これは評判になっている事柄」とかということを区別して書いたもので、洪水記としては、大変おもしろい記録です。これはもちろん、古文で書いてあるのですが、昭和の始めごろにこれを翻訳されて出版されました。近年になって、3、4年前にお亡くなりになったんですけども、大谷貞夫さんという文学部、古文の先生がいて、その方が現代訳に翻訳されておられまして、それを見るのが一番だと思っています。その洪水記録によると、太田市で8尺、ですから2.4mです。大変大きな水位なんですけれども、ちなみにこれは、先ほどの数字のやりとりと比べるとあまりにもラフな話なので言いにくいことですが、その痕跡と、台地の間の河道とその勾配、粗度を仮定して、 $36,000\text{m}^3/\text{sec}$  から  $45,000\text{m}^3/\text{sec}$  で不等流計算をやって、比較します。でも、こういうのは、どっちが大きいかわからないということよりも、大変大きな洪水だったということを知っていただければと思います。



この小流寺の住職はこのような情報を伝承させるかってことを意識したとみえて、お寺に刻印すると同時に文章に起こして、「あのところのどこには・・・」というような表現で刻印されているところも記録しています。これは利根川だけではなくて、荒川もきちっと書いてあります。それから、調べた範囲は、上毛地区、つまり群馬県の利根川の上流部と、武蔵、今の埼玉県、それから、江戸にまで及んでいます。で、江戸は、中心地は、江戸城付近とですね、本所、それから両国橋という特定な地名を書いています。両国橋というのは、なんでそこだけ両国橋かという、両国橋より下流が、江戸時代の街、つまり市街地です。それだけに洪水が落ちてくると、その洪水の大部分は今の隅田川のほうに入ってくるんです。これが直接流れてきますと、市街地が襲われるものですから、両国橋のところのちょっと上流に、日本堤という堤防と、隅田堤という堤防がありましてね、形はこんな漏斗のような形です。日本堤というのが右岸側で、左岸側が隅田堤。で、その間が河道になるのですが、それは、上流と下流の3分の1くらいしかありません。つまりここで、漏斗の形で洪水を一定のものしか流さないようにしてあり、上流で溢れるようになっています。そういうところですので、その両国橋で流木さえ引っかからなかったら水位が上がリません。そこで両国橋は、江戸時代を通じて、水防活動の最重点場所でした。流れてくる流木をどうやって取るか、これの腕のいい人が世の中で評判をとったわけです。いまでも、その人たちが存在しています。一般的には、洪水のときの水防活動は、よく土嚢を積むということを思いがちなのですが、橋の上で流れてくるものを取る、これが大変大事なのです。そういうことを、うかがい知るには大変良い洪水記録です。その両国橋の橋脚で、水位を測ったといわれています。寛保っていうと270年くらい前ですが、100年くらい前の明治43年の洪水も利根川にとっては、大変大きな洪水でした。江戸時代から現在まで、江戸・東京にいて、大変な大洪水だったというふうに判断されたり、あるいは、利根川大洪水として拾いあげれば必ず入っているというのは、寛保2年洪水と天明6年の洪水と、それから明治43年、この三つが大変大きな洪水として知られています。明治43年は非常に大洪水だったということもさることながら、被害が大きいということで大変大きなものでした。洪水は自然現象ですけど、水害は社会現象ですので、洪水と水害とは必ずしも一致しないのですが、明治43年は水害という面では、寛保2年を越えるものでした。首都圏の中で、東京が他の県を越えて被害を受けるのは、明治43年の後です。その前までは、東京・江戸は、周辺の埼玉、群馬、千葉、茨城、栃木よりも被害が少なかったのです。そういう面で、明治43年の水害は大変大きく、寛保2年の大洪水、明治43年の大水害、という形で利根川の河川史の中では、記されるものになっております。

で、なんでこんなことを紹介したかといいますと、利根川の洪水というのは、あるときから急に大きくなっています。これは、明治43年後から、急激に計画高水が高まっています。その前までは  $3,370\text{m}^3/\text{sec}$  というもので、中小規模で

した。利根川の改修計画が始まって、現在みなさんが議論している 14,000m<sup>3</sup>/sec の河道に流すというように変化しており、この変化は日本の河の中では一番大きいのです。

明治政府になってから、治水を抜本的にやろうとなつてから、各河川で様々な改修工事が行われましたが、その中でも利根川だけがあたふたとしています。つまり、最初が低くて、だんだんと上げていって、その上げ方も極端に大きくなっています。これは、利根川の大きな特徴のひとつです。その特徴を示すのは、寛保 2 年の洪水記録で、その中でうかがい知ることのできる二つのポイントがあります。一つは、下流にある布川・布佐という地点。これは台地の中に川が流れ込んでおりまして、要は、川幅が狭くなっています。上下流から見ると半分くらいの川幅です。それからもう一つが、今の利根川の利根大堰という堰がありますけれども、それよりちょっと上流に酒巻という場所がある。ここも狭くなっています。奇しくも、国土交通省利根川下流河川事務所の管轄のポイントの場所が布川・布佐、利根川上流河川事務所のポイントが酒巻とあって、ここも狭くなっています。これは狭さく部となっており、明治政府、あるいは江戸幕府それぞれが、川をコントロールし、川と関わろうとするときに、大事にした部分です。どこに狭さく部を設定するか、そこによって川の管理が始まります。こういうのが無いと川というのはもう奔放に流れてしまい、川と人間との関わりがとれなくなります。こういう面で、狭さく部というのは、人為的にしろ、自然的にしろ、必ず作る必要があります。その代表的なものが、利根川では、布川・布佐と酒巻の狭さく部です。下流の布川・布佐は、台地の間で自然を使ったものということになりますが、上流のところは、人為的な働きが非常に強い。つまり、意識して狭くして、そこから堤防を作っています。これは、右岸側が中条堤という堤防、左岸側は文禄堤という堤防です。これは先ほど言いました「江戸を守る」、両国橋のところに、日本堤、墨田堤というのが同じような形で、漏斗状になっています。明治 43 年の大変な大きな洪水は、このたいへん大事な中条堤という堤防を破壊してしまいました。今まで洪水を押さえ込んできたのですが、大洪水になるとそれが壊れてしまいます。先ほど申し上げた寛保 2 年のときも壊れています。とんでもなく大きなときは壊れてしまい、これが江戸へいきます。そこで、これでは大変だということで、改修計画が大幅に見直されます。見直される最大の理由は、狭くした上流側で溢れるのはもう耐えられないということです。人間の生活ってというのは、それぞれ犠牲になるってことをずっとおくような生易さはありません。時代が経てば経つほど、我慢できない人は我慢できない、そのような経緯で、中条堤と文禄堤を両横においた狭いところを開放しろという声が高まり、利根川の改修計画はこの明治 43 年を契機にして、大きく変化して狭さく部を広げてしまいました。広げた結果どうなるかとい後始末をしなくてははいけない。で、後始末ができたかできないかはっきりしないうちに、昭和 22 年のカスリーン台風が来襲したということになります。これは私見ですけども、狭さく部、中条堤、文禄堤を見て、

利根川の河川政策という視点から見ると、明治 43 年の時利根川の改定計画を作り直し、その後増補計画があつて、さらに昭和 22 年のあとに改修計画を立て直したというように、次々と流量、計画流量を大きくせざるを得ない。狭くしたところがなくなったのですから、その後始末をしなければならず、そのひとつが渡良瀬遊水地であり、幻の放水路といわれた昭和放水路というのが考えられ、方針はまだ途中というのが、現在の状況だというふうに私は見ております。

以上

## 大熊参考人

大熊です。

最初に利根川は複雑にして難解な川であると書きましたけども、流域の異なる 2 大水系を結合したということ、それから先程話が出ておりました天明 3 年の浅間山大噴火で決定的に利根川が変わったということ、それから足尾鉍毒事件があって治水が非常に難しくなったということ、それから東京の水瓶として利根川が使われるようになったといった所で、非常に難しい川であるなと思います。

今日そういう話もしたいのですけれども 15 分しかないので、利根川の八斗島から上流の洪水について主として話したいと思っております。

私の博士論文は、利根川についてで、それを本にしたものを掲げておりましたけれども、もともと論文の方では、八ッ場ダムとか沼田ダムというのは、もう治水的にはやらなくても良い。利水的な要請がある場合は、私は利水の事をこのときやっておりますので、門外漢だけでも、治水的要請からはその建設を推進しないというのが私の結論でありました。まあ、それを本にする時、具体的名前を書くのは色々問題があるので、それを外したという所です。この博士論文の中でも、昭和 22 年 9 月洪水というのは 40 年～50 年に一度ぐらい起こりうるものかもしれないという話を書いていました。今、宮村さんから話があったように、寛保 2 年とか天明 6 年、それから弘化 3 年、明治 43 年、昭和 22 年ということで、中条堤が破堤したり、権現堂が破堤したりというようなことも含めて、200 年間の間に 5 回こういう大きな大水害が発生しているということで、利根川は 40 年とか 50 年という頻度で大きな問題が起こったねということです。

比較的データが揃うのは 1910 年の明治 43 年洪水と昭和 22 年洪水ということです。この時の特徴を見ますと、台風が房総沖を通過しているというパターンです。明治 43 年の場合は、先程話が出ておりました富永正義さんは、八斗島で  $11,000\sim 13,900\text{m}^3/\text{sec}$  位だという推定をしております。明治 43 年の場合は、奥利根ではほとんど水害記録がありません。降雨量も細かいデータは無いのですが、大雑把に見て 100mm 程度かなという感じです。吾妻川流域や烏川流域ですと昭和 22 年洪水を上回るような出水になっております。昭和 22 年洪水も、これも房総沖を通過した台風によるもので、富永正義さんは  $15,000\text{m}^3/\text{sec}$  だというふうに推定しております。この時、奥利根の状況はやはり水位記録も色んな形で出ておまして、非常に分かりにくいのですが、総合的に判断しますと奥利根でのピークの出現時刻というのは 16 日の午前 2 時頃で、八斗島が 15 日の 20 時頃ですので、八斗島のピークよりも遅れています。それから、吾妻川流域や烏川流域は、水位記録から見ると明治 43 年よりちょっと低くなっています。富永正義さんは、ずっと利根川をやってきた方です。私がいつも使う昭和 22 年の八斗島の最大流量が  $15,000\text{m}^3/\text{sec}$  という数字は、富永さんが昭和 41 年

に書かれた文献にあつて、改修改訂計画で  $17,000\text{m}^3/\text{sec}$  という数字は出てはいましたが、富永さんはずっと  $15,000\text{m}^3/\text{sec}$  に拘っておられました。私も富永さんに 3 度ぐらいお会いしました。宮村先生と一緒に行ったこともありますけれども、私も単独で何回かお会いしまして、 $15,000\text{m}^3/\text{sec}$  を主張され、この文献読めというふうに言われておりました。

利根川に大きな洪水を発生させる台風の経路というのは、基本的に房総沖を通過するものと、それからギリギリ東京あたりを通過していく台風といったようなこととなります。この番号を①、②、③、④なんて書いてありますうちで、大体が同じ経路ですが、⑤の昭和 34 年の伊勢湾台風の場合は異なっていて、これは後でお話をしたいと思います。昭和 10 年の所には、番号を入れておりませんが、昭和 10 年はこの図の中に入っているのは中国地方を横断する形になっていますが、実はこの台風のすぐ後の (9 月) 24 日から 25 日にかけて房総沖を通った台風があります。それから、ついでですけれども、②は私がパワーポイントの操作の中で線を引きましたのでちょっとズレているかもしれませんが。大雑把に気象庁のデータを見ながら引いたもので、房総沖を通ったということだけ強調しておきたいと思います。まあ、基本的に房総沖を通る台風によって大きな洪水が起こる訳ですけれども、その時、赤城、榛名、浅間の南面に多く雨を降らして、それで奥利根の方には少なかったりする現象が非常にあるということ、それから八ッ場の上流の方は浅間の裏側になりますから、あまり雨が降らないということをご記憶願いたいと思います。

先程も関さんのお話で出ておりましたけど、私はこの図を作る時に、カスリーン台風は  $15,000\text{m}^3/\text{sec}$  というふうな扱いで書いてあります。ちょうど 1910 年、明治 43 年から見て、この 100 年間に大きな洪水としては、この明治 43 年と昭和 22 年で  $15,000\text{m}^3/\text{sec}$  近いものが二つあると言うことで、100 年のうち二つあった大洪水と評価として頂ければ良いのかなと思います。このデータは国交省が基本高水計算に用いた 31 洪水パターンで、ダムの効果をいろいろ検証されたものです。先程の①、②、③、台風の所にかけておいた番号を左にふつてあります。それで、この中からいわゆる引伸率が 2 以下のものを取り出して並べ直したものが、次のものになります。ここでちょっと見ておいて頂きたいのは、後でもう一度議論しますけれども、6 ダム プラス 八ッ場ダムで、全部あわせてもカットしうるのは、 $2,882\text{m}^3/\text{sec}$  が最大で、 $3,000\text{m}^3/\text{sec}$  以下ということです。それと、八ッ場ダムの調節流量というのが  $164\text{m}^3/\text{sec}$  とか  $224\text{m}^3/\text{sec}$  とか、非常に基本的に小さい。⑤番の所だけが、先程ちょっと注意しました伊勢湾台風の例で、伊勢湾沖の西の方を通過したパターンです。この時の実際の流量は、 $6,000\text{m}^3/\text{sec}$  より少なかったというふうに思いますけれども、そういうものの場合、八ッ場ダムは効きますよ、ある程度効きますよという形になっているのです。しかし、こういうパターンを採用して良いのかどうか、単純に引伸率 2 倍といったようなことでなくて、やはり台風の経路等も考えながら利根川上流の洪水というものを考えていく必要があるんじゃないのかなと思います。

⑤以下は、要するに八斗島の流量が  $16,500\text{m}^3/\text{sec}$  以下になるので、上流ダム群で調節する流量と考える必要が無いだろうということで、そこから下は考慮から捨ててあります。それで、先程ちょっと話をしましたけれども、昭和 24 年に利根川改修改訂計画が作られます。この時に安全側を取って、 $17,000\text{m}^3/\text{sec}$  というのを、当時はまだ基本高水という言葉がありませんけれども、最大流量  $17,000\text{m}^3/\text{sec}$  として上流のダム群で  $3,000\text{m}^3/\text{sec}$  をカットするという計画になる訳です。この  $3,000\text{m}^3/\text{sec}$  のカットをどうやってやろうかということはどう考えていたかと言いますと、恐らく、沼田ダムが念頭にあったと考えて良いと思います。ただ、沼田ダムはなかなか難しいと言うことで、結局 5 つのダムが候補に挙がって、藤原、相俣、菌原、八ッ場ダムの前身の郷原、それから下久保ダムの前身の籠山、この 5 ダムが挙がって  $3,000\text{m}^3/\text{sec}$  をカットすることになるんですけど、とても先程の事例で見たように、200 分の 1 の確率まで雨を引き伸ばしたやつでも  $3,000\text{m}^3/\text{sec}$  をカットというのはなかなか難しいと言うことで、現実には本当にできるのかという心配があったと思っております。沼田ダムを止めてしまうとそういう結果になったのだらうと思っております。

ところで、昭和 34 年から産業計画会議の議論で、やっぱり沼田ダムが欲しいということで、いろんな計画を出しています。さんざん議論がなされていて、そういう中で、基本高水をどうするかという議論が出てきます。沼田ダム構想は、昭和 47 年に中止が発表されます。ただ、高速道路の路線とか、新幹線の路線を見て頂ければ分かるように、沼田ダムが仮に出来たとしても、水没しない位置をちゃんと通っています。昭和 40 年代の初めにこのような路線は決められていますから、昭和 47 年に沼田ダムが中止になったのですけれども、これらの路線はそのまま残っていたということでありまして、で、その昭和 40 年代にどうしても沼田ダムを作っていくためには、基本高水を高く設定せざるを得なかったのかなと私は想像しております。先程も話が出ておりましたけれども、 $26,900\text{m}^3/\text{sec}$  とか  $26,000\text{m}^3/\text{sec}$  という数字がたくさん出てきておりました。私が得ていたものでは 21 分割の流域で色々計算されているのですけれども、これが実態とほとんど合わないという、その前に昭和 33 年、34 年の洪水で貯留関数のパラメータを決めているのですけれども、その計算結果を見ますと色んな所で齟齬があって合っていないというのが実態でした。

一応、利根川の昭和 22 年の洪水ピークを  $17,000\text{m}^3/\text{sec}$  として、同じカスリーン台風によって  $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  とか  $26,900\text{m}^3/\text{sec}$  が出てくると言うことなので、この差の斜線の下部分はそれじゃどこに行ったのかということになるのですけれども、そのものはあちこちに溢れたと言うことでそういう図面が出されました。実物はここにありますが、約 2 億  $\text{m}^3$  上流で溢れたという形になるのです。2 億  $\text{m}^3$  の水が平均水深 2m で溢れたとすると、10,000ha という広大な氾濫面積が必要なんですけれども、現実にはそういうのがありませんが、こういう図を作られて溢れていたんだというのが提示されました。皆さんにお渡しした図は、安中の所を少し書き替えておいてください。ここの安中の所は

鉄道やほかのものも全部水没したということになっているのですけれども、現実には、全く水没はしておりません。先程の、 $26,500\text{m}^3/\text{sec}$  とか  $26,900\text{m}^3/\text{sec}$  というものの計算結果を裏付けようとして、こういう氾濫図が作成されたと思うのです。私はこれを見て非常に残念に思いました。もともと、これは私の本の中には載せませんでした。博士論文の中には入れてあるのですけれども、こんな根拠のないものを本に載せるといことは、私も土木屋として非常に恥ずかしいと思ひまして載せませんでした。こういうようなことで辻褃合わせようとしていたという事実があるということです。

その後、昭和 55 年に  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  になります。それを踏襲した形で、平成 18 年の改訂がなされておりますけれども、先程、関先生からは違う観点が述べられましたけれども、私は沼田ダムが消えたから  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  になったのではないかと感じております。昭和 55 年に  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  になったのですけれども、沼田ダムが消えた中で、色々考えていく上で、 $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  に下げられたのだらうと思います。ただし、この計画にしても、私は絶対完成しない計画であるとおもっております。利根川放水路もどうなるか分からないし、上流に  $5,500\text{m}^3/\text{sec}$  分カットするためには、あと何個のダムがいるのでしょうか。基本高水はそれで決めても良いのかもしれませんが、それを具体的に実行できないとしたら、どういう治水計画を立てていくのかということとはまた別の問題なのではないのかなとかんがえます。やはり実現しうる治水計画にして、超過洪水対策も取り込んだ形での治水計画というのが必要なのではないかなというふうに感じております。この  $22,000\text{m}^3/\text{sec}$  といわゆる昭和 22 年の実績の  $17,000\text{m}^3/\text{sec}$  と言われているもののこの差もやっぱり 1 億  $\text{m}^3$  ぐらいある訳で、これも同じ雨に対するこういう計算結果になって、この差の分はどうなるのと言う話になると上流で溢れたということになる訳ですけれども、この場合も 1 億  $\text{m}^3$  が氾濫する場所が現実に八斗島から上流にはありません。ということで、やはりきちんと利根川の八斗島から上流の洪水の形態をきちんと把握した上で流出計算をされる必要があるのではないかと思います。

以上

## 藤部参考人

ご紹介にあずかりました気象研究所の藤部です。

今ご紹介いただきましたように、私だけ気象の分野ということで、ちょっとこのミッションがピンポイントで分かっていたところもございますので、大雨の気候特性につきまして、三つのテーマをご用意いたしましたので、それを順番に手短にお話しして、最後にデータについてコメントをさせて頂きたいと思っております。

まず最初に、大雨といいましても、時間スケールによって気候特性がどう違うかというところを少しお話ししたいと思います。

この図は、16年間（1994～2009年）のアメダスのデータから10分間降水量の極値、各地点の1位の値をプロットしたものでございます。当然ながら、北の方では比較的値が小さくて、南の方では大きいということが分かります。この図だけ見ていると特徴というのがよく分からないのですが、同じことを日降水量にして示してみますと、10分降水量に比べて、南北の差が日降水量ほど大きくなっている。もう一つ特徴的なのが、西日本の太平洋側、それとこの図では分かりにくいですが北海道の太平洋側でも、明らかに山岳性降水によるピークが見られる、ということが分かります。これをもう少ししっかり見るために、横軸に各地点の10分間降水量、日降水量の極値をとりまして、縦軸に緯度をとってそれぞれデータをプロットしたのですが、どちらも回帰直線を引くと南の方ほど値が大きくなるのですが、平均値で傾きを割ったもの、相対的な南北傾度を見ますと、これもこの図ではちょっと分かりにくいと思っておりますが、日降水量の方が大きくなります。即ち日降水量の方が南北傾度は大きい。それと同時に、同じ緯度でも非常にばらつきが見られるところがあって、これがそれぞれ西日本と北海道の山岳性降水に対応するということになります。

それから、今度は時間的な特性ですけど、これは降水量1位の値の左側は月別の頻度、右側が時刻別の頻度を書いたものですが、月別の頻度を見ますと、10分降水量とか1時間降水量というのは真夏に多く、7～8月に1位の値が出ている地点が多い。一方、日降水量は9月に多いという違いがあります。それから、時間的には、これは10分と1時間（降水量）ですけど、午後に多いことが分かります。

それで、以上の特徴をまとめてみますと、10分とか1時間という短時間の降水は、盛夏に多くて陸上では午後に多い。今日お示ししたのは1位ですけど、10位とかとっても同じような特徴が出てきます。それから、地形の効果は比較的小さい。これをどう考えるかということ、こうした短時間の降水というのは、単一の積乱雲あるいは降水系によって生ずるもので、それは大気中の水蒸気量ということは気温に関係しており、それが多ければ条件によって雲が発達して降ると、そういうふうを考えられます。これに対して、日降水量の極値に現れる長時間の降水というのは、季節的には台風期に多くて、かつ南北で差が



大きい、さらに地形の効果も大きい、こうした長時間の降水・大雨というのは、継続的な水蒸気の補給が必要で、山岳による増幅効果も働く、というふうなまとめられると思います。

それで、次のテーマですが、今度は長期変動の方を見たいと思います。この長期変動、気候変化については、4年前に発表されました IPCC の第4次報告書、これにいくつかの現象が、現状はどうで将来はどうなるかということがまとめられております。大雨については、ここ数十年、世界的に増加してきている可能性が高く、それはどちらかといえば人間活動が寄与していると考えられて、21世紀は更にその傾向が続いていく可能性がかなり高いということになっていきます。これは世界のまとめですが、日本ではどうかということで、1901年から2009年までの国内51地点のデータを使いまして、毎年の降水の変化を強さ別にこれは書いたものです。そうしますと、日降水量200mm以上、あるいは100mm以上の降水というのは年々の変動も大きいですが、全体としては増加しているということが分かります。もう一つこの図から分かることは、10mm以上、あるいは1mm以上といった弱い降水に関しては、むしろ減少傾向が見られるということになります。この200mmとか100mmというのは、大雨の尺度としてはかなり大雑把なものですけど、もうちょっと別の尺度を使っても、例えば年最大日降水量とか、地点ごとに上位100事例をとるとかをやっても大雨が増加しているということが確認できます。これは先ほどの IPCC のまとめに出てきましたように、気温の上昇に伴って、大雨が増えたということが考えられますけど、地球温暖化によって大雨がなぜ増えるかということを考えてみますと、元々大雨を降らせるのは発達した雲、典型的には積乱雲であるわけで、大雨が増えるということはそういう雲が出来やすくなる、発達しやすくなるということ、雲を作るのは水蒸気であるわけですから、大気中の水蒸気が増えるか、あるいはそれを集中させる作用が強まるということになるわけです。現実の大雨の増加については、少なくとも地球全体のレベルから見た場合は、この水蒸気量の増加が重要ではないかというふうな現在では考えられております。気象庁の異常気象レポートであるとか、IPCC 報告書、かなりこれは慎重な書き方になっていきますけども、気温が上がって水蒸気量が増えて、大雨が増えるのではないかというような見方が書かれているわけです。

将来どうなるかということですが、日本については、いくつか予測が行われております。ここにお示ししましたのは、革新プログラムの予測結果で、日本の今後100年間の降水の予測結果で、この緑色の線というのが現在分の将来(将来/現在)、これが1より大きいというのが増えるということなんですが、この結果によると、日降水量75mmぐらいを境にして、それより強い降水が増えるとされています。それよりも弱い降水は若干減るということで、過去から現在までの変化とほぼ同じような変化がここで予想されているということになります。まとめますと、これまでの解析によって、大雨が増えて弱い降水が減ると、降らない日が増えるわけですから、二極化する傾向があるということになります。

す。こうした大雨の増加傾向は世界的に見られて、水蒸気の増加が主因ではないかということになります。

それで、三番目のテーマに移りますが、大雨の極値統計の問題です。これは釈迦に説法かと思いますが、そもそも極値統計とはどういうことかという、極端な事象、大雨とか風とかですね、その再現期間とか再現降水量を統計的に推定しようということ、何らかの極値統計理論に基づいて、分布関数を使って行うという普通のやり方があるわけですが、問題点としては、データ量に限界があって、これを外挿して再現降水量を求めるので、結構、推定誤差があるということと、もう一つは極値統計理論というのは、実際にはかなり単純な前提に基づいているのですが、現実との気候の間に乖離があるという、こういうところから出てくる問題というのがいくつかあるんですけど、今日ここではその異常値、統計的にはまずあり得ないようなことが現実起きてしまうということをやっと取り上げたいと思います。

ここで取り上げるのは、1896年の彦根豪雨ですけれども、この左上の図は、二重確率紙に年最大日降水量をプロットしたのですが、グンベル分布が成り立っていればこれが直線になるわけですけれども、2位から先のデータはだいたい直線に乗りますが、1位だけがかけ離れている。1地点だけでやるとこういうことが往々にしておこるということで、これは古いデータですが全国の気象官署データを基準化した上で1枚のグラフに書いたものですが、ここでも彦根豪雨が飛び出してしまふ。いろんな日本の大雨についての極値統計というのは、これまで行われていますが、先ほどの右側の図で再現期間を計算すると100年以上になるし、他の方法を使っても1896年の彦根豪雨というのは、1000年確率降水量の2.5倍とか、手に負えない値になる。これがどういう豪雨だったのかということですが、この当時の観測は4時間毎で、それがこの時系列ですけど、24時間で680mm。この時は数日豪雨が続いていて、5日間で1000mm近く降っています。これだけ降ったおかげで琵琶湖の水位が上がって、周りが水浸しになりまして、彦根の測候所も年末まで一部の観測が出来ないという状態になりました。では、この時の気象状況はどうだったのかということですが、左の図は天気図を再現した結果ですけど、西日本の南の方に台風があつてゆっくりと北上している、前線が本州に刺さっているという状態で、右の図はこの当時から既にかなり細かい雨量計の観測網があつたんですけども、彦根はこの辺りですけども、南北に降水量が多い領域があるんですね、こういう状況というのは、実は見覚えがありまして、例えばこれは2000年の東海豪雨の時ですが、そっくりなんですね、南に台風があつて前線があつて、南北方向に降水帯が伸びている。これは日本の集中豪雨の一つの典型的なパターンであつて、そういう観点からすると、この豪雨は気象学的にはそんなに不思議な現象ではない。このパターンを見れば豪雨が起きそうだねということはむしろ分かるというんですけど、にもかかわらず極値統計の手法では手に負えない。このギャップをどう考えていったら良いのか、気象学的な立場、気候学にとって問

題点だと思います。結局、極値統計というのは、数学だけでやっていて、こうした気象学的な知見が入っていないというところに問題があるのではないかと思います。じゃあ具体的にどうしたら良いのかというところは、なかなか今のところ分からない状況でございます。

最後に降水データに関連する課題と書いたのですが、今日ご紹介した事柄と申しますのはデータを使って調べたものですが、こうした調査をやるにあたって、日ごろ感じていることの一つは、やはりデータの整備がもっと必要ではないかということ。気象庁の古いデータもまだ電子化されていないものがありますし、もう一つは、降水量のデータもいろいろな機関がそれぞれ持っていて、これも全く共有化されてないわけではないのですが、今後更に共有化を進めていくことが望ましいのではないかというふうに思います。それからもう一つは、データを扱うにあたってのデータの質の問題ですが、実は降水量のデータも、質あるいは信頼性に関わるいろいろな問題があります。特に重要だと思うのが、雨量計の変更とそれに伴う観測単位の変更であるとか、捕捉率の問題、それから観測場所の移転、それに関連した環境条件の問題、というものがあります。これらは、なかなか本当にデータを均質性にする事自体はそう簡単ではないと思いますが、少なくとも測器がどう変わってきたのか、あるいは観測条件がどう変わってきたのかという、メタデータを整備して共有化していくことが重要ではないかというふうに思います。

ということでご清聴ありがとうございました。

以上