

### 第3回 気候変動による水資源への影響検討会

平成 25 年 2 月 1 日

【事務局】 それでは、定刻になりました。会議を開会させていただく前に、配付資料の確認をさせていただきます。

議事次第の一番下に配付資料ということで、「今年度の検討状況について」、それからその「参考資料」がお手元にあるかと思えます。

それから、委員の先生のお手元には、前回、前々回の検討会資料についても、一式、準備をさせていただいております。

以上でございます。よろしいでしょうか。

それでは、「気候変動による水資源への影響検討会」の第3回を開会させていただきます。議事に入ります前に、幾つか報告をさせていただきます。

本日の会議は、公開で行っております。一般の方にも傍聴をいただいておりますこと、また議事録につきましても、各委員に内容を確認いただいた上で、発言者も含めて公表ということにしておりますことを、前回、前々回と同様ですけれども、報告申し上げます。

また、本日、傍聴に来られている皆様におかれては、会議中の発言は認められておりません。この点について御承知おきください。また、議事の進行を妨げる等の声がある場合には、恐縮ですが、退席をいただくことがありますので、円滑な議事進行への御理解をお願いしたいと思います。

【事務局】 それでは開会に当たりまして、水資源部長の小池より一言、挨拶させていただきます。

【小池水資源部長】 2月ということでございますけれども、年を改めまして初めての会議でございますので、また本年もよろしくお願ひしたいと思います。

前回は10月ということございまして、それ以降、内閣もかわりまして、大臣もかわられたということでございます。現太田大臣が就任をされた際に言われたことを少し紹介させていただきますと、この脆弱な国土を守っていくことが必要であるということございまして、そのためにさまざまな現場で、いろんな課題に直面している我が国土交通省がそ

の中核として働いていくことが大切であるという訓示をいただいております。

それから、さまざまな自然災害が活動期に入っているのではないかと、そういうことを思わせるような自然災害の発生状況があると。しっかり国としての備えをしていく必要がある、ということもおっしゃっております。

それから、この内閣は、経済の再生、東北の復興、防災・減災、危機管理、常に緊張感を持って取り組みをとというような訓示をいただいております。この検討会のテーマにも合致しているということでございますので、第3回でございますが、引き続きいろいろと御議論いただきまして、よりよいものに向かっていきたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

**【事務局】** それでは、会場内の撮影等はここまでとさせていただきます。

これより議事に入りたく存じます。

以降の議事進行につきましては、座長の沖先生にお願いしたいと思います。沖先生、よろしくお願いいたします。

**【沖座長】** それでは、本日の議題に入ります。

今回は、気候変動による水資源への影響に関し、「流域の渇水発生要因等の分析」、それから「気候変動モデルによる将来の渇水の分析」、「気候変動による水資源への影響について」、資料に基づいて議論いたしたいと思っております。

それでは議題の今年度の検討状況につきまして、資料をめくっていただきますと、検討項目として「1. 流域の渇水発生要因等の分析」、それから「2. 気候変動モデルによる将来の渇水の分析」、「3. 気候変動による水資源への影響検討」、「4. 今後の検討課題」となっておりますが、まず「1. 流域の渇水発生要因等の分析」に関しまして、事務局より御説明をお願いいたします。

**【事務局】** それでは資料に基づきまして説明させていただきます。2ページを見ていただければと思います。ここから利根川、筑後川、吉野川という順番で、既往の渇水の発生要因ということを分析しております。

まず利根川ですけれども、「渇水指標の検討」ということで、真ん中の図を見ていただければ、既往の渇水の要因としましては、1月1日の初期貯水量が少ない、それで2月、3月の冬渇水の実績があります。それから、春、5月ごろですけれども、雪が少なかったということで、融雪期の回復量が小さくて、一番上の満水に達せずに、また補給して渇水になるということがあります。それから夏場に雨が少なく、夏期の低減量が多い、この

三つの発生要因につきまして、雨等の渇水指標を下に七つ選定しております。

初期貯水量につきましては、前年の10月～12月までの降水量を冬渇水の事象としての指標に。それから前年の10月～当年の9月を10月1日現在での貯水量として、春、それから冬に影響するだろうということで、この事象として夏渇水は、初期貯水量が少なく、そのまま空梅雨、回復量もなくて渇水になる。また、翌年の冬渇水にもなるということで、二つの事象の指標を考えました。

融雪期の回復量につきましては、年間の降雪量、それから前年12月～3月の降水量を夏渇水の指標に、それから1月～2月の平均気温については、去年は流域平均気温で試算したものを、今回、奥利根の矢木沢ダム地点での標高補正をした値で指標としています。この1月～2月の平均気温につきましても、気温が低いと雪が解けないため、春先、非常に不足することがありますので、冬渇水の事象に。逆に高いと、降雨となり流れてしまうため、融雪期の回復量が少ないと夏渇水にもなり得るということで、事象としては二つの指標と考えました。

それから夏期の低減量につきましては、8月～9月の基準日の前80日間の降水量の平年差最小値、それから6月～8月のそのものの降水量を指標として分析してみました。

次の3ページを見ていただくと、先ほどの指標を横軸・縦軸にしまして、分析しています。上のほうが冬渇水で、前年10月～12月の降水量と平均気温での分布状況を示しています。

2段目からが夏渇水で、これも指標を横軸・縦軸という形で、サンプルの中の○がついているところが既往の渇水年ということでございます。夏渇水につきましては、昨年、利根川は11年ぶりに渇水になりましたので、H24の値についても入れております。集まっているものもあれば散らばっているものもあるということで、これは後ほど、どのぐらいの適用性があるかというのをまとめています。

4ページ目も同様です。

先に5ページを見ていただきたいと思います。左側、縦軸に渇水指標として、横軸には平成4年から平成15年までの12年間で指標が当てはまるものに○、着色してあるところは渇水年でございます。

上から二つが冬渇水の指標として、前年10月～12月、それから10月1日の貯水量です。一番上で見ていただくと、平成8年、9年が冬渇水ですので、その降水量よりも低いところは○がついておりまして、指標の適用割合が5分の2とありますが、基準日より降水

量が少ない年が5年あって、そのうち渇水が2年ありますので、5分の2の割合で当たっているということです。

評価が下の凡例にありますけれども、適用の割合としまして、事務局で4～6割というのを△、6割以上は☆印、4割未満は×としました。

一番上の指標につきましては、△の評価になり、2番目の前年10月～9月の降水量につきましては、2分の2ということで10割で☆となります。

このように見まして、夏渇水としての10月1日貯水量については6分の3で△。次の年間降雪量については△、それから前年12月～3月の降水量は7分の3で△、1月～2月の平均気温は、冬渇水の指標として、気温の低い年は4分の2ということで△。夏渇水の指標としては、基準年がみんな高いものですから、12分の3となり、4割未満ということで×になっています。それから8月～9月の降水量の平年差最小値は、5分の3で☆、一番下が6月～8月の降水量で☆という評価になっています。

渇水年に対する不一致の割合については、どの指標も一致しなかったというのはなかったということで、すべて☆ということになります。

ちなみに、一番右に平成24年を入れていますが、これも☆のところ、夏渇水の指標の一番下のところで適用の割合が高くなっています。

全体の適用性評価として、冬渇水の指標は4割～10割、夏渇水の指標が二つとも6割、融雪回復量につきましては、二つが4割強。適用性の低いのは1月～2月の夏渇水の平均気温ということでした。

もう一度、戻って3ページを見ていただくと、冬渇水の一番左、前年10月～12月の降水量は[△]とあります。縦軸のほうの1月～2月の平均気温がやっぱり[△]。△同士の指標ですので、当たるときは当たるけれども、渇水じゃない年があります。

冬渇水の2番目のほうは、縦軸が10月～9月の降水量で、これは適用率が高い、下にいけば行くほど高いということで、平成8年、9年の渇水を、結構当てているということです。

夏渇水のほうを見ていただいても、☆と△ということで、一番左ですけれども、6月～8月の降水量と年間降雪量でいくと、結構いいもの同士なんですけれども、やはり平成8年と平成13年の間に■があるということで、右のほうを見ていただいても、年間降雪量では平成13年の横に結構、積雪量の小さいのがあるということでは、やはり渇水の年が指標で当たることも、なかなか当たらないときもあるということがわかります。

続きまして、6ページを見ていただければと思います。これは筑後川でございます。筑後川につきましても、渇水要因として、夏期貯水量の低減ということで5月～9月、上の寺内・江川ダムの貯水量を見ていただくと、平成6年に5月末から10月まで、9月いっぱい低減したということで、この5月～9月の降水量というのを指標にしています。そして、5月～9月の連続少雨日数、これは5ミリ以下の日数の連続日数です。それから6月～8月の90日間ということで基準日の前90日間の降水量の平年差の最小値を指標にします。

冬期では、平成7年の11月から翌年にかけて冬渇水がありますので、冬期貯水量低減という要因の指標としまして、前年11月～3月の降水量。それから連続少雨日数の二つとしています。

それから年間貯水量の低減ということでは、平成6年、7年、年間を通じまして330日の取水制限期間がありました。それで330日間の降水量の平年差での最小値を指標にする。

それから貯水量低減の指標としましては、60日間、これは平成7年の8月、平成8年の8月ごろに2ヵ月、要は60日間で低減しているということで、この降水量の最小値でも指標になるのではないかとということで、雨の分析をしてみました。

次に、先に8ページを見ていただくと、設定した指標に対して各年見ますと、○はたくさんあります。一番上の5月～9月の降水量につきましても12分の4ということで、適用性の割合が非常に低い状況。5月～9月の連続少雨も同じように14分の4ということで×。6月～8月の90日間降水量の平年差につきましても15分の4と、以下、△なのが、330日間の降水量の平年差最小値が7分の4となっております。

上の文章で記載していますが、期間の設定とか日数の設定というのが非常に緩めだったのか、適用性が低い結果となっております。

すみません、戻って7ページを見ていただくと、左上が、横軸が60日間降水量、これは適用性が低いという×と、縦軸が330日間の平年差ということで△の分布状況ですが、縦軸ですから、下にいくほど適用性が大きくなります。横軸は×ですので、既往の渇水年がばらけてしまっております。

右のほうの、縦軸が330日で5月～9月の降水量でも、やはり横軸のほうが×なために、非常にばらけてしまう結果です。

下のほうは適用性の割合の低い同士ですから、非常にばらけてしまっております。指標をもとにこういう散布図をつくって見たんですが、ばらける要因とし、適用しづらいこともありますが。これは今後の指標の設定の期間とか日数の見直しが必要かなと思っております。

ます。

次に吉野川が9ページからでございます。吉野川は非常に夏期に低減します。図を見ていただくと、平成6年が5月中旬～11月上旬として、平成7年も大体同じような期間ということで、5月～10月を夏期、平成の7年の冬、それから平成8年の冬にも取水制限がありました。冬期のほうは、その反対の11月下旬～4月というように設定しました。

夏期でいきますと、5月～10月の60日間降水量最小値、それから60日間降水量の平年差の最小値というのを指標にて、冬期については、11月～4月の前90日間の降水量最小値。それから吉野川につきましては、平成7年のときでも、低減し始めて20日間後に取水制限に入るといような非常に厳しいときがありますので、20日間の降水量最小値というものを指標にしました。

10ページが散布図でございます。左側が、横軸が夏期低減量、これは☆ですので、非常に適用割合が高い。縦軸は前年11月～4月の90日間降水量、これは×とありますので適用の割合が低い。ですから、横軸は適用割合が高いので、左に行くほど渇水になりやすいということで、大体渇水年をつかんでいる。縦軸のほうはやはり×ですので、ばらけてしまうということがわかります。

右のほうは、夏期低減量☆の適用性が高いものと、縦軸は20日間の降水量の最小値、適用性が低い×ということで、見ていただければ、左に行くほど渇水になりやすいということで、結構、渇水年をとらえています。縦軸はやはりばらけています。上の分析結果で見ますと、指標は既往の渇水を概ね表現できていますが、適用性の悪いものがあるということがわかります。

11ページにまとめておりますが、吉野川につきましては、夏期低減量につきましては、両方の指標とも☆、6分の5とか7分の5と非常に適用性が高い。冬期の低減量ということでは、期間の設定、日数の設定かもしれませんが、15分の5ということで、適用性は低かった。貯水量低減の20日間の降水量最小値ということでも15分の5ということで、適用性が低かったということございました。

ここも、適用性の低かったものについては、上に赤字で書いていますけれども、期間及び日数の設定をもうちょっと見直す必要があると考えております。

12ページが全体のまとめでございますけれども、既往の渇水要因の分析のまとめとしては、利根川につきましては夏渇水で2、冬渇水で1ということで、適用性の高い指標があった。不一致、見逃しはなかった。

筑後川につきましては、年間を通じた渇水（年間低減量）で既往渇水との適用性は良い指標があり、夏渇水、冬渇水との適用性の高い指標はなかった。ただし、見逃し、不一致はなかった。

吉野川につきましては、夏渇水で2、既往渇水との適用性の高い指標があったが、冬渇水につきましては、適用性の高いものは得られなかった。ただし、吉野川につきましても、見逃し、不一致になるものはなかったということでございます。

以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。

それでは、ただいまの事務局からの御説明につきまして、御質問・御意見等ありましたら、よろしく願いいたします。

【立川委員】 ちょっと教えてください。例えば11ページのまとめがありますが、○印をつけるのは、幾つになったら○印をつけるという何か決まりがあるわけですね。それを教えていただけますでしょうか。

【事務局】 11ページの図でいきますと、実際に渇水になった年が5個あります。平成6年、平成7年、平成8年と、17年、20年の5個です。一番上、5月～10月の60日間降水量の最小値で説明しますと、平成8年が190.7ミリで、これが渇水年の中で一番高い。それよりも低い降水量については○としています。平成13年に○がついていますけれども、ここは平成8年の基準年より平成13年は142ミリということで低いために○。指標に対して渇水年の一番高かったり低かったりする年の値を基準として、その他の年で基準となる年の値よりも低いまたは高い場合に○がつくということになります。

【立川委員】 わかりました。

【沖座長】 どういうふうに決めたかですが、多分、立川委員の御質問の主旨は、それだったら見逃しが無いのは当たり前じゃないかと。なので、見逃しがなかったことよりは、そうやったときにまじっている、その指標では渇水に思えるけれども、実際には深刻な社会影響には結びつかなかった年というのはどのぐらいあるかという割合が大事でしょう、という御意見かなと思います。

ほかにかがででしょうか。お願いします。

【仲江川委員】 今の点と関連するのですが、この評価の仕方です。見逃しはないのですが、逆に見逃しが無いということは空振りをしているわけですね。空振りというのは、渇水ですよと言っているにもかかわらず、たくさん実は渇水年ではなかったという指標に、これ

はなっているわけですね。

実は気象の業界でも、そういった分類をしていて、全体で、渇水がある年をきちんと予報、当てることができたのと、渇水じゃなかった年をきちんと当てることができた。あと、ここに書いてあるように、見逃しと、空振りですね。渇水ですよといったのに渇水にならなかった。この四つを分けて評価する方法がありますので、あとでお知らせしたいと思います。

【事務局】 ありがとうございます。

【沖座長】 空振り割合、空振りしなかった割合が、渇水指標に対する1割合というコラムですね。スレットスコアみたいな話でしょう。

【仲江川委員】 そうですね。それとほかに幾つかあります。

【沖座長】 ほかはいかがでしょうか。

【仲江川委員】 筑後川に一つもいい指標がなかったということですが、ダム管理者とか、そういった経験的に何か知っている知見というものはないのでしょうか。実際にダムを管理されている方々が、何か経験的に、こういうのは指標で使えそうだとか。彼らは何か予測できずになってしまったという感じなのでしょうか。

【事務局】 今回は水資源部で指標を設定して分析してみましたので、九州地整、もしくは水資源機構のほうで管理されていますので、どういうものがあるかということを取りたいと思いますが、今年は聞き取って設定しておりません。

【立川委員】 今の、筑後川はなかなか難しいというのは、一雨の量とダムの貯水量の大きさとか、そういうことと関連するのでしょうか。

【事務局】 6ページを見ていただくと、寺内・江川ダムの貯水量が左にあります。3,500万トン。利根8ダムで4億トンで1桁違います。吉野は2億トンぐらいということです。筑後川は、ほかに松原・下釜ダムがありますが不特定と発電以外の利水容量がないということで、今回、水資源への影響ということでは、利水容量を持っている寺内・江川ダムの貯水量の変化で指標をつくったということもありまして、寺内・江川ダムの貯水量が3,500万トンしかないものですから、ちょっと雨が降らないとサッと下がってくるということもありますし、逆に言えば、筑後川というのは利水としては厳しい環境にはあるということかもしれません。

【沖座長】 今のは、筑後川に関しましては、例えば7ページを拝見しますと、左下の図ですね。5月～9月の連続少雨日数というので、平成7年も拾うように10日とかにしてしま



いますと、全部入っちゃうんですが、平成7年と平成15年は外して、平成14年と平成6年が引かかるような、25日みたいなのを例えば選んで、平成7年に関しては、例えば右上の図、あるいは左上の図でもいいですが、330日降水量の平年差最小値というのが非常に小さいということで、こっちで拾うとかですね。

やっぱり見逃しをゼロにすることによって、どの指標でも評価できるように、つまり別の言い方をしますと、利根川のときには、これとこれとこれが相乗効果があって初めて渇水になるという状況なのに対して、今、立川委員からお話ありましたとおり、筑後川の場合、キャパシティが相対的に小さいので、どれか一つの要因だけでも極端だったときには渇水になるんだと。ちょっとアイデアを変えたほうがいいのかもしいかなですね。

ほかはいかがでしょうか。

**【滝沢委員】** ちょっと教えていただきたいんですが、2ページの利根川で、融雪期回復量で幾つかの指標があるんですが、年間の降雪量と前年12月から同年3月の降水量というのは、どういうふうに違うのでしょうか。雪は、雪の降る地域だけの積雪量で、降水量というのは流域全体の降水量だという、そういう違いですか。この二つの指標はどういうふうに違うのですか。

降雪量というのは、雪の降る地帯だけですよ。

**【事務局】** そうです。奥利根の上になります。

**【滝沢委員】** その何点かの地点ではかっている、観測地点があると思うんですが、その積雪深の合計値と、そういうことですか。

**【事務局】** はい。

**【滝沢委員】** 降水量は観測地点がもっと広いんですか。雪でなくても、雨でもいいわけですよ。

**【事務局】** 年間降雪量につきましては、利根川でいきますと、降雪が多いのは奥利根地域だけなものですから、ここは奥利根の降雪量を使っています。前年12月～3月ということでは、融雪とありますけれども、ほかの地域でも多少の雪はあるということで、これは流域平均の降水量ということで指標にしています。

**【滝沢委員】** 流域平均というのは、ダムの上流にある、流域というのは本当の流域じゃなくて、ダムの地点よりも上の平均降水量を言っているんですか。

**【事務局】** 前年12月～3月というのは、利根川全体の流域平均降水量です。

**【滝沢委員】** でも論理的に考えると、これはダムの貯水量の話をしているわけですよ。

そうすると、ダムよりも上の雨、雨が降ったか降らないかということが影響すると思いますが。全く同じだというなら、それで構わないと思いますけれども、ダムよりも下流に降った雨も含めて平均を出しても、あまり関係ないような気がします、それはどうなのでしょう。

【事務局】 5 ページのまとめで見えますと、これは閾値の問題が出てくるんですが、年間の降雪量についても半分弱ぐらいで、流域全体で見ても半分弱ぐらいなので、これは絞った場合に合うかどうかというのはあると思うんですが、確かに滝沢先生のおっしゃるように、貯水量、特に融雪期の回復量を雪で一時的にためられる分と、いや雪だけじゃなくて雨の降る分も含めて考えてみようというものの比較ということであれば、範囲についてはそろえたほうがいいかもしれませんので、ちょっとそれはもう一度見てみたいと思います。ありがとうございます。

【沖座長】 いろいろありがとうございます。では、また最後にも時間がありましたら、議論をしたいと思しますので、次に移らせていただきます。

【沖座長】 では、2 番目の「気候変動モデルによる将来の渇水の分析」で、長いようですので、2.1 と 2.2 ぐらいまでで、よろしく願いいたします。

【事務局】 13 ページから、気候変動モデルの近未来、将来の雨がりますので、その雨を先ほどの既往の渇水をもとに出した指標、ちょっと適用性の低いものもありましたし、高いものもありましたけれども、その指標をもとにして、将来の予測降雨量でどういう傾向がつかめるかを分析しています。

利根川についてが 13 ページでございますが、要因として、1 月 1 日初期貯水量と融雪期回復量の要因で、これは冬渇水です。左下の図を見ていただくと、横軸が前年 10 月～12 月の降水量で、指標としては既往渇水では△でしたけれども、縦軸が適用性が高かった前年 10 月～9 月の降水量です。■が実績、観測値です。平成 8 年の冬渇水、それから赤点線の交差するところに平成 9 年の冬渇水の実績があります。図で、赤い△とかグレー△とかありますが、△というのはモデルの近未来ごとのプロットです。○がモデルの将来をプロットしています。ここでは、横軸の 1 月 1 日初期貯水量と縦軸のどちらかの厳しいほう、左にいくほど渇水に、既往の平 8、平 9 のところにくると渇水になるだろうということです。

ここに 2022 〳 とか、2018 〳 とありますけれども、ダッシュをつけている理由としては、右下にありますけれども、「西暦 〳」というのは、モデルでは連続計算しますけれども、そ

の年に起こるわけではなくて、期間内に起こることがあり得るということで、すべて西暦年にはダッシュをつけております。そこに近未来、将来とも出現するということでは渇水になりやすいだろうということで複数年を表しています。

右のほうは、1月初期貯水量と融雪期回復量、縦軸が平均気温で、これで見ましても、既往渇水と同様に、赤く塗ったところに、特に近未来が出現する年が多いですが、将来ともこの指標で渇水になりやすいということで、上のほうにまとめておりますが、既往渇水同様、渇水となりやすい範囲に「近未来」、「将来」とも複数年出現したということが利根川の冬渇水であります。

14 ページを見ていただくと、同様に、今度は夏渇水ですけれども、左の夏渇水①が、横軸が夏期の低減量の8月～9月の80日間降水量、縦軸が前年12月～3月の降水量です。夏渇水ですので、平成8年とか6年とか、○をしておりますけれども、これが既往の渇水の年で、ここにつきましても、赤く塗ってあるところに「近未来」、「将来」とも出現することがあります。

夏渇水②につきましても、同様に「近未来」、「将来」とも、複数年出現しているということが見てとれたということでございます。

次に15 ページ、これも利根川、夏渇水③というのが、夏期低減量と10月1日初期貯水量の指標での図。右の夏渇水④というのは、夏期低減量と融雪期の回復量の指標での図です。

左の図は、赤いハッチのところ複数年あらわれる。右のほうを見ていただくと、これは後ほどまた説明しますが、既往渇水は下のほう、 $-3^{\circ}\text{C}$ だとか $-4^{\circ}\text{C}$ のあたりに横に分布していますが、近未来、将来につきましては、その上のほうに多数出現するということで、やはり将来にいくにしたがって気温が高くなる影響が出ています。

ただ、夏期低減量としては、左側にいくほど適用の割合が高くなりますので、西暦年を入れている年ですが、やはりその領域に「近未来」、「将来」とも出現することが、ここで見てとれます。

それから16 ページにつきましては、同様に筑後川です。筑後川の指標は適用性が悪い傾向ですけれども、その指標をもとに渇水①が60日間降水量と330日間降水量で、赤く塗ったところに「近未来」、「将来」ともあらわれる。渇水②につきましても、夏期低減量と年間低減量でも同様にたくさんあらわれるということがわかりました。

その次のページにつきましても筑後川ですが、夏期低減量と冬期低減量です。日数を右

のほうにしたものですから、連続少雨日数が多いほど危ないだろうということで、右の赤く塗ったところに「近未来」、「将来」ともあらわれています。

渇水④のほうは、60日間降水量の最小値と、縦軸が前年11月～3月の降水量ということで、やはり既往渇水と同様に「近未来」、「将来」ともあらわれるということが筑後川でわかったと。

18ページが吉野川ですけれども、渇水①が、横軸が5月～10月の60日間降水量最小値、同様に赤いハッチのところに「近未来」、「将来」ともたくさんあらわれております。

渇水②につきましては、横軸は60日間降水量で適用性が高い指標ですが、「近未来」、「将来」につきましては、既往よりも厳しいところにも出現しています。ただ、縦軸のほうでいきますと、ばらける傾向がありますが、この赤いゾーンにもあらわれるということがわかりました。

こういう現在で使った指標で、将来とも、渇水になりやすい領域に出現する「近未来」、「将来」の年とも渇水になるのではないかということで、利根川を例に、実際の流出計算及び利水計算をもとに、実際、渇水になっているかということで試算したものが19ページでございます。

これは、AGCM3.1Sというモデルの「近未来」の予測降雨量をもとに計算しております。3段目の図、これが上流8ダムの貯水量の変化図、真ん中の図は、標高補正しまして、その年の雪がどのくらいあったか。下のほうの青が積雪深になります。オレンジのほうは降水量ということで、この降水量をもとに積雪深を出しております。

下のほうが、先ほどと同じように指標ごとに適用の割合を出しております。一番上の前年10月～前年12月の降水量につきましては、適用の割合が4分の2ということで、赤く塗ったところは、上の8ダムの貯水量を見ていただくと、貯水量が大分下がっており渇水の年として、事務局で赤く塗っており、そこにあれば適用は高いということで判定して適用性を見たものになります。

下から2番目、夏渇水の夏期低減量、8月～9月の60日間降水量というところを見ていただくと、8分の7ということで、この指標は、既往でもここは☆でしたけれども、近未来でもやはり適用性の割合が高いということがわかります。

その次の20ページは、AGCM3.1Sのモデルの将来の図です。これも同じように、中ほどの青が積雪量。三つ目の図がダムの貯水量の変化ということで、下のほうの適用性の割合を見ていただくと、冬渇水の1月～2月の平均気温というのは、近未来までは○が出

ていたんですけれども、将来ではそういう年が出てこなくなっています。それから一番下の6月～8月の降水量、夏期低減量につきましても、9分の7ということで、適用性が高いという結果が出ております。

21 ページですけれども、近未来、将来の指標の適用性の高いものを出しましたけれども、これを現在の既往実績と見比べてみようということです。表の中ほどに「実績」とあるのは、これは既往実績で、先ほど評価したものです。その次がモデルの近未来の適用割合で、右が将来となっています。一番上の渇水指標、前年10月～前年12月の降水量では、実績では△だったけれども、近未来では5割ということで、やはり△、ただ将来でいきますと6.7割ということで、評価は高くなるということです。

2番目の10月1日貯水量につきましては、☆、☆、☆ということで、実績、近未来、将来とも適用性が高い、三つ目につきましては、実績は△だけれども、近未来、将来は☆になり、年間降雪量につきましては、実績は△だけれども、近未来が3.3割で×で、将来は4.2割で△となっています。

このように、実績でも適用性の高かった下の二つについては、現在、近未来、将来とも高かった。

ただ、冬渇水の1月～2月の平均気温というところを見ていただくと、実績では△ですけれども、近未来は☆になって、モデルの将来では一つも出てこなくなったということで、0割になっています。

結果を、上の四角の中に書いていますけれども、「既往渇水実績とモデルの近未来・将来との適用性の比較」ということで、適用性の高い指標は、冬期の10月～9月の降水量、夏では8月～9月の80日間降水量の平年差最小値。実績、近未来、将来で適用性が変わっているもの、冬渇水指標の1月～2月の平均気温は、将来は出なくなったということです。

これは、22 ページを見ていただくと、先ほどの近未来、将来の雨を散布した図ですが、左の冬渇水①の横軸が前年10月～前年12月の降水量で、その下にあります右のほうから、現在は△で、近未来が△で、左が将来で☆ということで、現在から将来に向けて、だんだんと適用性が高くなることがわかります。

縦軸のほうは、これは前年10月～9月の降水量ですけれども、これは上から現在、近未来、将来とも10割ということで、適用性が高い。ですから、10月～9月については、今も将来もずっと適用性の高いままです。ですから、下にいくほど、今も将来も高いということでは、この指標で左側に近未来、将来で出てくるということは、渇水になりやすい、

適用性が高くなると言えるのではないかと考えています。

右のほうは、横軸は同じ指標ですので、左に行くにしたがって適用の割合が高くなります。縦軸は、1月～2月の平均気温ですので、現在は△、割合は5.0ですけれども、近未来は7.5ということで☆になります。ただ、将来はゼロということになります。

ですから、気温が寒かったり暖かかったりするのですが、寒いときは雪となり、融雪しなくて、近未来までは冬渇水の指標になり得るんですけども、将来はすべて相対的に暖かくなるものから、冬渇水の指標としては当てはまらなくなる、適用できなくなるというような結果になってしまったということがございます。

23 ページを見ていただくと、同じように夏渇水①ですけれども、これは横軸が8月～9月の80日間。これは☆、☆、☆で割合は変わらない。縦軸は前年12月～3月の降水量ということで、近未来までは△で、将来は適用が10割になるということで渇水が厳しくなると考えられます。

渇水②につきましては、縦軸は同じですけれども、横軸のほうは8月～9月の降水量ということで、現在は☆ですが、近未来で△になって、将来また☆になる、適用性が高くなるということでは、近未来についてはやや下がるけれども、将来の適用性としては左に行くほど厳しくなると言えるのではないかと考えられます。

24 ページを見ていただくと、横軸は先ほどの8月～9月と一緒ですので、現在も近未来も将来も、適用の高さは同じ。夏渇水③のほうは、縦軸が前年10月～9月の降水量なので、現在は△だけれども、近未来、将来は☆になるということでは、近未来、将来は適用性の高い指標となると思われます。

右の図の縦軸は、1月～2月の平均気温ということで、今現在と近未来につきましては、夏渇水ということで気温の高いときと低いときで差がなかったため、現在は×、近未来も×ですが、将来は非常に気温が高くなるために全く雪は降らない、積雪がないということでは、将来にとっては指標になり得るのではと散布図でわかったということでございます。

以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。

今の2.1並びに2.2につきまして、少し事実確認、あるいは御質問、コメント、御助言などをいただければと思います。

仲江川委員、各ページの下(注)に、「『西暦』：その年に起こるわけではなく、モデルの期間内起こることがあり得る年」とありますが、意味はわかりませんが、表現として

どうでしょう。

【仲江川委員】 そうですね、こなれてないですね。

【沖座長】 この年に起こると言っているわけではなくて、だからモデルの中の便宜的に与えられた年とかいう言い方のほうがいいかもしれません。つまり、起こることがあり得るといって、また違う意味もあるので、「モデルシミュレーション中における便宜的な西暦」ということですかね。では、それは何を意味するんですかと聞かれたら、大体この辺の年に、そういう気候になっているでしょう。ただし、変動が大きいということでしょうか。

あともう一つ、「気候変動モデル」という言い方はあまりしないので、「気候モデル」でよろしいんじゃないかと思います。

【事務局】 はい。

【沖座長】 ほかはいかがでしょうか。先ほどの1. と相まって、将来の気候変動が出てきたときに、渇水とみなすのかどうかということ。まず、ここでは指標の話だけを、指標が当てはまる、指標をどんなふうに切ったらというのが2.1のほうで、2.2のほうは水のほうで、将来のモデルの中でダムの貯留量の減った年を渇水としてしまったときに、じゃどのくらい当てはまっていたかというのをちょっと見てみた、評価してみたというお話。

お願いします。

【仲江川委員】 まず確認したいのですが、近未来、将来の計算をするに当たっては、モデルの現在気候実験と観測値でバイアス補正はしているんですよね。

【事務局】 しています。

【仲江川委員】 それはどこかに書いておいたほうが良いと思います。

【事務局】 はい、わかりました。注釈を入れておきます。

【沖座長】 報告書にする場合、別にこのパワーポイントをずらずら並べるわけじゃないですよ。

【事務局】 ええ。第2回の検討会で、バイアス補正を説明しましたが、報告書としては、バイアス補正して散布図を作成しました、という形になります。ただ、これは公表されませんので、注釈を入れて公表することにします。

【沖座長】 なるほど。

【立川委員】 よろしいでしょうか。

【沖座長】 お願いします。

【立川委員】 このシミュレーションモデルで、現在気候実験に対して適用した場合にどう

であったかというのは、分析はなされているのでしょうか。

【事務局】 モデルの現在値がどこに入るかは、この指標同士では行っておりません。既往と現在値でどう適用しているかを行いたいと思います。

【立川委員】 そうですね、モデルの現在値と、実際の観測値で得られているスコアとの対応が、似たようなものなのかどうかとも示されると説得力があると思いました。

【事務局】 そういった意味では、ここに入れるのか、1のところでは既往の実績と分析のところに入れるべきでしょうか。

【沖座長】 まあ、間なんでしょう。

【事務局】 実績と気候モデルの現在が大体合っていれば、既往の実績の濁水で使ったものをそのまま使っても恐らく問題がないというものがあると思いますし、逆にモデルと実績が違っているのであれば、例えば現在モデルのものから同じような考え方で閾値を見ていて、それでモデル同士で比較をしたほうが、年代的な違いというものの方がもう少しクリアに出てくるんじゃないかという御指摘ということでよろしいでしょうか。

【立川委員】 そうですね。

【事務局】 はい。そこはチェックしてみたいと思います。

【事務局】 それから、補足になって申しわけないんですが、19ページと20ページの下の方で、赤く塗ってありますが、冬期、それから夏期の濁水を赤く表示しております。上から3段目のところに貯水量の変動のグラフがあります。これが1億トンぐらいに達したところより下がれば、濁水をあらわしているだろうということで、その年を塗りました。

【事務局】 便宜上、そうしています。それは、後ほどまた取水制限の過程のところでお話ししますが、過去の取水制限の値として、危険性でいうと30%、その前だと20%から30%ぐらいの比較的高い取水制限率を設定されたのが大体1億トンぐらいのところであったということで、便宜上、1億トンのところを、一応、閾値にして赤く塗ったというところがございます。

【沖座長】 先ほどの立川委員のコメントとも合わせますと、現在気候のモデルシミュレーションで、頻度が大体、10年に2～3回とか、そのぐらいが合っているかどうか。それがあまり頻度が高いようだと、1億トンで切るのが良いのかは議論になると思いますが。

よろしいでしょうか。

【仲江川委員】 ちょっといいですか。21ページですが、指標が近未来と将来で評価が変わってしまうというのは、逆に言うと、こういう指標は使いづらいということですか。現



と比べると、将来、近未来で変わってしまうというのは、どう考えればいいでしょうか。

**【事務局】** 先ほど筑後と利根川との比較等でも出ました。筑後川の場合であれば流域が小さい、補給しているダムが小さいということで、短期的な一つの気象現象で設定できるのではないかと。これが現状では夏の渇水なものですから、夏期の雨が少ないことが大きな要因だということで、一つの原因で支配的にできるのかなと思ったんですけども、一つの原因でやろうとすると、どうしても合わないということで、後ほど次の2.3のところでも少し見ていただこうかと思っているんですが、幾つかかみ合わさったときに起きたりするのかな、もしくは渇水の指標をあらわすような、例えば雨が少ない期間がずれているということが起きているのか。二つぐらいが考えられるのかなというふうに思っています、これについて少し2.3のところ、全てではないんですけども、検討してみているところがあります。

これもちょっとまだ今回は利根川の例でしか御説明ができていないので、もしかすると筑後川では、指標がないからちょっと難しいんですが、もう一度絞り直したところで筑後川が出てくると、また少しこれとは違う傾向になるのかもしれないかなとは思っております。

**【事務局】** 利根川の冬渇水は、1月から3月ごろ。夏渇水は低減カーブのとおり、7月から9月ぐらいまでがこれまでの実績です。先ほどの19、20ページの図を見ていただくと、後ほど説明しますが、そうではない場所で渇水になっている年が出てくることがあります。そういう意味では、今の指標が将来にも合う指標にもなるし、将来ではまた違う要因が出てきて、違う指標になってしまっているんじゃないかということもあり得るということです。同じ指標で同じような渇水が起こるだろうということもあると思っています。

**【沖座長】** では合わせまして、2.3の御説明をお願いしますでしょうか。

**【事務局】** 25ページですが、今まで指標での評価をしました。流出計算並びに利水計算しましたので、流域での気候モデルの雨、予測降雨量が流域でどんなような雨になっているかを、空間分布で分析しました。

右の図の上を見ていただくと、これは現在ということで、実績とバイアス補正。バイアス補正しているために、各流域とも合っているということでございます。

AGCM3.1Sで利根川の流域ごとでの近未来と現在、それから将来と現在の差を見ますと、一番右は全流域ですので、現在に比べて近未来は少し将来はもっと増えているという

ことで、全流域で見ると増える傾向にあります。一番左の奥根流域というのを見ていただくと、近未来はすべての流域で多少なりとも上がるけれども、将来については奥根流域だけ下のほうにあるということで、近未来、将来で、雨の降り方が流域で少し変わっています。

左側に書きましたけれども、上流域の一部において、将来の降水量は相対的に少ない傾向が出てくるのではないかとということがわかりました。

それをもうちょっと具体的にしたいのが、次の26ページでございます。これは近未来で見たいんですが、左の「○予測降水量の空間分布」は、モデルの「近未来」の渇水年ということで、「近-A」と「近-B」という形にしております。「近-A」がAGCM3.1S 近未来の2018年、「近-B」が2035年の降水量を見ています。

一番下が全流域の平均雨量ですが、上から奥根、吾妻、烏・神流、渡良瀬ということで見ますと、一番上を見ますと、全流域に比べれば相対的に少ない年があらわれますし、8月から9月の降水量を見ても、奥根では多少少なくなるということがわかります。

27ページ、これは将来の雨を同様に流域別で見えております。将来のほうは、奥根流域の雨は全流域に比較していただくと、やはり少ない傾向が出ていますので、奥根流域というのは近未来、将来に向けて降水量が減っていくのではないかなという傾向があらわれています。

**【沖座長】** 平均的にはやや減るけれども、極端なときに、より減るのが奥根であるような感じだということですね。

**【事務局】** 28ページを見てみますと、今度は流出量の変化ということで、奥根地域で将来、流入量がどうなるかで、左側がAGCM3.1S、次が3.2S、GCM20のモデルです。青がモデルの現在、茶色が近未来、緑が将来で、矢木沢ダムの流入量を見てみますと、モデルの現在、近未来、将来の変動で見ると、融雪期の流入ピークが早まって、流量も低下するという傾向が出ていますし、特に3.1Sについては顕著に出ています。

それから、その下の図は下流の地点での流量を見ていますが、融雪期の量が減ったということもありますので、近未来、将来になるにつれて、流出のピークが早まる傾向が出現しています。

矢木沢ダムの流入量をAGCM3.1Sの1月、2月を見ていただくと、ここは現在が下で、将来になるに連れて流入量は上がるということでは、やはり将来、気温が上がりますので、雪にならずに出てくるということで、1月、2月で流入量が将来にわたって増えていくと

いう現象も、これは3.2SでもGCM2.0でも同様のことが言えるということでございます。

29 ページを見ていただくと、これは3.1Sで積雪量を見たものですが、先ほど示した図をまた並べ直した図です。一番上の折れ線グラフが、1月の奥利根の平均気温、標高補正しています。次が2月の平均気温ということで、青が現在、茶色が近未来、緑が将来ということで、1月、2月とも、将来に向けて気温は相当上がります。

それにより、その下の青が雪ですけれども、現在は雪が降ったり降らなかったり、全体に青が目立ちますけれども、近未来、将来に行くにしたがって、青い色が減っていくというのがわかりいただけるかと思います。やはり将来に向けて、奥利根の矢木沢の雪はだんだん減っていく。気温が上がることによるものと思われます。

30 ページですけれども、これはモデルを使った近未来、将来での渇水になるだろうという年を抽出して、もうちょっと具体的に分析してみました。近未来では「近-A」ということで2017～19年の3年間、それと2034～36年の「近-B」、将来では「将-A」ということで、2086～88年、「将-B」ということで2095～97年、これを取りあげて評価してみました。

31 ページですけれども、これは近未来の「近-A」です。上の青が降水量です。それから下の濃い青が連続少雨日数になっています。「無降雨日数」となっていますけれども、すみません、訂正し忘れです。注釈のほうには書いてありますけれども、5ミリ未満ということで、便宜上、連続少雨日数、少雨の連続する日数ということで図に入れております。

真ん中が、矢木沢。オレンジが降雨量です。標高補正していますので、これは雨量で評価します。青が積雪深。一番下が8ダムの貯水量の変化図ということです。

それと貯水量変化図の真ん中に青がありますけれども、これは降水量の平均との差を見ているので、真ん中のゼロよりも上のほうは平年より雨が多い、下にいくほど雨が少ない。青い色を塗ってあります。

2017の①を見ますと、雪がありますので、融雪して、春先、6月までは貯水量は満水状態。非常に良好な年ですけれども、その年の9月ごろから11月ごろにかけて、回復量ですが、初期貯水量は平均よりも雨が少ないということでなかなか上がらなかったということがあります。冬から春先にかけて、③のところ非常に下がります。

右の文章を見ていただければ、冬場の回復期が斜め文字になっています。今までにない渇水要因として、便宜上、冬場の回復量と表現してみました。正文字のほうは、これまでの渇水要因ということです。

冬期の降水量が平年以下で、かつ 2018 年のところで降雨量がありません。ですから、少ない雨なんです、それがすべて雪になってしまいますので、出てこないということで、ダムとしては補給を継続しなくちゃいけなくなって、貯水位が 3 月に非常に下がったということでございます。

④のところですが、融雪期回復量ということでは、積雪量が少ないために融雪量も少ない。降水量も平年より少ないということで、満水まで至らずに 6 月になる。そこからまた夏場の降水量が少ないということもありますので、貯水量が最低まで低下して経緯する。

秋口に向けて、⑥のところでは平年の降水量との差を見ていただくと、12 月までかけて非常に降水量の少ない年が連続する、多いということで、1 月 1 日まで非常に厳しい状態が続きます。

⑦の冬場の回復期ですけれども、ここは逆に上の雪を見ていただくと、雨は雪になって出てきませんので、3 月近くまで、ダムとしては流入がないということで非常に厳しい。

⑧のほうは、融雪のために回復量が非常に上がって、満水近くまで回復するということが、近未来はまだ雪が降ったり降らなかったりしますので、雪が降るときは 2019 年のときは回復しますけれども、降らない年の秋から冬にかけて降水量が少ない年が連続したりしますので、複合して冬にかけて非常に厳しい年が出現するということでございます。

**【事務局】** ちょっと補足をしますけれども、③の区間についてですが、年末から年明けにかけて、貯水位が下がっている状況については、一番下のグラフの水色の部分、流域の平均降雨量が平年よりも少ないということと、それから一番上の三角に飛び出ている連続少雨の日数を見ていただくと、連続少雨が流域の、平均的には連続少雨の期間は割と長く続いているということで、要は下流側に自流に水がない状況になっているので、補給を必要としている状況が見られます。

それに対して中段のグラフを見ていただきますと、ダムの上流には雨があまり降らずに、なおかつその期間の雨がほぼ雪でたくわえられるために、下流に対して補給が必要がありながら、上流は雨が少なく、また恐らく気温も低いということで積雪でたくわえられることによって、二つの要因、補給を要するという部分と、ダムの上流側に補給がないということで、下がるというような現象が出てきている。

これが先ほど申し上げました、これまでとは若干違うということと、要因が複合しているようなことで起きるのではないかという一つの明示的な区間だというふうに思います。

**【事務局】** 32 ページにつきましては、これは近未来の「近-B」ですけれども、これも同

様ですので、後で右のほうの文字を見ていただくと、近未来は雪が降る年と降らない年というふうにありますので、同じような現象になっております。

将来のほうを説明させていただきます。33 ページ、これはモデルの「将来」、「将-A」ということですが、2086 年～2088 年までとしています。真ん中の雪を見ていただくと、3 年連続降雪量はほとんどないということがございます。ただ、2086 年の①につきましては、積雪量は少ないんですけども、一番下の貯水量の変化図の平年差を見ていただくと、平年よりもちょっと多いぐらいの雨が降るということで、貯水量は満水を維持する。

②の夏期低減ということでは、この時期から平年よりも少ない降水量は継続するということで、非常に貯水量は低減し始めます。

③ですけれども、秋期の回復期ということでは、平年を上回る降水ですけれども、4 割程度までしか回復しない。また、その後、平年以下の降水量という時期が出てくるということで、なかなか 2086 年～87 年にかけても非常に厳しい状況です。

なおかつ④としては、先ほどと同じですが、一番上を見ていただくと、連続少雨日数が大きいということで、やはりダムにとっては流入量はなくて雨もないということで、下流に向かって補給しなくてはいけないということで、春先にかけて非常に厳しい状態が続くということです。

⑤については、平年並みの雨で回復に向かうんですけども、4 月ごろを見ていただくと、また平年より少ない雨に移行してしまうということで、満水に至らず、⑥、低減してしまいます。

そこから年がかわる 12 月くらいまで、また雨は少ない傾向を示すということで、なかなか上がり切らないということがあります。ただ、2088 年につきましては、1 月から平年を上回る雨が降りますので、満水状態まで回復するという形で、非常にこれも秋にかけて雨が少ない傾向があらわれます。それから冬場にかけて、冬場の雪がないものですから、年がかわって 1 月、2 月、そこについても非常に厳しい状態ということになります。

34 ページ、これは「将-B」ですけれども、2095 年は、多少、雪がある年ですけれども、96 年、97 年も雪が少ないということで、「将-A」と同じような傾向が見られるということがございます。

35 ページ、先ほど近未来、将来については、既往の実績の渇水とは違う要因が出てくるということで、今度は逆に計算結果から渇水指標を使えるのではと考えて、35 ページの渇

水指標にフィードバックしました。これは冬期の回復量と想定していますが、秋に雨が少ないものですから、10月～11月の80日降水量の平年差最小値を入れました。それから1月、2月の平均気温、これは全部、将来に向けて高くなりますが、これを見ますと、先ほど言った「近-A」の18℃、「近-B」の35℃、87℃とか96℃というのは、左のほうに出現している傾向があるということです。

今回はこれだけですけれども、近未来、将来の渇水というのを見まして、逆に渇水指標をつくって、それを現在に入れてみる、そういうフィードバックも必要なということで、これは一つの例を示しました。

以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。

時間、多少押しておりますが、ただいまの部分につきまして、いかがでしょうか。モデルの中で何が起きているかを、モデルの中の貯水量が1億トンを切るような場合というのは、どういうふうなメカニズムで起きているのかというのを丹念に見て、ではこういう客観的なといいますか、指標を見直して見るということが行われたということかと思えます。

お願いします。

【立川委員】 ちょっと教えてください。28ページのAGCM3.1Sの計算結果で、下のほうの栗橋地点の流量、将来の計算結果は5月とか6月の融雪期は流量が少ないという形になっていますね。これはダムによる補給というのもモデルに入っていますか。

【事務局】 これは自然流量。

【立川委員】 自然の状態でこういうふうだということですね。

【事務局】 はい。一点申し忘れましたが、29ページの右のほうにAGCM3.1Sの年降水量平均値があります。現在は1,706ミリ降りますけれども、近未来は1,668ミリ、大体同様ですが、将来は1,523ミリということで、雨の量が減りますので、それを28ページで見ますと、矢木沢ダム流入量におきましても、若干、細くなっているという意味では、やっぱり雨が減るものですから、年総流出量が減っているためと思われます。ほかのモデルは、それほどでもない状況です。

【立川委員】 ちょっと質問がうまくまとまらないんですけれども、融雪が仮に、雪がなくなって、5月、6月あたりに、全体的に雪解け水が将来少なくなって、だけどその分、前倒しで先に出てくるというのは、この矢木沢ダムのところを見れば、そういう結果かなと

いう感じですよ。

栗橋地点のところ、例えばAGCM3.2Sのほうを見ると、4月、5月、6月はまあそんなに変わらないので、自然流況としても、このあたりの量としてはそれほど、雪の状況が変わったといっても、モデル上はあまり心配する必要はないというように思ったらいいんでしょうか。

【沖座長】 これは平均ですか、25年の。

【事務局】 平均です。

【沖座長】 じゃ、ばらつきはあるけれども、平均的に見るとあまり変わらないということですね。

【立川委員】 それは利根川流域としては大きいので、雪が非常に影響があるのは上流のほうで、栗橋地点まで来ると、まあ大体そう変わらない、そう思っていたらいいんですかね。確かに1月、2月、3月あたりは、顕著に上がっているというのはありますね。

【事務局】 空間分布のところでは数値を出していますが、ここでいうと奥利根流域が面積的に言うと11%ぐらいということで、1割ちょっとということになりますので、そこで平均的に言うと、先ほどちょっとお示したように1割ぐらい、1,700が1,500半ばぐらいということなので、年平均で言うと下がっているというボリューム感ですが、28ページのAGCM3.1Sでいうと、矢木沢のところでは割と顕著に見られますが、栗橋の影響でいうと、全体面積で1割程度ということになるので、栗橋だとまあ、そういう傾向になっているかと思えます。

逆にちょっと我々のほうで、ここはうまく説明ができていないんですが、28ページの栗橋の流量のAGCM3.1Sで、5月、6月、将来が低くなっているということについて、要は雪がないので雪解け期がないというのはもちろんなんですが、融雪も6月まで引っ張ることは恐らく実態上あまりないので、正直言うと、何でここは季節的にちょっと落ち込んでいるのかがよくわからなかったというところがございます。

【仲江川委員】 それでは5月、6月の雨はどうなっていますか。

【事務局】 実は、わからなかったところ、たくさんあるんですが、もう一つ顕著でわからなかった部分がありまして、ページ番号が消えていて申しわけありませんが、26ページ目、空間分布の渇水年のところの図になります。予測降水量の空間分布、近未来の渇水年を示したもので、これは各具体の、左が18'、右が35'ですが、右の35'のところ、4月にもものすごい雨が降っているという結果が出てきています。

秋口に少ないのは、これはもしかしたら台風の影響かわからないんですが、台風の影響の頻度が下がってきてということがあるので、秋口に回復する傾向が少ないのかなと、それで8月、9月が割と低目に出るのかなというような解釈を実はしてみたんですが、4月の流域平均で月に400ミリという雨が一体どんなもので起きるのが、わからないというのが我々もあります。これはエラーというのかどうかかわからないんですが、こういう傾向がモデルのものとして少し考慮しておかなきゃいけないのかなというのが少し気になったところがあったんです。

何か3.1S、もしくは気候モデルの中で、いわゆる4月期とか、従来あまりこういう傾向の雨が降らないような、これは多いほうの話なんですが、こういうものは起こり得たりするのかというところが、ちょっと解釈がわかりませんでした。

**【沖座長】** 参考資料のほうの16ページに、「モデルによる降水量の変化（利根川）」というのがありますね。これのAGCM3.1Sを見ると、4月が特段多いというシグナルは、近未来に残っていますが、これは平均しても残るぐらい強かったということかなということですね。多分。

**【仲江川委員】** これについて、私もすぐに答えはないのですが、持ち帰って調べたいと思いますが、そうですね、これはモデルの特性なのかもしれない。3.2Sで見ると、そういうわけでもないですから。

**【沖座長】** 将来が、5月、6月、少ないかということ、そうでもないですよ。ちょっと何か、チェックしていただきたいと思います。

**【沖座長】** では、まだお話しあるようですので、恐縮ですが、3のほうの説明に入っただけますでしょうか。

**【事務局】** 3から、今度は将来の気候変動による水資源への影響ということで、どのぐらいの影響があるのかということです。先ほどお示しました上流8ダムの貯水量の変化というのは、何も制限をかけないということです。ただ実際には、利根川、筑後川、吉野川につきましても、貯水量が減ってくると、水利用者の中で互助の精神で取水制限をしているという実態があります。

そういうことでは、やはり取水制限をすることでどのぐらいの影響があるかというのを把握したいということで、設定の方法としましては、利根川、37ページ。これは過去の取水制限を実施した例をプロットしてあります。

ルールは決まっていませんので、各年でいろいろ違いますけれども、冬渇水、平成8年、



平成9年のところを見ますと、若干、2億トン近いところで取水制限10%。夏場の渇水  
のときには、昭和62年を見てみますと、1億5,000万トンのちょっと上とかいう形でありま  
すので、過去の実績を見まして、冬期と夏期ということで一応分けたほうがいいかなとい  
うことで、後で実績をお示しします。

38 ページ、これは筑後川ということで、筑後川につきましては、これは実績ですけれど  
も、利水者ごとに異なった取水制限をかけているのが実態だということ。

それから39ページの吉野川につきましては、夏期に取水制限が実施されて、冬期の実績  
はありませんけれども、香川用水、徳島用水というふうに、利水者ごとで大体同じ率で同  
時にかけているという実績がございます。

それをもとに40ページですけれども、利根川につきましては、過去の実績で、本川につ  
きましては、上水、工水、農水ともに一律で10%、20%、30%という実績がありますので、  
その実績を包絡するようなところで、ある程度の仮定をして、そこで1億7,000万トンぐ  
らいのところでは10%、その次の20%は1億3,000万トンあたりということで、この線上で  
取水制限を仮定しまして、取水制限することによる効果とか影響を分析しています。

渡良瀬川については、独自で、実績で40%というのがありますので、これは単独で仮定  
しています。これは夏渇水の場合です。

41 ページは冬期です。冬期は、若干、実績が高目でかけていますので、夏期の実績をも  
とにスライドアップしています。冬期については10%だけの実績しかないものですから、  
20%、30%、将来については秋から春先まで渇水になるということでは、こういう仮定で  
取水制限して試算してみたいということです。

42 ページにつきましては、これは筑後川ですけれども、筑後川については、先ほど言い  
ました利水者ごとに実績が違います。上水、工水、農水で実績が違いますけれども、筑後  
川につきましては、平成6年、7年、8年に最低水位までいった非常に厳しい渇水を経験  
しておりまして、これの実績値をとれば、実績よりも厳しい取水制限を仮定することはな  
くて、実績をもとにパターンをつくって取水制限を試算したいということがございます。

43 ページ、これは吉野川ですけれども、吉野川も例年、かなり厳しい渇水が起きていま  
すので、実績をもとに包絡線上でいきますけれども、67%の実績がありますが、そこから  
最低水位まで行く間に、これをもう一つ仮定するか、しないかですが、しても何日間しか  
猶予期間がないので、利根川もそうですけれども、場合によっては、3、既往実績のまま  
と、もう一つ仮定することによっての効果、影響も含めて、既往実績をもとに取水制限を

仮定して、その効果、影響を見たいということでございます。

ちなみに44ページにつきましては、これは利根川ですけれども、先ほどの貯水量の利水計算の貯水量変化図がありました。それをもとに4月～8月は10%の取水制限をかける貯水量を1億7,100万トン、冬期については1億9,400万トンというふうに貯水量を固定しまして、そこから低くなる期間、また回復するまでの期間を不足日数で試算してみました。

それを整理した表ですが、近未来でも、モデルごとに違います。すみません、ダッシュを付け忘れておりますが——2035年頃は、不足日数257日となります。将来についても不足日数279日という年が出現するということです。これは取水制限しない場合に、この不足日数が生じますので、取水制限をかけることによって、これがどの程度減るのか。その影響について、分析しております。

今、実施しているところで、きょうはお見せできませんけれども、次回にはその結果等も含めてお見せしたいと思います。

ちなみに参考資料の最後のページになりますが、利根川で過去、30%の取水制限期間というのは昭和62年の71日があります。76日というのがありますが、これは10%取水制限で、30%取水制限で長かったのは71日間です。それを見ますと、近未来、将来とも非常に長い不足日数が生じますので、これが取水制限でどのくらい効果があるかを試算しています。

それから45ページですけれども、それでも先ほど申しましたように二百数十日という不足日数が生じますので、どういうことで影響を軽減できるかを、一つとしては取水制限の仮定の変化で、先ほど説明した取水制限を上げてみる。早い段階で取水制限をかければ、貯水量としては延命できますので、オオカミ少年的になるかもしれませんけれども、そういう形で過去の実績で早い段階で取水制限をかけるとどのくらい影響するか。

もう一つが、水利用の影響ですけれども、将来は非常に気温が上がりますので、このポンチ絵を見ていただくと、今は4月、5月ごろから利根川では田植えが始まりますけれども、3月ぐらいからでも田植えが実施できるというふうに仮定するならば、農業の取水実績を、先ほどの貯水量変化図でも、秋は少雨傾向が高いということもあるので、左のほうにずらしてみる。場合によっては右もあるかもしれませんが、利用者の取水量を変えることでどのくらいの効果があるか、影響があるかということも試算してみたいというふうに思っています。

以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。

それでは今の3、主に取水制限のかけ方についての取りまとめということだと思いますが、ここに関しまして、まず御意見いただけますでしょうか。

これはどちらかという、43ページの香川用水なんかですと、同じ取水制限に対して取水量が多いほう、上を包絡するようなものを選んでいますが、もし検討されるのだったら、これは幾つかやったほうがいいですかね。先ほどちょっとおっしゃっていましたが。

【事務局】 下目と上目ですか。

【沖座長】 はい。

【事務局】 それでどのくらい影響があるかというのは感度分析してみます。今、点線にしていますので、この実績の中で動くのかなというふうに思っています。

【沖座長】 そういうことをやることを、今考えていらっしゃるんですか。

【事務局】 実績で試算してみて、最後、説明しましたけれども、取水制限の仮定を変えることでどう影響があるかということもやりたいと考えています。

【沖座長】 わかりました。

ほかにいかがでしょうか。

【沖座長】 では、全体の議論につながりますので、恐縮ですが、4.の「今後の検討課題」についてもお願いいたします。

【事務局】 それでは46ページ、「今後の検討課題」ということで、今年度の残り、それから一応2ヵ年で検討ということなので、来年度に向けての検討内容ということで、以下のようなものを検討してまいりたいというふうに考えております。

まず一つ目、「気候変動モデルによる将来の渇水の分析」については、これは「気候モデル」ですね。申しわけございません、全部修正いたします。これは継続して、今、利根川の例のほうでやっておりますので、筑後、吉野についても、これは年度内のものになりますが、同じような分析をしていきたいと思っております。

それから「水資源への影響」につきましては、「深刻な渇水時における影響の推定」ということで、先ほど不足日数、それからボリュームのものが出ていましたけれども、あれがどういう程度の影響があり得るのかというものについて推定をするということ。

それから先ほどから3.で説明いたしましたけれども、取水制限の設定の導入でありますとか、その早期化等、時期の変更等、その「軽減効果の検討」をするということです。

それから「気候変動と同時に考慮すべき影響」としてどういうものがあるのかというこ

と、これは別途並行して検討したいと思っております。

それから四つ目、「気候変動の予測精度の向上等を踏まえた対応の検討」ということで、二つの意味があるかなと思っております。一つは、例えば中長期的な気候、この場合は気象になるかもしれませんが、精度が向上した場合に、効果的な取水制限の導入、先ほどのような早期、前倒しでやりますというようなことができるのかどうかということと、逆算をすると、例えば取水制限を前倒しすると非常に厳しい期間がどの程度短くなったり長くなったりするのか。どの時点でわかれば、どの程度の短縮効果があるのかということ、有意な調整等を行う場合に、どのような精度の気候変動の予測みたいなものができればいいのかと。ニーズ側とシーズ側、両方になるかと思うんですけども、検討ができればなというふうに思っております。

三つ目の○、「気候変動による」で切れてしまっていますが、「気候変動モデルを用いた適応方策」全般の問題と、それから「将来に向けた適応策の高度化」という二つの観点で、最終的には取りまとめを行えばなというふうに思っております。

以上でございます。

【沖座長】 これはすべて今年度の話でしょうか。

【事務局】 来年度まで含めた話になります。

【沖座長】 どこまでぐらいが、大体、今年度という今の目論見でしょうか。

【事務局】 今年度内は、少なくとも一番上の○の部分と、二つ目の検討のメニューの検討ぐらいまでですね。そこまでは今年度ぐらいにまとめておきたいなと思っております。来年度になるかと思いますが、次回の検討会のときには、そこと、あと予備的な検討について御説明ができればというふうに思っております。

【沖座長】 そうしますと、それを聞いて、これが全部だと来年度も含めた検討だとしたときに、抜けているものがないかとか、これは要らないんじゃないかとか、そういうことについて委員の先生方の御意見をということですか。

【事務局】 はい、お願いします。

【沖座長】 いかがでしょうか。

先ほど立川委員がおっしゃった現状の再現というのは、今年度は難しいんじゃないかと思いますが、やはり来年度にはぜひ検討していただいて、しかもそれが多分、2段階あると思うんですね。観測した雨量などを使ってモデルで計算して、流量が出て、湧水が本当に再現されるかということと、モデル、バイアス補正を毎月とかやっちゃえば、観測雨量

と変わらないかもしれませんが、例えば年の値でバイアス補正をしていますと、季節変化が若干違うようなときには、あるいは日々の雨量が違うとすると、やっぱり雨の降り方は違ってきますので、バイアス補正をしたモデル雨量を与えたときに、じゃ平成6年の渇水とか、そういうのをどう再現できるのか。

それはやはりちょっとチェックしておいたほうが信頼度は高まるというか、くせみみたいなのはわかると思いますので、それはぜひ来年度のメニューに、可能でしたら入れていただければという気がいたします。

【事務局】 気候モデルの現在のものを使ってですね。

【沖座長】 そうです。現在の観測、それから現在の気候モデルですね。現在といいますか、20世紀ですね。

全体を通したお話でも結構ですので、今後の課題、あるいは……。

お願いします。

【立川委員】 一つよろしいでしょうか。今後の検討課題と関連するところで、先ほどうまく質問できなかったんですが、28ページのAGCM3.1Sで大きく流量が変わる。恐らく栗橋地点で5月、6月に100トンぐらい違っているというのは、矢木沢ダム流入量で同じポイント、5月、6月にかけて見ると30トンぐらいでしょうか。そうすると、そのほかの流量を見ると、まあ大体これぐらいの変化するというのがシミュレーションモデル上、そうおかしくないだろうという気がいたしまして、こういうことがきょうの御説明の中で、33ページとか、実はモデルの中でどのような振る舞いをしていたのかということ非常に丹念に追跡されて、非常によくわかりました。

こういうような細かい分析をされた中で、この流量の変化が一体どういうふうになっているのかというのも、ちょっとまだうまく頭の中で想像できなくて、これだけ大きな違いがあったら、きっとどこかにあらわれている、平均的な値でこんなにも違うので、あるいは渇水というところから見たら、実はこの違いがそれほど影響を及ぼしていないのか。

それと仲江川委員のおっしゃった21ページで、近未来と将来の指標の当たりぐあいというんでしょうか、違うのが、何か将来の流量の大きな違いによって、より何か渇水が起こりやすいような状況になっていて、それが同じ手法でやっても当たりやすいという……。当たりやすいという言い方は変ですね。指標を満たすような方向に動いているのか。

何かそれが、今後の検討課題の中で最初のほうの「渇水指標から見た渇水発生要因の影響度、複合的な効果」というところが、今ここに材料がありますので、何かうまく、こな

れて理解できるようになるといいなとちょっと思いまして、どういうふうに理解したらいいのか、もうちょっと頭が働いていなくてわからないんですが、その辺をちょっと……。

【沖座長】 ありがとうございます。

ただ、立川先生のおっしゃったことを逆に解釈しますと、昔、何で指標を使うかというのと、流量のシミュレーションをしないと。1年のデータを全部やるのはなかなか大変なので、雨の量から、こういうときには渇水になるんだよというのがわかっているならば、将来についても、雨を見るだけで、こういうときは渇水だとわかるじゃないか。あるいは例えば冬の気温が高いときには融雪が少ないので渇水になるよというのがわかるじゃないかというのが、たしかアイデアだったんですね。

逆に今こうやって、将来についても、ダムを含めてシミュレーションできるのであれば、あまり渇水指標にこだわらなくても、実はもうモデルの中で現状が確認されれば、そんなにこだわらなくてもいいかもしれないなど。

逆に申しますと、現状の再現を試みたときに、実はやっぱりモデルというのはモデルで、現状の再現はなかなか難しいということであれば、あまり将来のダムの貯水率とかハイドログラフにこだわらずに、やはり現在の雨とか気温とか、まだバイアス補正もしているので信頼できる渇水指標に基づいて頻度がどう変わるかといったことを推測するという方法、ですから二つ方法があるような気が、今、お話を聞いていると思いました。

それから、今、立川先生がおっしゃった33ページの分析、確かにこれは非常に細かくて、丁寧にやられていいと思うんですが、多分お話しになりにくかったのは、雨が普段に比べて多いか少ないかというのが、この33ページの図にはないんですよ。なので、お話しになっていて、話しているほうも話しにくいし、聞いているほうも、ああ、そうなんだろうなと思うだけでというようなことがありますので、右側に書いてあるいろんな説明していることが端的にわかるようなグラフがあるか、何か工夫されたほうが、よりお互い理解しやすく、説明もされやすいんじゃないかという気がいたしました。

【事務局】 はい。

【沖座長】 ほかはいかがでしょうか。お願いします。

【仲江川委員】 一つよろしいですか。端的に言いますと、例えば25ページのスライドなんですけど、まず一つ目は、科学者の性なのかもしれませんが、変化にできればエラーバーをつけるというふうに。

【事務局】 はい、わかりました。

【仲江川委員】 あと一つは、不確実性。何回かお話しさせていただきましたが、今回も1と2は使っていましたが、基本的に気象庁のモデルですので、すごく大きな違いというのはないんですね。残念ながら、現状の精度でいきますと、利根川上流の小流域、これの違いを出せるほどモデルの性能はない。ですのでこの辺は、例えば奥利根は減りますというのはあまり断定しないで、少なくとも出すときには、不確実性がありますということを、きちんと。

【沖座長】 いや、でも例えば25ページの奥利根はほぼゼロであるというのに対して、ほかの残流域とか、神流とかはふえているのは、まあまあ、エラーバーがゼロを超えないとすると、ほかはふえるのに対してあまり変わらないという言い方はいいわけですよ。

【仲江川委員】 そうですね。でも、このモデルに限った話で、違うモデルを持ってくると、また違う可能性があるのではと思います。

【事務局】 参考資料の17ページ、18ページのことでいいでしょうか。

【沖座長】 アンサンブルもそんな感じだと思います。

【事務局】 はい。

【沖座長】 滝沢先生、いかがでしょうか。

【滝沢委員】 この検討課題の中で、継続の中ですけれども、「水資源への影響検討」の部分で、社会経済への影響となると、かなり対象範囲が広がってしまうので、これはどこまでやるのか。来年度になるのかもしれませんが、やれる範囲と、やるべき範囲とをよく考えて取り組まないと、非常に幅広くなってしまいますので、よくお考えいただく必要があるかなと思います。

その次の「渇水影響の軽減効果」なんですけど、取水制限による影響の軽減というのは、取水制限をしてしまうこと自体は、もう渇水影響が出ているので、ここで言っている「軽減」というものが何かというのを、少しお考えいただく必要があるかなと思うんですね。

例えば10%で早目にやって、3ヵ月、10%制限するのと、30%だけれども1ヵ月というのが、もしシミュレーションで出てきたときに、これはどっちが軽減されたかというようなことも出てくると思うんですね。それはどうやって評価するのかというのがありますよね。

だから、「軽減」というというふうに言われた中身をどう評価するのかということも、これから多分考えていかなきゃいけないと思います。＜継続＞となっていますので、引き続き御検討いただければと思います。以上です。

【沖座長】 ありがとうございます。

ほかは全体を通しまして、いかがでしょうか。

今年度は、こういう検討会自体が最後ということですが、検討は続けられるということですので、もしお気づきの点等ございましたら、事務局のほうへ、後からでも御連絡いただければというふうに思います、ということよろしいですか。

【事務局】 また個別に御相談することもあると思いますので、よろしくお願ひしたいと思ひます。

【沖座長】 それでは本日の議題につきましては終了いたしましたので、以降の進行を事務局にお返しいたします。

【事務局】 沖先生、ありがとうございました。

それでは、以上をもって第3回検討会、閉会とさせていただきます。委員の皆様、本日はありがとうございました。

— 了 —